

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ А. С. МАКАРЕНКА**

ISSN: 2519-2361

**АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ
ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОЇ
ОСВІТИ**

Збірник наукових праць

Виходить двічі на рік

Заснований у жовтні 2012 року

Випуск 1(25), 2025

Index Copernicus 2023 = 89.85

Суми – 2025

СПІВГОЛОВИ РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ

- Н. А. Тарасенкова** доктор педагогічних наук, професор (м. Черкаси, Україна)
О. С. Чашечникова доктор педагогічних наук, професор (м. Суми, Україна)

РЕДАКЦІЙНА РАДА

- М. І. Бурда** доктор педагогічних наук, професор, дійсний член НАПНУ (м. Київ, Україна)
Л.В. Кондрашова Заслужений діяч науки України, доктор педагогічних наук, професор, дійсний член Міжнародної асоціації професорів слов'янських країн, Міжнародної академії політехнічної освіти (м. Кривий Ріг, Україна)

- М. Гарнер** доктор наук, професор (м. Кеннесо, США)
В. Б. Мілушев доктор педагогічних наук, професор (м. Пловдив, Болгарія)
Г. Ризал доктор наук, професор (м. Ченстохова, Польща)
О. Г. Ярошенко доктор педагогічних наук, професор, член-кореспондент НАПН України (м. Київ, Україна)
О. М. Топузов доктор педагогічних наук, професор, дійсний член НАПН України (м. Київ, Україна)
Т. О. Пушкарьова доктор педагогічних наук, професор, член-кореспондент НАПН України (м. Київ, Україна)
Ю. І. Мальований кандидат педагогічних наук, старший науковий співробітник, член-кореспондент НАПН України (м. Київ, Україна)
М. М. Білянська доктор педагогічних наук, професор (м. Київ, Україна)
Г. С. Мікаелян доктор педагогічних наук, професор (м. Єреван, Вірменія)
Б. Нарквявичене доктор, асоційований професор (м. Каунас, Литва)
Т. М. Хмара кандидат педагогічних наук, професор (м. Київ, Україна)

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

- І. А. Акуленко** доктор педагогічних наук, професор (м. Черкаси, Україна)
М. Гарнер доктор наук, професор (м. Кеннесо, США)
Н. Б. Грицай доктор педагогічних наук, професор (м. Рівне, Україна)
Т. М. Деркач доктор педагогічних наук, професор (м. Київ, Україна)
В. Ф. Заболотний доктор педагогічних наук, професор (м. Вінниця, Україна)
О. І. Матяш доктор педагогічних наук, професор (м. Вінниця, Україна)
А. А. Сбруєва доктор педагогічних наук, професор (м. Суми, Україна)
С. О. Скворцова доктор педагогічних наук, професор, член-кореспондент НАПН України (м. Одеса, Україна)
К. В. Власенко доктор педагогічних наук, професор (м. Київ, Україна)
І. В. Лов'янова доктор педагогічних наук, доцент (м. Кривий Ріг, Україна)
Ю. О. Лянной доктор педагогічних наук, професор (м. Суми, Україна)
Ю. М. Ткач доктор педагогічних наук, професор (м. Чернігів, Україна)
М. Г. Друшляк доктор педагогічних наук, професор (м. Суми, Україна)
М.В.Каленик кандидат педагогічних наук, професор (м. Суми, Україна) (*заступник голови редакційної колегії з інформаційної підтримки*)
С. М. Кондратюк кандидат педагогічних наук, професор (м. Суми, Україна)
Д. Мілушева-Бойкіна доктор, доцент (м. Пловдив, Болгарія)
Л. В. Пишенична кандидат наук з державного управління, професор (м. Суми, Україна)
В. Ватсон доктор філософії, доцент (м. Кеннесо, США)
О. М. Бабенко кандидат педагогічних наук, доцент (м. Суми, Україна) (*відповідальний секретар*)
В. М. Базурін кандидат педагогічних наук, доцент (м. Київ, Україна)
Л. П. Міронець кандидат педагогічних наук, доцент (м. Суми, Україна) (*відповідальний секретар*)
О. О. Одінцова кандидат фізико-математичних наук, доцент (м. Суми, Україна) (*заступник голови редакційної колегії*)
Дж. Сокол доктор філософії, доцент (м. Трнава, Словаччина)
А. Урнамбетова доктор філософії, доцент (м. Кеннесо, США)
І. В. Шишенико доктор педагогічних наук, доцент (м. Суми, Україна)
Ю. В. Хворостіна кандидат фізико-математичних наук, доцент (м. Суми, Україна)

Кластер (науковий профіль видання): «Розвиток людського капіталу, соціальні науки та журналістика».

Спеціальності: А3 Початкова освіта, А4 Середня освіта (математика, фізика, біологія, хімія), А5 Професійна освіта (математика, фізика, біологія, хімія)

Збірник наукових праць «Актуальні питання природничо-математичної освіти» включено до Переліку наукових фахових видань України (Категорія «Б») відповідно до наказу МОН № 1471 від 26.11.2020 року. Галузь знань- педагогічні спеціальності – 011, 012, 013, 014, 015

Збірник наукових праць «Актуальні питання природничо-математичної освіти» вперше було включено до переліку наукових фахових видань України відповідно до наказу МОН України № 1604 від 22.12.16 року.

**MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
SUMY STATE PEDAGOGICAL UNIVERSITY
NAMED AFTER A. S. MAKARENKO**

ISSN: 2519-2361

**TOPICAL ISSUES
OF NATURAL SCIENCE AND
MATHEMATICS EDUCATION**

Collection of scientific works

Published two times a year

Founded in October of 2012

Issue 1(25), 2025

Index Copernicus 2023 = 89,85

Sumy – 2025

UDC 37.016:51

Founded, edited (certificate of registration KB №19538-9338P from 25.10.2012)

Media identifier R 30 – 03111 in the register of entities in the field of media registrants (decision dated 29.02.2024 № 479)

Sumy State Pedagogical University named after A.S. Makarenko

Published in accordance with the resolution of the academic council of Sumy State Pedagogical University named after A.S. Makarenko (protocol № 10 from 28.04.2025)

CO-CHAIRMAN OF THE EDITORIAL BOARD

Nina Tarasenkova doctor of pedagogical sciences, professor (Cherkasy, Ukraine)

Olga Chashechnikova doctor of pedagogical sciences, professor (Sumy, Ukraine)

EDITORIAL BOARD

Mykhaylo Burda doctor of pedagogical sciences, professor, member of NAPSU (Kyiv, Ukraine)

Lidia Kondrashova Honored Scientist of Ukraine, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Full Member of the

Mary Garner International Association of Professors of Slavic Countries, International Academy of

Polytechnic Education (Kryvyi Rih, Ukraine) Member of the International Association of

Professors of Slavic Countries, International Academy of Polytechnic Education (Kryvyi Rih,

Ukraine)

doctor, professor (Kennesaw, USA)

Vasil Milushev doctor of pedagogical sciences, professor (Plovdiv, Bulgaria)

Grazyna Rygal dr hab, professor AjD (Czestochowa, Poland)

Olha Yaroshenko Corresponding Member of NAPSU, doctor of pedagogical sciences, professor (Kyiv, Ukraine)

Oleg Topuzov Corresponding Member of NAPSU, doctor of pedagogical sciences, professor (Kyiv, Ukraine)

Tamara Pushkaryova Corresponding Member of NAPSU, doctor of pedagogical sciences, professor (Kyiv, Ukraine)

Yuriy Mal'ovany Corresponding Member of NAPSU, PhD in pedagogical sciences, senior researcher (Kyiv,

Ukraine)

Maria Bilyanska doctor of pedagogical sciences, professor (Kyiv, Ukraine)

Hamlet Mikaelyan doctor of pedagogical sciences, professor (Yerevan, Armenia)

Brone Narkeviciene Ph.D., professor (Kaunas, Lithuania)

Tamara Khmara Ph.D., professor (Kyiv, Ukraine)

EDITORIAL BOARD

Irina Akulenko doctor of physical and mathematical sciences, professor (Cherkasy, Ukraine)

Natalia Grytsai doctor of physical and mathematical sciences, professor (Kyiv, Ukraine)

Tetiana Derkach doctor of physical and mathematical sciences, professor (Rivne, Ukraine)

Volodymyr Zabolotnyi doctor of physical and mathematical sciences, professor (Kyiv, Ukraine)

Olha Matiash doctor of physical and mathematical sciences, professor (Vinnytsya, Ukraine)

Alina Shruieva doctor of pedagogical sciences, professor (Sumy, Ukraine)

Svitlana Skvortsova Corresponding Member of NAPSU, doctor of pedagogical sciences, professor (Odessa, Ukraine)

Kateryna Vlasenko doctor of pedagogical sciences, professor (Kyiv, Ukraine)

Yuriy Lyannoi doctor of pedagogical sciences, professor (Sumy, Ukraine)

Iryna Lovianova doctor of pedagogical sciences, associate professor (Kryvyi Rih, Ukraine)

Dobrinka Milusheva-Boykina doctor of pedagogical sciences, docent (Plovdiv, Bulgaria)

Yuliia Tkach doctor of pedagogical sciences, professor (Chernyhiv, Ukraine)

Maryna Drushliak doctor of pedagogical sciences, professor (Sumy, Ukraine)

Svitlana Kondratiuk Ph.D., professor (Sumy, Ukraine)

Mykhailo Kalenyk Ph.D., professor (Sumy, Ukraine) (*deputy chairman of the editorial board for Information Support*)

Liubov Pshenychna Ph.D., professor (Sumy, Ukraine)

Virginia Watson Ph.D., associate professor (Kennesaw, USA)

Olena Babenko Ph.D., associate professor (Sumy, Ukraine) (*executive secretary*)

Vitalii Bazurin Ph.D., associate professor (Kyiv, Ukraine)

Mary Garner Ph.D., professor (Kennesaw, USA)

Liudmila Mironets Ph.D., associate professor (Sumy, Ukraine) (*executive secretary*)

Oksana Odintsova Ph.D., associate professor (Sumy, Ukraine) (*deputy chairman of the editorial board*)

Azelia Urnambetova Ph.D., associate professor (Kennesaw, USA)

Jozef Sokol PhD Doc. Ing. (Trnava, Slovakia)

Inna Shyshenko doctor of pedagogical sciences, associate professor (Sumy, Ukraine)

Yuriy Khvorostina Ph.D., associate professor (Sumy, Ukraine)

Cluster (scientific profile of the publication): "Human capital development, social sciences, and journalism."

Specialties: A3 Primary education, A4 Secondary education (mathematics, physics, biology, chemistry), A5 Vocational education (mathematics, physics, biology, chemistry) The collection of scientific works "Topical Issues of Natural and Mathematical Education" has been included in the List of Scientific Professional Publications of Ukraine (Category "B") in accordance with Order No. 1471 of the Ministry of Education and Science of Ukraine dated November 26, 2020. Field of knowledge - pedagogical specialties – 011, 012, 013, 014, 015. The collection of scientific works was first included in the list of scientific professional publications of Ukraine in accordance with Order No. 1604 of the Ministry of Education and Science of Ukraine dated December 22, 2016.

РОЗДІЛ 1. АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ НАВЧАННЯ
ДИСЦИПЛІН ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ
В ШКОЛІ ТА ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ
РІЗНИХ РІВНІВ АКРЕДИТАЦІЇ

УДК 373.016:51

DOI 10.24139/2519-2361/2025.01/5-9

І. В. Гордієнко

ORCID ID 0000-0001-6182-4968

Дрогобицький державний педагогічний
університет імені І. Я. Франка

ПРО НАВЧАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ МАТЕМАТИКИ

***Анотація.** У статті проведено аналіз і викладено основні засади навчальних досліджень у шкільному курсі математики. Обґрунтовано психолого-методичні особливості використання навчальних досліджень у процесі вивчення математики. З'ясовано, що кожен вид навчального дослідження пов'язаний з розкриттям нових математичних фактів. Причому відкриттю нового матеріалу може сприяти інтуїтивно-дослідний, дослідно-індуктивний, індуктивний та дедуктивний види навчальних досліджень. Встановлено, що для поглиблення знань учнів, тобто для отримання додаткових математичних знань, більш доцільно використовувати індуктивні та дедуктивні навчальні дослідження. В процесі дедуктивних навчальних досліджень здійснюється також і систематизація здобутих учнями знань. Залучення учнів до навчальних досліджень повинне здійснюватися в двох напрямках – змістовому та організаційному. Змістова самостійність проявляється в тому, щоб учень міг без сторонньої допомоги поставити перед собою навчальну задачу і запропонувати хід її розв'язання. Організаційна самостійність виражається у вмінні учня організувати свою роботу по розв'язанні поставленої задачі. Таким чином перед вчителем постає проблема пошуку ефективних форм і способів навчальної діяльності учнів, які б не просто заохочували їх до дослідницької роботи, але й спонукали до навчання самої цієї діяльності. Отже, необхідно так організувати пізнавальну діяльність школярів, щоб процес навчального дослідження засвоювався ними разом з тим змістом, на який воно здійснюється.*

***Ключові слова:** шкільний курс математики, розумова діяльність, прийоми розумової діяльності, навчальні дослідження учнів, навчальна проблема.*

Постановка проблеми. Ефективне використання навчальних досліджень при навчанні математики передбачає знання їх структури і основних компонентів. Для цього звернемося до аналізу точок зору психологів, педагогів та методистів, які дотичні до досліджуваної проблеми.

Переважно у психологічних описах процесу мислення зазначається, що його початком є постановка питання: перша фаза – це виникнення задачі (чи проблеми); далі людина висуває гіпотези, здійснює їх перевірку (практичну чи розумову), співставляє гіпотези і результати їх перевірки, вносить коректування і т.д. Завершується розумовий процес розв'язування задачі відповіддю на запитання. Досить часто завершальним моментом даного процесу є постановка нового питання. Зауважимо, що далеко не кожна людина легко і просто «бачить» питання (проблеми, задачі), які перед нею виникають. Вмінню «бачити» питання і формулювати гіпотези потрібно спеціально вчити.

Аналіз актуальних досліджень. Багато психологів зауважують, що в процесі мислення об'єкт ніби повертається різними сторонами і це дозволяє виявляти його приховані властивості (С. Л. Рубінштейн); в ході діяльності з об'єктом виникають не лише прямі, але і другорядні продукти, які дають поштовх до творчого розв'язання задачі; важливим моментом процесу мислення є розумовий експеримент.

Найбільш чіткі компоненти навчального дослідження були виділені ще Генріхом Песталоцці, який створив систему навчання, яка ґрунтувалася на спостереженні,

узагальненні та виробленні понять. Надалі ці компоненти уточнювалися як закордонними так і вітчизняними педагогами і методистами.

І. Я. Лернер [5] виділяє наступні етапи навчального дослідження:

- спостереження фактів і явищ;
- виділення невідомих явищ, які підлягають дослідженню;
- вивчення фактів, пов'язаних з таким явищем;
- пояснення цих фактів;
- фактичні висновки, які вимагають застосування знань про даний факт чи явище.

За Д. М. Богоявленським і Н. О. Менчинською провідними процесами мислення є аналіз і синтез (з акцентом на взаємозв'язок цих операцій і похідних від них – абстракції та узагальнення). Основні принципи цих процесів, на думку вчених, полягають у наступному: «ми виділяємо в пізнавальній діяльності як провідні процеси аналіз і синтез... Це означає також, що в інших мислительних операціях ми знаходимо прояви різних форм аналізу і синтезу, які лежать в їх основі» [7]. На основі аналізу і синтезу і їх вищих форм – абстракції і узагальнення – стають можливими різноманітні мислительні операції – порівняння, аналогія, класифікація, і систематизація, яка їх всіх об'єднує.

Мета статті – обґрунтувати психолого-методичні закономірності навчальних досліджень у шкільному курсі математики.

Виклад основного матеріалу. Необхідною умовою міркування за аналогією є оволодіння вмінням порівнювати. Без порівняння неможливе перенесення способу розв'язування задачі на аналогічні, висунення здогадки про закономірності, визначення властивостей геометричних фігур. Порівняння сприяє встановленню більш глибоких зв'язків раніше вивченого і нового матеріалу, полегшує засвоєння знань. Оскільки формами порівняння є співставлення і протиставлення, то хід міркувань за аналогією тісно пов'язаний з ними. Порівняння разом з аналогією сприяють самостійному відшукуванню властивостей фігур, їх систематизації. Наприклад, при вивченні паралелепіпеда учні, порівнюючи його з паралелограмом, за аналогією формулюють властивості паралелепіпеда; за аналогією з правильним багатокутником вписаним і описаним навколо кола означається вписаний в кулю і описаний навколо неї правильний многогранник. Порівняння разом з аналогією широко застосовується при вивченні векторів і декартових координат на площині і в просторі.

Міркування за аналогією включає три ланки: синтез (первинний) – аналіз – синтез (вторинний). Тоді хід міркування за аналогією можна уявити так. Асоціація за схожістю дає змогу встановити схожість нового об'єкта з відомим раніше. Порівнюючи об'єкти визначають те ціле, з якого виходять (первинний синтез). Далі визначають мету застосування аналогії [4]. Після цього, за допомогою порівняння, поділяють об'єкт на ознаки, або з'ясовують основні його відношення. Потім співставляють їх між собою і знаходять істотні ознаки, характерні залежності, необхідні зв'язки тощо, абстрагують при цьому від неістотного, тобто здійснюють детальний аналіз об'єкта. Аналіз приводить до того, що з допомогою порівняння, виявляють нове знання про виучуваний об'єкт. Так відбувається вторинний синтез. Таким чином міркування за аналогією включають операції аналіз і синтез та похідні від них – порівняння, узагальнення та абстрагування.

Асоціація у психології – це зв'язок, який виникає при визначених умовах між двома або більше психічними явищами, дія цього зв'язку – актуалізація асоціацій – полягає у тому, що поява однієї асоціації приводить до появи іншої і т.д. Психофізіологічною основою асоціації вважається умовний рефлекс. У своїх дослідженнях автори виходили з того, що знання є асоціацією або набутим зв'язком двох психічних процесів, в силу якого протікання першого процесу є причиною (однією з причин) протікання другого процесу. Асоціацію називають узагальненою, якщо компоненти її членів варіюються залежно від умови задачі і ці варіації впливають на кінцевий результат. Кожна така асоціація еквівалентна одному чи декільком умовиводам. Тоді формування вмінь зводиться до вироблення відповідних асоціацій, переважно узагальнених.

У такому трактуванні навчальний процес є формування і функціонування багаточисленних асоціацій і їх систем, які знаходяться у складній взаємодії, а навчальні

здібності, зокрема до математики, – це здібності до утворення різного типу і виду асоціацій. При розв'язуванні проблеми чи задачі, якщо «задача «не виходить», відбувається мобілізація більш віддалених систем знань за тією чи іншою аналогією (асоціації за схожістю) з тими, що актуалізуються. Таким чином, у аналогії, як у розумовій операції, значну роль відіграють асоціації за схожістю. У процесі міркувань за аналогією асоціації за схожістю утворюють певні зв'язки, ланцюги асоціацій або їх системи.

В евристичному мисленні, спрямованому на відкриття невідомого і нового, аналогія відіграє ще більшу роль. Процес розв'язування задачі і процес пошуку знаходження нового і невідомого в проблемній ситуації суттєво відрізняються. Основний механізм, який забезпечує людині можливість знаходження нового, раніше невідомого відношення чи властивості полягає в утворенні нового зв'язку. Пошук нового – це постійне включення об'єкта у всі нові системи зв'язків, через які людина розкриває нові властивості. Вміння встановити аналогію між старими і новими задачами, між способами їх розв'язку є одним із вирішальних умов евристичної діяльності і навчання.

До неусвідомлюваних мисленневих актів належить використання неявних знань та інтуїтивних знахідок (здогадок). У суб'єктів, що розв'язують математичні проблеми, існують неявні знання, що стосуються математики. Поряд із цим, пошуковий процес в проблемній ситуації супроводжують численні здогадки на всіх його етапах, впродовж всіх процесів, що його наповнюють: процесу розуміння, процесу формування задуму, процесу апробації задуму. Отже, в цьому процесі окрім закономірностей логічних перетворень проявляються також закономірності інтуїтивного мислення людини, в якому, на нашу думку, чільне місце відводиться аналогії.

Узагальнюючи різні точки зору науковців на інтуїцію можна виділити в інтелектуальній діяльності людини декілька принципово різних психологічних процесів, явищ, що означаються інтуїцією: інтуїція – це передчуття; інтуїція – це неусвідомлюване впізнавання на основі мнемічних процесів; інтуїція – це прискорене, згорнуте, розв'язання задачі, що поширюється на всі процеси пошуку розв'язку.

Інтуїція відбувається у вигляді стрибків, стрімких переходів, шляхом умовиводів, які людиною не усвідомлюються. Цей процес «скороченого мислення» можна розуміти як здогадку, яка ґрунтується на міцних знаннях і власному досвіді. Результатом інтуїції є раптова поява в свідомості способу розв'язування проблеми, яке називають «озаріння» або «інсайт». До цього приводить ланцюг необхідних знань, способів дій прийомів та ідей. Якщо якась ланка для з'єднання ланцюга знань є відсутня, то потрібна додаткова допомога, якою може бути аналогія.

Є. І. Легков вважає аналогію своєрідною формою інтуїції. «Конкретними формами евристичного мислення, – пише він, – є спроби, здогадки за аналогією, здогадки інтуїтивного походження, здогадки на основі уяви, розумовий експеримент» [3]. Далі підкреслюється, що здогадки за аналогією, як правило виникають тоді, коли немає готової схеми розв'язування задачі чи проблеми і потрібно відшукати елементи, яких не вистачає в даній схемі. При цьому дуже легко наштовхнутися на інтуїтивні здогадки і найчастіше на здогадки за аналогією. Тому здогадливість (за інтуїцією, аналогією, фантазією) Є. І. Легков називає важливим компонентом розвитку здібностей учня.

Не дивлячись на різну термінологію, яка вживалася авторами, можна виділити загальний зміст, який розкривається, тобто схему дослідження: **спостереження – постановка питання – експеримент – висновок**. Такий процес пізнання можна застосовувати до довільного шкільного предмету, зокрема при вивченні математики. Ми розглядаємо дослідницький метод як «метод умовиводів від конкретних фактів, які самостійно спостерігаються і вивчаються школярами», і виділяємо наступні етапи цього процесу:

- вивчення зв'язків між об'єктами, які вивчаються;
- пошук спільних об'єктів, які мають загальні властивості з даними;
- побудова нових понять і гіпотез;
- їх перевірка;
- систематизація отриманих результатів;
- відшукування нових можливостей їх застосування.

Розглядаючи дослідження певного виду, кожен автор виділяє етапи найбільш характерні для нього. Однак легко зауважити, що за змістом вони відображають одну і ту ж суть. Так, наприклад, етапи: спостереження, вивчення зв'язків між даними об'єктами, аналіз інформації – можна об'єднати в один етап навчального дослідження, суть якого у вивченні і аналізі задачної ситуації. З даним етапом напряду пов'язана постановка проблеми дослідження. В одних ситуаціях з проблеми починається дослідження, а в інших – проблема є результат спостереження за даними об'єктами. Під навчальною проблемою розуміється відображення логіко-психологічного протиріччя процесу засвоєння, яке визначає напрямок розумового пошуку, викликає інтерес до дослідження та веде до засвоєння нового поняття чи нового способу дій. Проблема у навчанні використовується у тісному зв'язку з проблемною ситуацією, яка визначає початковий момент мислення і викликає пізнавальну необхідність учня, створює внутрішні умови для активного засвоєння нових знань і способів діяльності.

Проблемна ситуація породжується навчальною ситуацією, яка містить дві групи елементів: відомі і невідомі (нові). Постановка проблеми передбачає забезпечення таких дидактичних цілей: звернути увагу учня на дане питання (задачу); викликати у нього пізнавальний інтерес та інші мотиви діяльності; поставити учня перед такими посильними пізнавальними труднощами, подолання яких активізувало б його розумову діяльність; вказати учню на протиріччя між його пізнавальною необхідністю та наявними у нього компетентностями.

Проблема зароджується лише в результаті детального аналізу ситуації, чіткого розмежування відомого і невідомого. Успіх формулювання проблеми, чіткість її постановки перш за все залежать від розуміння змісту питань, які виникають. У результаті тривалої аналітико-синтетичної роботи з'ясовується зміст невідомого і формулюється навчальна проблема. В цьому полягає суть аналізу проблемної ситуації і формулювання проблеми учнем.

Складання плану розв'язання поставленої проблеми залежить від вміння і досвіду учня в передбаченні (прогнозуванні) наступних кроків. Не зовсім уявляючи результат розв'язання, він забирає наперед, фіксує послідовність своїх дій на основі попереднього досвіду, або намагається шляхом здогадки на основі інтуїтивного мислення досягнути часткового або повного розв'язання. У результаті такої спроби виникає ідея, припущення про принцип, на якому воно базується. Але припущення не завжди є вірним способом вирішення даної проблеми. Часто лише одне із багатьох припущень може містити гіпотезу. Гіпотезою може вважатися, як правило, лише обґрунтоване припущення. В теорії навчання гіпотеза – це психолого-дидактична категорія, яка є для вчителя засобом активізації розумової діяльності учнів, а для учня – прийомом творчого відображення і принципом розв'язання навчальної проблеми.

Після висунення гіпотези обов'язково повинен йти етап її перевірки (підтвердження, доведення, обґрунтування чи відхилення). В математиці можна вважати, що гіпотеза доведена, якщо її зміст отримано шляхом доведення наслідків з відомих знань учнів. Якщо для строгого доведення гіпотези в учня не вистачає знань, то інколи обмежуються її підтвердженням за допомогою правдоподібних міркувань.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Таким чином, для доведення гіпотези учні повинні вміти проводити аналіз навчального матеріалу, виділяти в ньому головне, порівнювати, співставляти, синтезувати, узагальнювати і робити необхідні висновки. Головне, що учень повинен вміти тримати в голові основний ланцюжок міркувань і не губити мету аналізу фактів (умов). Якщо учень цілеспрямовано буде ланцюг міркувань, то він «відчуває необхідність» того, чого не вистарчає йому в відомих фактах або в навчальному матеріалі. Тоді учень буде шукати додаткові факти, потребувати допомогу вчителя або самостійно здобувати необхідну інформацію з різних джерел.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCE

1. Бондар, С. (1974). Суть аналогії та її дидактичні функції. Рад. школа, 1, 26-29.
2. Васильєва, Д.В. та ін. (2015). Компетентісно орієнтована методика навчання математики в основній школі. Педагогічна думка, 3, 245.
3. Васьков, Ю. В. (2002). Педагогічні теорії, технології, досвід (Дидактичний аспект). Скорпіон, 120.

4. Гордієнко, І. В. (2013). Метод аналогії у вивченні шкільного курсу стереометрії (дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02). Київ (Hordiienko, I. V. The method of analogy in the studied school course of stereometry (PhD thesis). Kyiv).
5. Лернер, І. Я. (1980) Процес навчання і його закономірності, 212.
6. Скафа, О. (2004) Методичні вимоги щодо організації евристичного навчання математики. Рідна школа, 1, 32–35.
7. Слепкань, З. І. (2000) Методика навчання математики. Зодіак–ЕКО, 512.
8. Смержевський, Ю. Л. (2009). Диференційоване формування прийомів евристичної діяльності старшокласників на уроках стереометрії (дис. ... кандидата пед. наук: 13.00.02). Київ (Smorzhevsky, Yu. L. Differentiated formation of techniques of heuristic activity of high school students in stereometry lessons (PhD thesis). Kyiv).

Hordiienko I. V. On educational research in the school course of mathematics.

Summary. The article analyzes and outlines the basic principles of educational research in the school mathematics course. The psychological and methodological features of the use of educational research in the process of studying mathematics are substantiated. It is found that each type of educational research is associated with the discovery of new mathematical facts. Moreover, the discovery of new material can be facilitated by intuitive-exploratory, exploratory-inductive, inductive and deductive types of educational research. It is established that to deepen students' knowledge, that is, to obtain additional mathematical knowledge, it is more expedient to use inductive and deductive educational research. In the process of deductive educational research, the systematization of the knowledge acquired by students is also carried out. The involvement of students in educational research should be carried out in two directions – content and organizational. Content independence is manifested in the fact that the student can set an educational task without outside help and suggest the course of its solution. Organizational independence is expressed in the student's ability to organize his work to solve the task. Thus, the teacher is faced with the problem of finding effective forms and methods of educational activity of students, which would not only encourage them to research work, but also encourage them to learn this activity itself. Therefore, it is necessary to organize the cognitive activity of schoolchildren in such a way that the process of educational research is assimilated by them along with the content on which it is carried out.

Key words: school mathematics course, mental activity, methods of mental activity, educational research of students, educational problem.

Подано до друку 18.03.2025

Прийнято до друку 02.04.2025

УДК 378.091.33-021.464:517

DOI 10.24139/2519-2361/2025.01/9-16

А. М. Нестеренко

ORCID ID 0000-0002-3070-7440,

Л. П. Оксамитна

ORCID ID 0000-0002-0247-4125

Черкаський державний технологічний університет

АКТИВІЗАЦІЯ ПІЗНАВАЛЬНОЇ САМОСТІЙНОСТІ СТУДЕНТІВ ШЛЯХОМ ПРІКЛАДНОЇ СПРЯМОВАНOSTІ КУРСУ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ

У статті розкривається проблема активізації пізнавальної самостійності студентів шляхом прикладної спрямованості курсу вищої математики. Актуальність цього питання пов'язана з необхідністю забезпечення високого рівня математичної підготовки студентів, озброєнні їх системою знань і вмінь, які б стали гарантом їх успішного навчання у вузі, а в подальшому, їх професійної діяльності. Тому ефективною умовою такої належної підготовки з вищої математики є прикладна спрямованість цього курсу.

Вирішенням проблеми прикладної спрямованості математики займалися і займаються видатні науковці, методисти, педагоги. На думку багатьох дослідників, саме в задачах зосереджується зміст, методи навчання, теоретичне уявлення про навчальну діяльність, саме прикладні задачі мотивують і розвивають пізнавальний інтерес та самостійність молоді в оволодінні належними знаннями для майбутньої професійної діяльності.

Згідно з метою у статті викладено основні моменти щодо активізації пізнавальної самостійності студентів при вивченні вищої математики. Висвітлено питання прикладної спрямованості курсу вищої математики за допомогою системи завдань практичного змісту, які є важливим та ефективним засобом розвитку й активізації пізнавальної самостійності студентів, прояву їх творчого мислення в процесі вивчення вищої математики. Вирішення та розв'язання таких задач зводиться до прийому математичного моделювання, який потребує застосування математичних методів, прийомів та практичних навичок.

У поданій статті висвітлюється сутність та значущість прикладних задач у курсі вищої математики для активізації пізнавальної самостійності студентів, розвитку їх творчого мислення, прояву компетентностей. Також зазначено кроки, які студент має виконати при розв'язуванні задач прикладного змісту.

Звертається увага, що методика навчання вищої математики за допомогою системи прикладних задач сприяє тому, що дозволяє їм самостійно знаходити такі методи і прийоми, які давали б змогу відкривати для себе нові дії. Також приділена увага щодо професійної спрямованості навчання вищої математики, тобто тісний зв'язок змісту навчального курсу з професійною сферою діяльності майбутніх спеціалістів. Одним із шляхів до реалізації профільної спрямованості навчання вищої математики є використання прикладних задач. Система таких задач повинна реалізовувати внутрішньопредметний аспект прикладної спрямованості навчання.

Відзначається, що активізації пізнавальної самостійності студентів сприятимуть прикладні задачі, які спонукатимуть студентів до бажання розв'язувати таку задачу; що викладення навчального матеріалу з вищої математики повинно бути доступним для студентів, стимулювати їх діяльність у досягненні успіху в оволодінні належними вміннями й навичками у навчанні. Тому в процесі розв'язування прикладних задач студенти повинні розуміти, що задача має умову, пов'язану з життєвими ситуаціями, і вона виражає притаманні їм зв'язки і форми, і тому може застосовуватись в цих ситуаціях.

У статті зазначається, що виконання прикладних завдань змінює емоційно-чуттєве ставлення студентів до предмета та є підготовкою до вирішення проблем майбутньої професійної діяльності за допомогою математики. Також висвітлено основні вимоги до прикладних задач з курсу вищої математики.

Як висновки, відмічено, що прикладні задачі є підґрунтям для розвитку і прояву високого рівня пізнавальної самостійності студентів при вивченні вищої математики. Прикладна спрямованість курсу вищої математики сприяє розвитку математичного мислення; формуванню знань й умінь щодо використання математичного апарату для аналізу інженерно-технічних ситуацій. Прикладні задачі відіграють значну роль у формуванні професійної спрямованості майбутнього фахівця. Наповнення курсу вищої математики задачами прикладного змісту може активізувати розумову діяльність студентів, сприяти розвитку системного мислення, формувати особисті мотиви навчання та позитивне ставлення, розвивати пізнавальний інтерес до вищої математики.

Ключові слова: активізація пізнавальної самостійності, прикладна спрямованість, курс вищої математики, прикладні задачі, професійна спрямованість, математичне моделювання, знання, навички., кроки розв'язання, вимоги до задач, студенти, пізнавальний інтерес, творче мислення.

Постановка проблеми. Напрямок вектора розвитку сучасної системи освіти в Україні визначає проблему модернізації математичної освіти студентів технічних спеціальностей. Математичні дисципліни відіграють особливу роль у підготовці майбутніх спеціалістів у галузі техніки, комп'ютерних та інформаційних технологій для формування їх професійної компетентності, належного рівня математичної культури, інтелектуального розвитку.

З кожним роком математичні методи все більше пронизують усі сфери життя суспільства. Високий рівень математичної підготовки – необхідна умова успішності і конкурентоспроможності випускників на ринку праці. Математика сприяє формуванню у молоді відповідальності, здатності логічно мислити, аналізувати та прогнозувати результати своєї діяльності. Зокрема, під час розв'язання задач прикладного характеру, у студентів формується творче мислення, здатність до аналізу, абстрагування, систематизації.

З огляду на це, активізація пізнавальної самостійності студентів є важливим фактором в озброєнні їх системою знань і вмінь, які б стали гарантом їх успішного навчання у вузі, а в подальшому, їх професійної діяльності, розвитку й особистісного росту. Тому актуальним є завдання щодо визначення ефективних умов підготовки майбутніх інженерів, оволодіння ними системою математичних знань, умінь і навиків, прояв інтересу до вищої математики. Одним із шляхів активізації пізнавальної самостійності студентської молоді є прикладна спрямованість курсу вищої математики.

Аналіз актуальних досліджень. Вирішенням проблеми прикладної спрямованості математики займалися і займаються науковці, методисти, педагоги, серед яких: П. Т. Апанасов, Г. П. Бевз, М. І. Бурда, М. І. Жалдак, М. Я. Ігнатенко, М. В. Працьовитий, З. І. Слєпкань, Н. А. Тарасєнкова, І. Ф. Тєслєнко, М. Ю. Терєшин, М. І. Шкіль та ін.

Більшість з них сходяться на тому, що в основі успішного засвоєння змісту навчальної дисципліни лежить діяльність, пов'язана з розв'язуванням відповідної системи задач. Так, на думку багатьох дослідників, саме в задачах зосереджується зміст, методи навчання, теоретичне уявлення про навчальну діяльність. Зокрема, теорія поетапного формування розумових дій П. Я. Гальперіна [4] і Н. Ф. Талізінної [6] вимагає постановки в навчальному процесі таких задач, які забезпечують якнайповнішу орієнтацію в дії, які засвоюються, поступовий перехід на вищий рівень виконання дії. Н. О. Менчинська вважає, що, з огляду психології, засвоєння знань реалізується в системі навчальних задач, розв'язування яких передбачає забезпечення формування необхідних операцій аналізу, синтезу, абстракції, формування узагальнень шляхом зіставлення окремих випадків з поступовим виділенням загального, широким варіюванням несуттєвих ознак.

Мета статті полягає у визначенні ролі прикладних задач щодо активізації пізнавальної самостійності студентів при вивченні вищої математики шляхом її прикладної спрямованості.

Виклад основного матеріалу. Сутність прикладної спрямованості вищої математики полягає у здійсненні цілеспрямованого змістового і методологічного зв'язку цього курсу з практикою, що передбачає введення в нього специфічних відомостей, які характерні для дослідження прикладних проблем математичними методами.

Компетентнісний підхід до добору змісту математичної освіти «...передбачає здатність розвивати і застосовувати математичні знання та методи для розв'язання широкого спектра проблем у повсякденному житті; моделювання процесів та ситуацій із застосуванням математичного апарату; усвідомлення ролі математичних знань і вмінь в особистому та суспільному житті людини» [1]. Відповідно до цього підходу обов'язкові результати навчання математики передбачають, що студент досліджує проблемні ситуації та виокремлює проблеми, які можна розв'язувати із застосуванням математичних методів; моделює процеси і ситуації, розробляє плани дій, оцінює процес і результат для розв'язання проблем; розвиває математичне мислення для пізнання дійсності; володіє належною математичною мовою [5].

Важливим та ефективним засобом розвитку й активізації пізнавальної самостійності студентів, прояву їх творчого мислення в процесі вивчення вищої математики є розв'язування нестандартних задач, до яких відносяться задачі прикладного змісту. Прикладні задачі – задачі з різних сфер життя, не пов'язаних з математикою, але ті, що розв'язуються за допомогою математичних методів.

Науковці й методисти по різному розглядають поняття прикладної задачі. Однак, суть прикладної задачі не залежить від різних її тлумачень і полягає в тому, що прикладні задачі виникають в процесі проблемних ситуацій з різних сфер життєдіяльності, а вирішення та розв'язання цих задач зводиться до прийому математичного моделювання, який потребує застосування математичних методів, прийомів та практичних навичок.

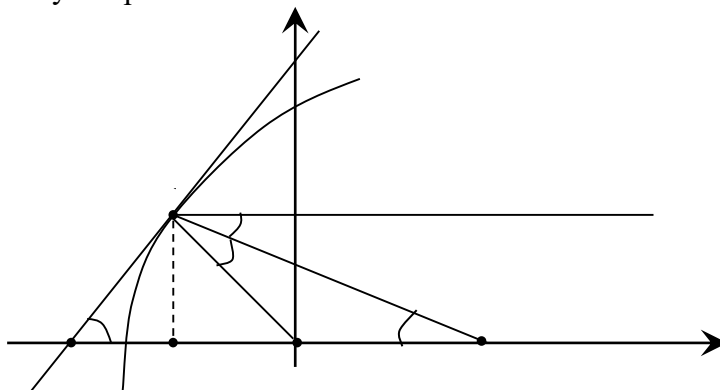
Прикладні задачі мають викликати потребу у самостійному перенесенні студентами раніше набутих знань та умінь до аналізу певних ситуацій та явищ, прийняття відповідного рішення. Нестандартна постановка умови задачі викликає зацікавленість студентів, оскільки зосереджує їх увагу на аналізі змісту прикладної задачі, на пошуку відповідних математичних формул, а вже потім – на виконання необхідних розрахунків.

Система задач і вправ прикладного змісту виступають як об'єктом вивчення, так і засобом навчання вищої математики. Вони виконують навчальну, розвивальну, виховну й контролюючу функції. Під час розв'язування таких задач студентам доводиться самостійно добирати конкретний матеріал, проявляти уміння застосовувати відповідне правило, формулу, рівняння, закон, які виступають в якості «знаряддя» їх розумової діяльності. Успішність такої діяльності студентів в першу чергу залежить від прояву ними пізнавальної самостійності.

Часто студент, який має належні знання, вміння, навички з вищої математики, не може їх застосувати до розв'язування задач прикладного характеру. Такі задачі попередньо потребують побудови математичної моделі процесу, вибору для цього необхідного математичного апарату, методу та способу розв'язання. Побудова математичної моделі прикладної задачі є найбільш відповідальним і складним етапом її розв'язування. Одним із ефективних методичних прийомів, є метод послідовного наближення до математичного моделювання. З його допомогою можна не тільки визначити різні способи побудови математичної моделі, але й вивести їх на певний рівень самостійності у цій діяльності. Мета такого прийому – забезпечити умови для самостійного перенесення способу розв'язування, який розкривається поступово через систему задач і вправ певної теми з курсу вищої математики і закінчується прикладною задачею з відповідною математичною моделлю.

В процесі розв'язання прикладної задачі відбувається послідовний перехід від ситуації, описаної в задачі, до математичної моделі цієї ситуації, і від неї – до сформульованої математичної задачі; розв'язування задачі в межах побудованої моделі; застосування одержаного розв'язання до вихідної ситуації. Зокрема, самостійне перенесення прийомів розв'язування диференціальних рівнянь до прикладних задач геометричного або фізичного змісту, розглянемо на прикладі.

Задача: знайти форму дзеркала, яке всі промені, що виходять з даної точки, відбиває у паралельно заданому напрямі.



Розв'язання

Перетнемо поверхню дзеркала площиною, яка проходить через задану точку паралельно заданому напрямку. Припустимо, що задана точка міститься в початку координат. Тоді OM – падаючий промінь, MB – відбитий промінь, MN – дотична до шуканої кривої, MP – нормаль.

Відомо, що кут падіння дорівнює куту відтворення, тому $\angle OMP = \angle PMB = \varphi$. За умовою $MB \parallel OX$, звідки $\angle OMP = \angle OPM$, отже $\triangle OMP$ – рівнобедрений, значить $OM = OP$.

$$OQ = -x, MQ = y, \text{ а } OM = \sqrt{x^2 + y^2} = OP.$$

З одного боку $QP = QO + OP = -x + \sqrt{x^2 + y^2}$, а з іншого: $QP = MQ \cdot \operatorname{ctg} \varphi = y \cdot \operatorname{ctg}(90^\circ - \alpha) = y \cdot \operatorname{tg} \alpha = y \cdot y'$

З останніх двох рівностей дістанемо диференціальне рівняння:

$$y \cdot y' = -x + \sqrt{x^2 + y^2} \Rightarrow y' = -\frac{x}{y} + \sqrt{\left(\frac{x}{y}\right)^2 + 1}.$$

Зробимо заміну: $y = ux$, $y' = u'x + u$, тоді матимемо рівняння з відокремленими змінними:

$$ux(u'x + u) = -x + \sqrt{x^2 + u^2 x^2}, \quad \text{або} \quad ux \cdot u' + u^2 = -1 + \sqrt{1 + u^2},$$

$$uxdu = \left(-(u^2 + 1) + \sqrt{1 + u^2} \right) \cdot dx.$$

Відокремимо змінні та проінтегруємо, тоді $\int \frac{udu}{\sqrt{1+u^2} - (u^2+1)} = \int \frac{dx}{x} + \ln|C|$.

Покладемо: $\sqrt{1+u^2} = t$, $u^2 = t^2 - 1$, $2udu = 2tdt$, $udu = tdt$, звідки дістанемо: $\int \frac{tdt}{t(1-t)} = \int \frac{dx}{x} + \ln|C|$, або $-\ln|1-t| = \ln|Cx|$; $Cx = \frac{1}{1-t}$.

Враховуючи, що $t = \sqrt{1+u^2}$, а $u = \frac{y}{x}$, матимемо: $Cx = \frac{1}{1-\sqrt{1+u^2}}$, або $x - \sqrt{x^2 + y^2} = \frac{1}{C} = C_1$.

Після перетворень одержимо результат: $y^2 = C_1^2 - 2C_1x$; $x = \frac{C_1^2 - y^2}{2C_1}$ – це сім'я парабол,

симетричних відносно вісі Ox із фокусом в заданій точці O .

Крива L буде однією з парабол цієї сім'ї, і так як вона розташована в довільній площині, яка проходить через вісь Ox , то шукана поверхня дзеркала – це параболоїд $x = \frac{y^2 + z^2 - C^2}{2C}$,

утворений обертанням кривої L навколо її осі. Такі параболічні дзеркала, які перетворюють пучок променів, що розбігаються, в паралельний, застосовують для прожекторів.

В процесі розв'язування такої задачі, студент має володіти знаннями з фізики (оптика), з геометрії (планіметрія), диференціальним та інтегральним численням функції однієї змінної, побудовою однорідного диференціального рівняння I-го порядку та вмінням його розв'язати. Таким чином, в процесі створення математичної моделі відбувається прояв самостійної пізнавальної діяльності студентів, їх творчого мислення.

Введення в традиційне навчання вищої математики розв'язування задач прикладного змісту, методика навчання вищої математики за допомогою системи прикладних задач сприяє розвитку пізнавальної самостійності студентів, тому що дозволяє їм самостійно знаходити такі методи і прийоми, які давали б змогу відкривати для себе нові дії, знаходити перспективні лінії в усвідомленні невідомих об'єктів, конструювати їх і тим самим творчо розвиватися.

Навчання математичних дисциплін у вищій школі повинно мати професійну спрямованість, бути менш формальним, наближеним до виробничої діяльності. Орієнтованість курсу вищої математики на майбутню професійну діяльність студентів передбачає опанування знань і умінь, які необхідні для опису відповідних явищ і процесів за допомогою математичних моделей. Тому програма дисципліни «Вища математика» повинна передбачати принципи професійної спрямованості, тобто тісний зв'язок змісту навчального курсу з професійною сферою діяльності майбутніх спеціалістів. Одним із шляхів до реалізації профільної спрямованості навчання вищої математики є використання прикладних задач.

Професійно орієнтовані задачі на інженерно-технічні спеціальності потребують застосування математичного апарату, що сприяє усвідомленому застосуванню студентами математичних знань під час вивчення циклу спеціальних дисциплін та формуванню професійної компетентності майбутнього інженера. Система таких задач повинна реалізовувати внутрішньопредметний аспект прикладної спрямованості навчання.

Активізації пізнавальної самостійності студентів сприятимуть прикладні задачі, які спонукатимуть студентів до бажання розв'язувати таку задачу. Тому викладення навчального матеріалу з вищої математики повинно бути доступним для студентів. Посильність та прикладний зміст такого навчального матеріалу будуть стимулювати діяльність студентів і допоможуть досягти успіху в оволодінні належними вміннями й навичками у навчанні.

Прикладні задачі, що носять проблемний характер, сприяють застосуванню не тільки вже відомих студентам математичних формул та теорем для аналізу поставлених проблем, а й

спонукають їх до знаходження й оволодіння новими знаннями, які поповнюються за допомогою додаткового опрацювання навчального матеріалу, зокрема із фахових або суміжних дисциплін. В процесі розв'язування прикладних задач, студенти розуміють, що можливість широких застосувань математики до досліджень реального світу базується саме на тому, що задача має умову, пов'язану з життєвими ситуаціями, і вона виражає притаманні їм зв'язки і форми, і тому може застосовуватись в цих ситуаціях. Задачі з реальними ситуаціями дозволяють розкрити практичне значення математики, широку спільність її висновків.

Виконання прикладних завдань під час вивчення вищої математики змінює емоційно-чуттєве ставлення студентів до предмета та є підготовкою до вирішення проблем майбутньої професійної діяльності за допомогою математики. Такі задачі є засобом формування психічних якостей (системність мислення, здатність здійснювати вибір оптимального рішення, орієнтувати мислення на розв'язання задач найбільш раціональним шляхом) та позитивних рис особистості (старанність, працьовитість, наполегливість, відповідальність, мобільність та ін.), які необхідні майбутнім фахівцям. Розумно підібрані професійно спрямовані завдання з вищої математики не тільки дозволяють ефективно формувати знання та вміння студентів з навчального предмета, але й активізують навчально-пізнавальну діяльність студентів, сприяють розвитку позитивної навчальної мотивації.

Вимогами до прикладних задач з курсу вищої математики можна зазначити наступні: 1) реальний практичний зміст; 2) потреба застосування математичних методів, зокрема, методу математичного моделювання; 3) числові значення величин, які подані в умовах задачі, повинні бути характерними для практики; 4) використання правил наближених обчислень, а також інформаційно-комунікаційних технологій; 5) відповідність педагогічним вимогам до довільної задачі взагалі; 6) рівень розв'язування всередині математичної моделі не повинен перевищувати за складністю загального рівня розв'язування суто математичних задач даної теми; 7) коректне формулювання умови задачі із зрозумілою термінологією.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Отже, прикладні задачі, як головний засіб формування і розвитку творчої особистості, є підґрунтям для прояву високого рівня пізнавальної самостійності студентами при вивченні вищої математики. При цьому особливу увагу слід приділяти забезпеченню розуміння задач прикладного змісту, що є першочерговим етапом процесу розв'язування. Тоді наступним кроком розв'язання таких задач є застосування студентами набутих раніше знань, вміння їх самостійно реалізувати. Це сприятиме активізації розумової самостійної діяльності студентів, прояву їх пізнавальної самостійності.

Прикладна спрямованість курсу вищої математики сприяє розвитку математичного і творчого мислення; формуванню знань й умінь щодо використання математичного апарату для аналізу інженерно-технічних ситуацій; розвитку пізнавального інтересу та самостійності студентів; встановленню рівня засвоєння студентами запропонованого матеріалу, їх здібностей до самостійного вивчення окремих тем курсу вищої математики.

Розв'язування прикладних задач, їх використання в процесі вивчення вищої математики у комплексі з іншими дисциплінами необхідне для якісної підготовки майбутніх фахівців. Прикладні задачі відіграють значну роль у формуванні професійної спрямованості майбутнього фахівця, що передбачає виховання позитивного ставлення до обраної професії, розвиток інтересів та здібностей до неї.

Наповнення курсу вищої математики задачами прикладного змісту може активізувати розумову діяльність студентів, сприяти розвитку системного мислення, здатності бачити всі можливі варіанти і здійснювати вибір оптимального, передбачати наслідки обраних рішень, формувати особисті мотиви навчання та позитивне ставлення, розвивати пізнавальний інтерес до вищої математики.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ /REFERENCES

1. Державний стандарт базової середньої освіти (2020). (State Standard of Basic Secondary Education (2020)). URL: <https://imzo.gov.ua/derzhavni-standarty-bazovoi-seredn-oi-osvity/>.

2. Бурда М. І., Васильєва Д. В., Волошена В. В., Вашуленко О. П., Тарасенкова Н. А. (2024). Прикладна спрямованість навчання математики в гімназії . (161 с.). К. : Видавничий дім «Освіта» (Burda M. I., Vasilyeva D. V., Voloshena V. V., Vashulenko O. P., Tarasenkova N. A. (2024). Applied orientation of mathematics teaching in gymnasium (161 p.). K.: Publishing house "Education").
3. Власенко К.В. (2007). Формування професійної компетентності майбутніх інженерів в умовах інтеграції математики й спецдисциплін засобами професійно-орієнтованих евристичних задач . Дидактика математики: проблеми і дослідження: міжнар. зб. наук. робіт., 28, 57 – 61. (Vlasenko K.V. (2007). Formation of professional competence of future engineers in the context of integration of mathematics and special disciplines by means of professionally oriented heuristic tasks. Didactics of mathematics: problems and research: international collection of scientific works, 28, 57 – 61.)
4. Гальперин П.Я. (1965). Основные результаты исследований по проблеме “Формирование умственных действий и понятий”. (52 с.). М.: Изд-во Моск. ун-та, (Halperin P.Ya. (1965). The main results of studies on the problem "Formation of mental actions and comprehension". (52p.). M.: Izd-vo Moscow. University).
5. Крилова Т.В. (2017) Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Педагогіка та методика викладання у вищій школі» за темою «Дидактичні засади навчання студентів вищої технічної школи» для магістрантів всіх спеціальностей денної та заочної форм навчання. Ред. (с.48). Дніпродзержинськ, ДДТУ (Krylova T.V.. (2017) Methodical instructions for independent work on the discipline “Pedagogy and teaching methods in higher education” on the topic “Didactic principles of teaching students of higher technical schools” for master’s students of all specialties of full-time and part-time forms of study . Compiled (48 p.) Dneprodzerzhinsk, DSTU.
6. Талызина Н.Ф. (1975). Управление процессом усвоения знаний (343 с.). М.: Изд-во Моск. ун-та,. (Talyzyna N.F. (1975). Management of the process of assimilation of knowledge . (343 p.). M.: Izd-vo Moscow. University).

Nesterenko A. N., Oksamytna L. P. Activation of students' cognitive independence through the applied orientation of the higher mathematics course.

Summary. The article reveals the problem of activating students' cognitive independence through the applied orientation of the higher mathematics course. The relevance of this issue is associated with the need to ensure a high level of mathematical training of students, arming them with a system of knowledge and skills that would become a guarantee of their successful study at the university, and in the future, their professional activities. Therefore, an effective condition for such proper training in higher mathematics is the applied orientation of this course. Prominent scientists, methodologists, and teachers have been and are engaged in solving the problem of the applied orientation of mathematics. According to many researchers, it is in the tasks that the content, teaching methods, and theoretical understanding of educational activities are concentrated, and it is precisely applied tasks that motivate and develop the cognitive interest and independence of young people in mastering the necessary knowledge for future professional activities.

In accordance with the purpose, the article outlines the main points regarding the activation of students' cognitive independence in the study of higher mathematics. The issue of the applied orientation of the higher mathematics course is highlighted using a system of practical tasks, which are an important and effective means of developing and activating students' cognitive independence, the manifestation of their creative thinking in the process of studying higher mathematics. Solving such tasks is reduced to the method of mathematical modeling, which requires the use of mathematical methods, techniques and practical skills. The presented article highlights the essence and significance of applied problems in the higher mathematics course for activating students' cognitive independence, developing their creative thinking, and demonstrating competencies. It also outlines the steps that a student must take when solving problems of applied content. It is noted that the methodology of teaching higher mathematics using a system of applied problems contributes to the fact that it allows them to find independently such methods and techniques that would allow them to discover new actions for themselves. Attention is also paid to

the professional orientation of teaching higher mathematics, that is, the close connection of the content of the training course with the professional sphere of activity of future specialists. One of the ways to implement the profile orientation of teaching higher mathematics is the use of applied problems. The system of such problems should implement the intra-subject aspect of the applied orientation of teaching. It is noted that the activation of students' cognitive independence will be facilitated by applied tasks that will encourage students' desire to solve such a task; that the presentation of educational material in higher mathematics should be accessible to students, stimulate their activity in achieving success in mastering the appropriate skills and abilities in learning. Therefore, in the process of solving applied tasks, students should understand that the task has a condition associated with life situations, and it expresses the connections and forms inherent in them, and therefore can be applied in these situations.

The article recognizes that the performance of applied tasks changes students' emotional and sensory attitude to the subject and is a preparation for solving problems of future professional activity with the help of mathematics. The main requirements for applied tasks in the higher mathematics course are also highlighted. As conclusions, it is noted that applied problems are the basis for the development and manifestation of a high level of cognitive independence of students in the study of higher mathematics. The applied orientation of the higher mathematics course contributes to the development of mathematical thinking; the formation of knowledge and skills in the use of mathematical apparatus for the analysis of engineering and technical situations. Applied problems play a significant role in the formation of the professional orientation of the future specialist. Filling the higher mathematics course with problems of applied content can activate the mental activity of students, promote the development of systemic thinking, form personal learning motivations and a positive attitude, and develop cognitive interest in higher mathematics.

Key words: *activation of cognitive independence, applied orientation, higher mathematics course, applied tasks, professional orientation, mathematical modeling, knowledge, skills, solution steps, task requirements, students, cognitive interest, creative thinking.*

Подано до друку 18.03.2025

Прийнято до друку 24.03.2025

УДК 378.147+372.851

DOI 10.24139/2519-2361/2025.01/16-22

В. М. Бондарчук

ORCID ID 0000-0003-2793-8720

Р. М. Головня

ORCID ID 0000-0003-4680-4090

І. А. Сверчевська

ORCID ID: 0000-0001-7306-3836

Державний університет «Житомирська політехніка»

ЗАСТОСУВАННЯ ВИЗНАЧНИХ ІСТОРИЧНИХ ЗАДАЧ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ КОМПЛЕКСНИХ ЧИСЕЛ

У статті розглянуто можливості розвитку математичної компетентності у процесі вивчення комплексних чисел із застосуванням історичних задач. У впровадженні компетентнісного підходу в освіті значну роль відіграє формування ключових компетентностей. Увага зосереджується на розвитку ключової математичної компетентності. А саме, розглянуто вміння використовувати математичні знання та методи для розв'язування задач, набуття та вдосконалення практичних навичок.

Дослідження фокусується на вивченні комплексних чисел. Стверджується, що для формування умінь та навичок оперування комплексними числами в алгебраїчній формі доцільно застосовувати визначні історичні задачі. Історико-генетичний підхід у навчанні математики покликаний показати шлях розвитку математичних знань. Особливе

значення такий підхід має під час вивчення комплексних чисел, які з'явилися внаслідок наукових розвідок вчених, пошуків шляхів розв'язування рівнянь.

Запропоновано для розвитку математичних умінь виконувати дії з комплексними числами застосовувати задачі видатних вчених. Задачі Д. Кардано та Г. Лейбніца продемонструють здобувачам дії з комплексними числами як виконання перетворення виразів. У задачах О. Коші та Л. Ейлера дії з комплексними числами виконуються з метою доведення та узагальнення історичної тотожності Діофанта про суму квадратів.

Також виокремлено задачі на вдосконалення пошуку коренів квадратних рівнянь, які в нових умовах можуть виявитися комплексними числами. Можливість розкладу виразів на лінійні комплексні множники продемонстровано в задачах Г. Лейбніца та Й. Бернуллі, які ці вчені застосували для перетворень дробових виразів при інтегруванні.

Робиться висновок, що визначні історичні задачі сприятимуть розвитку математичних умінь під час вивчення нового поняття – комплексних чисел. Використання історичного матеріалу активізує навчальну діяльність здобувачів освіти, посилює інтерес до здобуття нових знань, покращує сприйняття нових понять. Через вдосконалення умінь і навичок виконувати дії з комплексними числами буде розвиватися математична компетентність.

Ключові слова: компетентнісний підхід, формування компетентностей, математична компетентність, математичні уміння, визначні історичні задачі, навчання математики, комплексні числа, дії з виразами, алгебраїчна форма, уявна одиниця.

Постановка проблеми. Сучасна освіта ставить за мету розвиток творчої особистості. Значну роль грає впровадження у навчальний процес компетентнісного підходу. Математична компетентність є основним видом освітніх компетентностей.

Пошук нових шляхів розв'язування математичних задач розвиває процеси мислення, які допомагають досліджувати, закріплювати уміння самостійно визначати спосіб розв'язання, йти до запланованого результату. Міркування і аргументація під час розв'язування задач сприяють розвитку математичної компетентності, підсилюють уміння виконувати математичні завдання.

Математика необхідна для всіх творчих професій, розвиває креативне мислення та критичний підхід до сприйняття світу. важливим фактором підвищення зацікавленості до навчання є історичний підхід. Історія математики дає цілісний погляд на місце науки в житті суспільства. Розкриття еволюції математичних ідей, механізму пошуку нових способів розв'язання задач сприяє активізації навчального процесу, пізнавальної активності здобувачів освіти.

Важливим аспектам формування ключових компетентностей здобувачів освіти присвячені роботи [4], [5], в тому числі із застосуванням історичних математичних задач [6]. Приділено увагу складовій математичної компетентності – розвитку творчого мислення при дослідженні визначних історичних задач [1; 3; 7]. Звернемо увагу на застосування історичних задач у вивченні комплексних чисел.

Аналіз актуальних досліджень. Компетентнісний підхід у навчанні досліджували Ачкан А. А., Бурда М. І., Литвинова Г. С., Овчарук О. В., Пометун О. І.

Різні аспекти навчання математики та формування математичної компетентності розглядали Васильєва Д. В., Матяш О. І., Раков С. А., Скворцова С. О., Тарасенкова Н. А., Чашечникова О. С.

Історико-генетичний підхід у навчанні математики впроваджували Бевз В. Г., Вірченко Н. О., Годованюк Т. Л., Махомета Т. М., Шумигай С. М.

Мета статті: розкрити можливості розвитку математичної компетентності у процесі вивчення комплексних чисел зі застосуванням історичних задач.

Виклад основного матеріалу. Під час вивчення комплексних чисел важливим є формування умінь виконувати дії в алгебраїчній формі. Слід провести порівняння та зіставлення відомих прийомів для дій з виразами, зробити акценти на особливостях їх виконання для комплексних чисел. Проведення аналогій та виокремлення відмінностей у

нових умовах оперування комплексними числами дасть можливість вдосконалити математичні уміння та навички, розвинути математичну компетентність.

Відомі історичні задачі доцільно використати для формування умінь виконувати операції з комплексними числами. Серед способів розв'язування історичних задач, запропонованих відомими математиками минулого, пропонуємо звернути увагу на ті, де застосовуються дії з комплексними числами. Зосередимо увагу на задачах, що привели до появи та застосування комплексних чисел.

Комплексні числа виникли з практики розв'язування алгебраїчних рівнянь. Ці числа вперше застосували італійські математики в зв'язку з розв'язуванням кубічних рівнянь. У творі «Велике мистецтво або про алгебраїчні правила» (1545) Д. Кардано вперше ввів уявні числа, які він назвав «софічними». Застосовуючи доведені ним формули для кубічного рівняння $x^2 + px + q = 0$ у випадку від'ємного дискримінанта $\Delta = \frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}$, Кардано прийшов до

виразів виду $a + b\sqrt{-1}$. Тобто з'явився корінь квадратний з від'ємного числа, що на думку математиків тих часів було неможливо. Але кубічне рівняння мало три дійсних корені. Для математиків XVI ст. це було парадоксом, і цей випадок одержав назву «незвідний». Не вивчаючи софічні числа, Кардано однак допускав, що вони мають значення в математиці. В його задачі про поділ числа на дві частини сума двох софічних чисел і їх добуток є дійсні числа. Інший італійський математик Р. Бомбеллі в трактаті «Алгебра» (1572) виклав правила дій над числами виду $a + b\sqrt{-1}$ і застосував їх для пояснення незвідного випадку.

Задача Д. Кардано

Розкласти 10 на такі два доданки, щоб їх добуток дорівнював 40 [2, с. 115].

Розв'язання автора. Поділити 10 навпіл, буде 5, помножене саме на себе воно дасть 25. Потім відняти від 25 те, що одержиться при перемноженні, тобто 40, тоді залишиться (-15) . Якщо добути з цього корінь квадратний і додати 5 та відняти 5, то одержимо частини, які при множенні дають 40. Таким чином ці частини будуть $5 + \sqrt{-15}$ і $5 - \sqrt{-15}$. При цьому Кардано показує, що з цим числом потрібно виконувати дії як з виразами і покласти $-\sqrt{-15} \cdot \sqrt{-15} = 15$.

Подамо це розв'язання в сучасних позначеннях. Нехай x та y – шукані доданки, тоді приходимо до системи $\begin{cases} x + y = 10 \\ xy = 40 \end{cases}$. З першого рівняння $y = 10 - x$, тоді підставивши в друге

рівняння, маємо $x^2 - 10x + 40 = 0$, $x = 5 \pm \sqrt{25 - 40} = 5 \pm \sqrt{-15}$. Одержані доданки $5 + \sqrt{-15}$ і $5 - \sqrt{-15}$. Наведена задача показує, як у математиці з'явилися комплексні числа.

Однак математики XVI ст. не зуміли використати уявні корені рівнянь. Ці числа не визнавав Ф. Вієт. Ще Р. Декарт у творі «Геометрія» вказував, що ці числа не можна усвідомити і називав їх «уявними». Таких же поглядів притримувалися визначні математики цього часу І. Ньютон і Г. Лейбніц. Лейбніц заповів викарбувати на своєму надгробку знак $\sqrt{-1}$ як символ потойбічного світу.

Задача Г. Лейбніца.

Спростити $\sqrt{1 + \sqrt{-3}} + \sqrt{1 - \sqrt{-3}}$ [2, с. 135].

Скористаємося у розв'язанні позначенням уявної одиниці

$$\begin{aligned} \sqrt{1 + \sqrt{-3}} &= \sqrt{1 + i\sqrt{3}} = \sqrt{\frac{3}{2} - \frac{1}{2} + 2i\frac{\sqrt{3}}{2}} = \sqrt{\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2 + \left(i\frac{1}{2}\right)^2 + 2i\frac{\sqrt{3}}{4}} = \sqrt{\left(\frac{\sqrt{3}}{2} + i\frac{1}{2}\right)^2} \\ &= \pm \left(\frac{\sqrt{3}}{2} + i\frac{1}{2}\right). \text{ Аналогічно } \sqrt{1 - \sqrt{-3}} = \sqrt{1 - i\sqrt{3}} = \pm \left(\frac{\sqrt{3}}{2} - i\frac{1}{2}\right). \end{aligned}$$

$$\text{а) } \left(\sqrt{\frac{3}{2}} + i\sqrt{\frac{1}{2}}\right) + \left(\sqrt{\frac{3}{2}} - i\sqrt{\frac{1}{2}}\right) = 2\sqrt{\frac{3}{2}} = \sqrt{6}.$$

$$\text{б) } \left(\sqrt{\frac{3}{2}} + i\sqrt{\frac{1}{2}}\right) + \left(-\sqrt{\frac{3}{2}} + i\sqrt{\frac{1}{2}}\right) = 2i\sqrt{\frac{1}{2}} = i\sqrt{2}.$$

$$\text{в) } \left(-\sqrt{\frac{3}{2}} - i\sqrt{\frac{1}{2}}\right) + \left(\sqrt{\frac{3}{2}} - i\sqrt{\frac{1}{2}}\right) = -2i\sqrt{\frac{1}{2}} = -i\sqrt{2}.$$

$$\text{г) } \left(-\sqrt{\frac{3}{2}} - i\sqrt{\frac{1}{2}}\right) + \left(-\sqrt{\frac{3}{2}} + i\sqrt{\frac{1}{2}}\right) = -2\sqrt{\frac{3}{2}} = -\sqrt{6}.$$

Позначення $\sqrt{-1}$ буквою «i» зустрічається вперше в 1777 році в статті Л. Ейлера, але в практику буква i була введена лише Ф. Гауссом.

Для розвитку навичок роботи з комплексними числами доцільно крім стандартних вправ на виконання дій з комплексними числами в алгебраїчній формі запропонувати задачі на доведення, в яких застосування комплексних чисел дає новий спосіб розв'язання проблеми. Пропонуємо використати визначні історичні задачі. Французький математик О. Коші зображав комплексну змінну як точку, що переміщується в площині. Він ввів термін «модуль» комплексного числа і назвав числа $a + bi$ та $a - bi$ "спрженими".

Задача О. Коші

Якщо помножити між собою два цілих числа, кожне з яких є сумою двох квадратів, то одержаний добуток буде також складатися з суми двох квадратів.

Ця задача є визначною тотожністю Діофанта про суму квадратів $(a^2 + b^2)(a_1^2 + b_1^2) = (aa_1 \pm bb_1)^2 + (ab_1 \mp ba_1)^2$. Коші використав для доведення чотири попарно спржені комплексні числа $a + bi$, $a - bi$, $a_1 + b_1i$, $a_1 - b_1i$ [7, с. 102].

У процесі узагальнення тотожності Діофанта з'являлися нові задачі. Було доведено, що ця властивість виконується і для чотирьох квадратів.

Задача з «Універсальної арифметики» Ейлера

Добуток двох чисел, кожне з яких є сумою чотирьох квадратів, також дорівнює сумі чотирьох квадратів [7, с. 102].

Для доведення застосуємо комплексні числа. Використаємо очевидну тотожність:

$$\frac{1}{x-y} - \frac{1}{x-u} = \left(\frac{1}{x-y} - \frac{1}{x-z}\right) + \left(\frac{1}{x-z} - \frac{1}{x-u}\right). \quad \text{Перетворимо цю тотожність.}$$

$$\frac{x-u-(x-y)}{(x-y)(x-u)} = \frac{x-z-(x-y)}{(x-y)(x-z)} + \frac{x-u-(x-z)}{(x-z)(x-u)}, \quad \frac{y-u}{(x-y)(x-u)} = \frac{y-z}{(x-y)(x-z)} + \frac{z-u}{(x-z)(x-u)},$$

$$(y-u)(x-z) = (y-z)(x-u) + (z-u)(x-y). \quad \text{Отриману тотожність позначимо (1).}$$

Нехай $x = \frac{a+bi}{c+di}$, $y = \frac{a_1+b_1i}{c_1+d_1i}$, $z = \frac{-c+di}{a-bi}$, $u = \frac{-c_1+d_1i}{a_1-b_1i}$. Підставимо в тотожність (1),

тоді ліва частина прийме вигляд:

$$\left(\frac{a_1+b_1i}{c_1+d_1i} - \frac{-c_1+d_1i}{a_1-b_1i}\right) \left(\frac{a+bi}{c+di} - \frac{-c+di}{a-bi}\right) = \frac{(a_1^2+b_1^2)+(c_1^2+d_1^2)}{(a_1-b_1i)(c_1+d_1i)} \cdot \frac{(a^2+b^2)+(c^2+d^2)}{(a-bi)(c+di)} =$$

$$= \frac{(a^2+b^2+c^2+d^2)(a_1^2+b_1^2+c_1^2+d_1^2)}{(a-bi)(c+di)(a_1-b_1i)(c_1+d_1i)}.$$

Позначимо чисельник і знаменник лівої частини відповідно $A_1 = (a^2+b^2+c^2+d^2)(a_1^2+b_1^2+c_1^2+d_1^2)$ та $A_2 = (a-bi)(c+di)(a_1-b_1i)(c_1+d_1i)$.

Права частина тотожності (1) після заміни змінних матиме вигляд:

$$\left(\frac{a_1 + b_1 i}{c_1 + d_1 i} - \frac{-c + di}{a - bi}\right) \cdot \left(\frac{a + bi}{c + di} - \frac{-c_1 + d_1 i}{a_1 - b_1 i}\right) + \left(\frac{-c + di}{a - bi} - \frac{-c_1 + d_1 i}{a_1 - b_1 i}\right) \left(\frac{a + bi}{c + di} - \frac{a_1 + b_1 i}{c_1 + d_1 i}\right).$$

Знаменник також дорівнює $A_2 = (a - bi)(c + di)(a_1 - b_1 i)(c_1 + d_1 i)$.

Розглянемо чисельник.

$$\begin{aligned} & ((a - bi)(a_1 + b_1 i) + (c - di)(c_1 + d_1 i)) \cdot ((a + bi)(a_1 - b_1 i) + (c + di)(c_1 - d_1 i)) + \\ & + ((-c + di)(a_1 - b_1 i) + (a - bi)(c_1 - d_1 i)) \cdot ((a + bi)(c_1 + d_1 i) - (c + di)(a_1 + b_1 i)) = \\ & = (aa_1 + bb_1 + cc_1 + dd_1)^2 + (ab_1 - ba_1 + cd_1 - c_1 d)^2 + (ac_1 - ca_1 + b_1 d - bd_1)^2 + \\ & + (ad_1 - a_1 d + b_1 c - bc_1)^2 = A_3. \end{aligned}$$

З тотожності (1) слідує, що чисельники рівні $A_1 = A_3$, тобто доведено твердження Ейлера

$$\begin{aligned} & (a^2 + b^2 + c^2 + d^2)(a_1^2 + b_1^2 + c_1^2 + d_1^2) = (aa_1 + bb_1 + cc_1 + dd_1)^2 + (ab_1 - ba_1 + cd_1 - c_1 d)^2 + \\ & + (ac_1 - ca_1 + b_1 d - bd_1)^2 + (ad_1 - a_1 d + b_1 c - bc_1)^2 \end{aligned}$$

Важливими є завдання на пошук коренів квадратного тричлена для випадку від'ємного дискримінанта. Цікавою буде задача про розклад на лінійні множники.

Задача Г. Леїбніца.

Розкласти на уявні множники двочлен $x^4 + a^4$.

Розв'язання.

$$\begin{aligned} x^4 + a^4 &= (x^2)^2 + (a^2)^2 + 2a^2 x^2 - 2a^2 x^2 = (x^2 + a^2)^2 - (\sqrt{2}ax)^2 = \\ &= (x^2 + a^2 - \sqrt{2}ax)(x^2 + a^2 + \sqrt{2}ax). \end{aligned}$$

Знайдемо корені кожного квадратного тричлена.

$$x^2 - \sqrt{2}ax + a^2 = 0, \quad x = \frac{\sqrt{2}a \mp \sqrt{2a^2 - 4a^2}}{2} = \frac{\sqrt{2}a \mp ia\sqrt{2}}{2} = \frac{\sqrt{2}a}{2}(1 \mp i).$$

$$x^2 + \sqrt{2}ax + a^2 = 0, \quad x = \frac{-\sqrt{2}a \mp \sqrt{2a^2 - 4a^2}}{2} = \frac{-\sqrt{2}a \mp ia\sqrt{2}}{2} = \frac{\sqrt{2}a}{2}(-1 \mp i).$$

Продовжимо розклад виразу на множники.

$$\begin{aligned} & (x^2 + a^2 - \sqrt{2}ax)(x^2 + a^2 + \sqrt{2}ax) = \\ &= \left(x - \frac{\sqrt{2}a}{2}(1+i)\right) \left(x - \frac{\sqrt{2}a}{2}(1-i)\right) \left(x - \frac{\sqrt{2}a}{2}(-1+i)\right) \left(x - \frac{\sqrt{2}a}{2}(-1-i)\right) = \\ &= \left(x - \frac{\sqrt{2}a}{2} - \frac{\sqrt{2}a}{2}i\right) \left(x - \frac{\sqrt{2}a}{2} + \frac{\sqrt{2}a}{2}i\right) \left(x + \frac{\sqrt{2}a}{2} - \frac{\sqrt{2}a}{2}i\right) \left(x + \frac{\sqrt{2}a}{2} + \frac{\sqrt{2}a}{2}i\right). \end{aligned}$$

Цю задачу Лейбніц розв'язав при інтегруванні дробово-раціональних функцій.

Й. Бернуллі та Г. Лейбніц інтегрували вирази виду $\frac{dx}{x \mp i}$ за формальними правилами, які були відомі для дійсних виразів.

Задача Й. Бернуллі. Довести, що $\arctg x = \frac{1}{2i} \ln \frac{1+xi}{1-xi}$ розглянута в [6, с. 84].

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок.

Розвиток математичної компетентності через набуття математичних умінь оперувати комплексними числами може бути забезпечений застосуванням історичних задач, у розв'язуванні яких виконуються дії в алгебраїчній формі. У подальших дослідженнях слід розглянути історичний підхід у вивченні інших розділів математики.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ/ REFERENCES

1. Бондарчук, В. М., Головня, Р. М., Свєрчевська, І. А. (2024) Використання визначних історичних задач для розвитку креативного мислення як складової математичної

- компетентності. Збірник наукових праць «Актуальні питання природничо-математичної освіти». Суми, 1(23), 76-82. (Bondarchuk V. M., Holovnia R. M., Sverchevska, I. A. (2024). Using famous historical problems for creative thinking development as mathematical competence component. Collection of scientific works «Topical issues of natural science and mathematics education». Sumy, 1(23), 76-82).
2. Конфорович, А. Г. (1981). Визначні математичні задачі. К.: Радянська школа (Konforovych, A. H. (1981) Famous mathematical problems. Kyiv: Radianska shkola).
 3. Сверчевська, І. А. (2019). Узагальнення підстановок Діофанта. Збірник наукових праць «Актуальні питання природничо-математичної освіти». Суми, 2(14), 50-58. (Sverchevska, I. A. (2019). A generalization of Diophantus' substitutions. Collection of scientific works «Topical issues of natural science and mathematics education». Sumy, 2(14), 50-58).
 4. Сверчевська, І. А. (2020). Історичний підхід у формуванні ключових компетентностей при навчанні математики. Інноваційна педагогіка, Одеса, 21(3), 19-23. (Sverchevska, I. A. (2020). Historical approach to the formation of key competences in teaching mathematics. Innovative Pedagogics, Odesa, 21(3), 19-23).
 5. Сверчевська, І. А. (2021) Математичні моделі у задачах природничого змісту як засіб формування компетентностей здобувачів освіти. Збірник наукових праць «Актуальні питання природничо-математичної освіти». Суми, 1(17), 93-102. (Sverchevska, I. A. (2021) Mathematical models in problems with scientific meaning as a tool for students' competencies formation. Collection of scientific works «Topical issues of natural science and mathematics education». Sumy, 1(17), 93-102).
 6. Сверчевська, І. А. (2022) Формування математичної компетентності студентів у процесі розв'язування історичних задач з математичного аналізу. Збірник наукових праць «Актуальні питання природничо-математичної освіти». Суми, 1(19), 80-90. (Sverchevska, I. A. (2022). The formation of mathematical competence of mathematics teachers through solving historical mathematical analysis problems. Collection of scientific works «Topical issues of natural science and mathematics education». Sumy, 1(19), 80-90).
 7. Сверчевська, І. А. (2023) Узагальнення історичної тотожності Діофанта як засіб розвитку творчого мислення у процесі формування математичної компетентності. Збірник наукових праць «Актуальні питання природничо-математичної освіти». Суми, 1(21), 100-105. (Sverchevska, I. A. (2023). The generalization of Diophantus'es identity as a means of creative thinking development during the formation of mathematical competence. Collection of scientific works «Topical issues of natural science and mathematics education». Sumy, 1(21), 100-105).
 8. Чашечникова, О. С. (2011). Створення творчого середовища в умовах диференційованого навчання математики: монографія. Суми. (Chashechnikova, O. S. (2011). Building the creative environment in differentiated teaching of mathematics: monograph. Sumy).

Bondarchuk V. M., Holovnia R. M., Sverchevska I. A. Using famous historical problems in studying complex numbers.

Summary. The paper focuses on the opportunities of using mathematical competence in studying complex numbers in historical problems. The formation of key competencies plays a significant role in implementing the competence approach in education. The author highlights the development of key mathematical competence. Namely, the work considers the ability to use mathematical knowledge and methods for solving problems and practical skills gaining and improving.

The research focuses on studying complex numbers. The authors advise applying famous historical problems to develop abilities and skills to operate complex numbers in algebraic form. A combined historical and genetic approach in teaching mathematics aimed to show how mathematical knowledge develops. Such an approach is of particular importance in studying complex numbers, which resulted from scientific research looking for ways to solve equations.

The study suggests performing operations with complex numbers by solving famous mathematical problems. The problems of J. Cardan and G. Leibniz may show students how to operate complex numbers for expression transformations. In the problems of O. Cauchy and

L. Euler, the operations with complex numbers are performed to prove and generalize the historical Diophantus' identity about the sum of squares.

The article also highlights the problems of finding the roots of quadratic equations, which may appear to be complex numbers. G. Leibniz and J. Bernoulli's problems showed the opportunity to factorize expressions as complex multipliers, and both scientists used them for expression transformations in integration.

The study concludes that famous historical tasks contribute to the development of mathematical skills by learning the new concept of complex numbers. Using historical background intensifies the students' learning activity, increases their interest in learning new material, and enhances their comprehension of new concepts. Improving abilities and skills in performing operations with complex numbers contributes to developing mathematical competence.

Key words: *competence approach, competencies formation, mathematical competence, famous historical problems, teaching mathematics, complex numbers, operations with expressions, algebraic form, imaginary unit.*

Подано до друку 25.03.2025

Прийнято до друку 02.04.2025

УДК 373.5.016:57:[37.018.43:004.4]

DOI 10.24139/2519-2361/2025.01/22-28

А.І. Пластюк

Комунальна установа Сумська спеціалізована школа І-ІІІ ступенів № 9,
м. Суми, Сумської області

Л.П. Міронець

ORCID ID 0000-0002-9741-7157

Сумський державний педагогічний університет імені А.С.Макаренка

СТРУКТУРУВАННЯ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ ПРИ ВИВЧЕННІ ТЕМИ «БІОРІЗНОМАНІТТЯ» У 10 КЛАСІ

У статті схарактеризовано доцільність формування навичок роботи з інформацією по темі «Біорізноманіття» в 10 класі за допомогою таблиць, відповідно до навчальної програми з біології і екології для 10-11 класів закладів загальної середньої освіти: рівень стандарту, затвердженою наказом Міністерства освіти і науки України від 23.10.2017 №1407. Описано основні види опорних таблиць, розроблено класифікаційні, порівняльні таблиці відповідно сучасної системи еукаріот Сайна–Єдла, 2012. Вдаючись до даного способу структурування навчального матеріалу, полегшується учнями розуміння сучасної системи еукаріот за молекулярно-філогенетичними та цитологічними критеріями, що сприяє сприйняттю, усвідомленню та запам'ятовуванню навчального матеріалу. Таблиці дозволяють легко знайти взаємозв'язки споріднених організмів, і, навпаки, вказати докорінні відмінності між неспорідненими. Розуміння філогенетичних зв'язків між групами організмів є основою для формування предметної компетентності, умінь, навичок, логіки. Подальшою науковою розвідкою в цьому напрямку може стати дослідження формування навичок роботи з інформацією у вигляді графіків, діаграм і їх впливу на розвиток предметної компетентності.

Ключові слова: *структурування навчального матеріалу, опорні таблиці, описові таблиці, порівняльні таблиці, класифікаційні таблиці, система еукаріот, предметні компетентності.*

Постановка проблеми. Сьогодення вимагає осучаснення системи формування навичок роботи з інформацією, представленою в різних формах (текстах, таблицях, діаграмах, схемах, графіках тощо). Знансвий компонент змісту біологічної освіти у програмі 2017 року сформовано з урахуванням досягнень біологічної науки. Дотримуючись принципу науковості, тут включені знання з різних розділів сучасної біології (генетики,

біотехнології, систематики, кладистики тощо) [5]. Для полегшення засвоєння новітнього навчального матеріалу потрібно використовувати різні форми роботи з науковою інформацією. Однією із таких форм є таблиці.

Мета статті – розкрити необхідність формування навичок роботи з інформацією за допомогою таблиць на прикладі структурування навчального матеріалу з теми «Біорізноманіття».

Аналіз актуальних досліджень. У педагогічних дослідженнях широко розглядаються питання структурування навчального матеріалу. Зокрема, складання таблиць і структурно-логічних схем досліджували Л. Бутенко, О. Ігнатович і В. Швирка [15]. Педагоги-практики Г. Денисова [9], Р. Довбак [6], О. Кузьменко [8], Т. Топорова [7] виокремлюють різні форми роботи з опорними таблицями і схемами на уроці біології. Вчителькою біології, Л. Стремяковою, [4] розроблено і апробовано таблиці і схеми для 7-го класу. Науковці пропонують низку методичних рекомендацій до складання опорних таблиць і схем. Зокрема автори методичного посібника «Навчання біології учнів основної школи» Н. Матяш, Т. Коршевнюк, Л. Рибалко, О. Козленко вважають, що опорні таблиці і схеми мають бути простими і лаконічними. Усі таблиці і схеми мають легко сприйматися, мати образне, інформаційне, смислове та емоційне навантаження [12]. О. Тагліна [13] пропонує доцільність використання таблиць на різних етапах уроку.

Аналіз наукових джерел щодо структурування навчального матеріалу свідчить про недостатню увагу цього питання з теми «Біорізноманіття» у 10 класі. Тому доцільно дослідити це питання.

Виклад основного матеріалу. Структурування навчального матеріалу є головним чинником усунення навчальних перевантажень учнів при великому обсязі інформації та надає учням можливість активно навчатися, здійснювати пошуково-дослідницьку діяльність, розвивати уміння систематизувати, узагальнювати, творчо осмислювати біологічні процеси і явища. Орієнтує на довготермінове засвоєння знань і є основою для формування предметної компетентності, умінь, навичок, логіки.

Одним із найважливіших засобів опрацювання і зберігання інформації є таблиці. Саме у таблиці текстовий матеріал представлений в максимально лаконічній, ущільненій формі і полягає у поділі навчального матеріалу на групи, підгрупи по визначеному критерію. Також при складанні таблиць формується вміння будувати логічні зв'язки між виділеними групами інформації, яка, у подальшому, надійно зберігається у пам'яті.

Тема «Біорізноманіття» у 10 класі вивчається за сучасною системою органічного світу, в тому разі класифікація еукаріот за системою **Сайна–Єдла (Sina-Edl 2012)**. Це одна з сучасних систем класифікації еукаріотичних організмів, яка базується на молекулярно-філогенетичних дослідженнях, враховує еволюційні зв'язки між групами живих організмів, відображає сучасний рівень знань про їхню еволюцію та молекулярну будову. Для кращого розуміння взаємозв'язків між різними групами організмів, доцільно вдатись до структурування навчального матеріалу у вигляді таблиць. Це полегшить учням розуміння сучасної системи еукаріот за новітніми критеріями, сприятиме усвідомленню та запам'ятовуванню навчального матеріалу. Таблиці дозволяють легко знайти взаємозв'язки споріднених організмів, і, навпаки, вказати докорінні відмінності між неспорідненими. Розуміння філогенетичних зв'язків між групами організмів є основою для формування предметної компетентності, умінь, навичок, логіки.

Під час навчання біології доцільно застосовувати опорні таблиці. Це спеціальні навчальні таблиці, які містять коротку, узагальнену та систематизовану інформацію з певної теми. Вони допомагають учням швидко орієнтуватися в матеріалі, полегшують запам'ятовування і сприяють розвитку логічного мислення. Методисти виділяють такі види опорних таблиць: описові, порівняльні, класифікаційні, алгоритмічні [10].

Описові таблиці - містять характеристики об'єктів або процесів. Перед складанням описової таблиці потрібно обрати основні параметри (критерії) для опису, ключові характеристики або властивості об'єкта дослідження, визначити структуру таблиці (кількість рядків, стовпчиків). Описові таблиці повинні чітко відображати основну інформацію без зайвих деталей. Інформація повинна розташовуватися послідовно, з дотриманням логічного

порядку. Такі таблиці використовують для пояснення теми, при узагальненні, допоможуть систематизувати інформацію та зробить навчальний матеріал більш зрозумілим і доступним.

Порівняльні таблиці - використовуються для аналізу подібностей і відмінностей між явищами. Такі таблиці полегшують знаходити спільні, відмінні ознаки у різних груп організмів.

Це сприяє розвитку критичного мислення. Кожен рядок і стовпчик має відповідати певному критерію або об'єкту. Критерії повинні бути однаковими для всіх об'єктів, що порівнюються. Важливо дотримуватися однакової деталізації інформації для всіх елементів. Дотримання цих вимог забезпечить якісне використання таблиць при вивченні біології.

Класифікаційні таблиці - допомагають систематизувати інформацію за категоріями (наприклад, таксономічні одиниці). Вони допомагають краще зрозуміти структуру складної системи і взаємозв'язки між її компонентами.

Алгоритмічні таблиці - містять послідовність дій або етапи виконання певного процесу. Вони допомагають логічно структурувати матеріал у біології.

Враховуючи вимоги до змісту та структури таблиць нами розроблено опорні таблиці з теми «Біорізноманіття» для вивчення біології у 10 класі.

Класифікаційна таблиця 1 містить інформацію про систему домену Еукаріоти, який об'єднує субдомени, кожен субдомен – супергрупи, також вказані типові представники. На даному етапі складання таблиці, в учнів формується розуміння належності тварин, рослин до різних субдоменів, а такі представники, як евглени, трипаносоми, взагалі не пов'язані з тваринами.

Таблиця 1

Сучасна система Домену Еукаріот (за С. Едлом, 2012)

Субдомени	Екскарвати (від грец. <i>екс</i> – зовнішній, <i>кава</i> - борозна)	Діафоретики (від грец. <i>діафоретикос</i> – різноманітні)	Аморфеї (від грец. <i>аморфеос</i> – безформні)
Супергрупи (надцарства)	Екскарвати	1. Археplastиди (від грец. <i>архе</i> – давній, <i>пластид</i> - пластиди) 2. SAR (CAP) – аббревіатура, що вказує на назви трьох царств, що складають групу: Страменофіти, Альвеоляти, Різарії	1. Амебозоа (від грец. <i>амеба</i> – амеба, <i>зоон</i> - тварина) 2. Опістоконта (від грец. <i>опістокос</i> – задній, <i>контос</i> - джгутик)
Типові представники	Евглени Трипаносоми	Зелені рослини Червоні водорості Бурі водорості Інфузорія туфелька Ооміцети	Амеби Тварини Гриби

Класифікаційна таблиця 2 показує систему кожного субдомену, які об'єднують супергрупи, царства, а також приклади організмів, кожного царства. Таблиця наочно відображає систематичну належність певної групи організмів до відповідного царства, супергрупи, субдомену.

Таблиця 2

Класифікація субдоменів Еукаріот

Субдомени	Супергрупи (надцарства)	Царства	Приклади організмів
Екскарвати	Екскарвати	Метамонади	1. Дипломонади. 2. Трихонімфи. 3. Тримонади

Продовження таблиці 2

		Дискоби	1. Евгленові: евглена зелена, трипаносоми, лейшманії. 2. Арказиди: акразіс рожевий
Діафоретики	SAR (CAP)	Страменофіли	1. Ооміцети: сапролегнія, аспергил, фітофтора. 2. Хромовіти: бурі водорості, діатомові водорості, жовто-зелені водорості
		Альвеоляти	3. Інфузорія-туфелька. 4. Дінофітові водорості: ночесвітки, зооксантели. 5. Споровики: малярійний плазмодій. 6. Токсоплазма. 7. Бабезії
		Різарії	1. Плазмодіофорові слизовики. 2. Фораменіфери. 3. Радіолярії
	Археластиди	Глаукофітові водорості (синьозелені водорості)	1. Ціанофора. 2. Глаукоцистис
		Червоні водорості	Порфіра, філофора, кораліна
		Зелені рослини	1. Відділ Хлорофіти (зелені водорості): хламідомонада, вольвокс, хлорела, улотрикс, ульва, ацетабулярія. 2. Відділ Стрептофіти: Клас Харофіти: спірогіра, харові водорості: хара, нітела, таліпела. Клас Ембріофіти (вищі рослини): мохоподібні, судинні спорові (папороті, плауни, хвоці), судинні насінні (голонасінні, квіткові)
Аморфеї	Амебозоа	Амебозоа	1. Тубулінеї: амеби. 2. Справжні слизовики: міксоміцета
	Опістокон та (задньоджгутикові)	Голозоа (справжні тварини)	1. Первинні багатоклітинні: пластинчасті, губки. 2. Справжні багатоклітинні: <u>Радіальні</u> : реброплави, кишковопорожнинні. <u>Білатеральні</u> : первиннороті – плоскі черви, молюски, круглі черви, кільчасті черви, членистоногі; вториннороті – голкошкірі, хордові
		Голоміцета (справжні гриби)	1. Хитридіомікоти: синхитріум. 2. Зигомікоти: мукор, ризопус. 3. Аскомікоти: дріжджі, аспергил, пеніциліум, трюфелі, зморшки, ріжки. 4. Базидіомікоти: мухомори, печериці, боровики, дощовики, трутовики, іржасті гриби, сажкові гриби

Класифікаційні таблиці є ефективним інструментом для систематизації знань, полегшення запам'ятовування та розвитку логічного мислення. Вони сприяють глибшому розумінню системи Еукаріот та допомагають учням краще орієнтуватися у даній темі.

Порівняльна таблиця 3 дозволяє порівняти субдомени Ескавати, Діафоретики, Аморфеї, які належать до Домену Еукаріоти. В основу даної таблиці покладено такі критерії: цитологічний (форма мітохондріальних крист, види хлоропластів за особливостями виникнення, кількість і розташування джгутиків), наявність статевого процесу, організація вегетативного тіла (одноклітинність, колоніальність, багаатоклітинність), унікальність

організмів. На основі даної таблиці учні швидко визначають основні відмінності субдоменів та спільні риси споріднених супергруп, царств, організмів.

Таблиця 3

Порівняльна характеристика субдоменів домену Еукаріоти

Ознаки	Субдомени		
	Ескавати	Діафоретики	Аморфеї
Будова організмів	Одноклітинні	Одноклітинні Колоніальні багатоклітинні	Одноклітинні Колоніальні багатоклітинні
Будова мітохондрій	Мітохондрії спрощені або з дископодібними кристами	Кристи мітохондрій трубчасті	Кристи мітохондрій пластинчасті
Пластиди	Є (тримембранні)	Є (двомембранні, чотири-мембранні)	Немає
Джгутики	Більше 2-ох	1-2, нерівні	1
Статевий процес	Відсутній	Є	Є
Унікальність	Наявність черевної ротової борозни	Більшість автотрофні організми	Є амебоїдні клітини
Супергрупи: Царства	Супер група Ескавати. <i>Царства:</i> 1. Метамонади 2. Дискоби	Супер група SAR (САР). <i>Царства:</i> 1. Страменофіли (Бурі, Діатомові, Жовто-зелені водорості); 2. Альвеоляти; 3. Різарії. Супергрупа Архепластиди. <i>Царства:</i> 1. Глаукофітові; 2. Червоні водорості; 3. Зелені водорості.	Супер група Амебозоа. <i>Царство</i> Амебозоа. Супергрупа Опістоконта. <i>Царства:</i> 1. Голозоа; 2. Голоміцета

Систематична робота з опорними таблицями, їх складання за безпосередньої участі учнів призводить до того, що на певному етапі навчання учні можуть самостійно, опираючись на таблиці, відтворити навчальний матеріал. Основна стратегія такого навчання - розвиток особистісного потенціалу учня і формування усвідомлених знань.

Опорні таблиці доречно використовувати на різних етапах уроку, зокрема під час формування нових знань, закріплення і повторення навчального матеріалу, контролю навчальних досягнень учнів. За допомогою опорних таблиць під час уроку можна багаторазово повторити основні положення теми. Перевагою використання опорних таблиць на уроках, в тому разі і на дистанційних, є простота їх застосування, оскільки продемонструвати таблицю чи схему можна за допомогою плаката, класної дошки, комп'ютера, інтерактивної дошки.

Опорні таблиці – це ефективний інструмент навчання, який допомагає швидко сприймати, систематизувати та запам'ятовувати інформацію. Вони сприяють розвитку логічного мислення, полегшують підготовку до тестів та Національно-мультипредметного тесту з біології, роблять навчальний процес більш наочним та зрозумілим.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Таблиці є важливим засобом навчання, який допомагає структурувати, порівнювати та запам'ятовувати інформацію. Використання таблиць підвищує якість засвоєння матеріалу, стимулює розвиток аналітичного мислення та сприяє більш ефективному навчанню.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Біологія і екологія (профільний рівень): підруч. для 10 кл. закл. заг. серед. освіти / К. М. Задорожний, О. М. Утевська. Харків : Ранок, 2018. (Zadorozhnyi, K. M., Utevska, O. M. (2018). *Biology and ecology (advanced level): Textbook for grade 10*. Kharkiv: Ranok).
2. Біологія і екологія (рівень стандарту): підруч. для 10 кл. закл. заг. серед. освіти / В. І. Соболюк. Кам'янець-Подільський : Абетка, 2018. (Sobol, V. I. (2018). *Biology and ecology (standard level): Textbook for grade 10*. Kamianets-Podilskyi: Abetka).
3. Біологія і екологія (рівень стандарту): підруч. для 10 кл. закл. заг. серед. освіти / Р. В. Шаламов та ін. Харків : Соняшник, 2018. (Shalamov, R. V., et al. (2018). *Biology and ecology (standard level): Textbook for grade 10*. Kharkiv: Sonyashnyk).
4. Біологія тварин у схемах, таблицях і опорних конспектах: Практичний poradnik / Автор-укладач: Л. М. Стремлякова. Житомир, 2023. (Stremiakova, L. M. (2023). *Animal biology in schemes, tables and reference notes: A practical guide*. Zhytomyr).
5. Біологія. Аналіз матеріалу. / Т. В. Коршевніук, О. Г. Козленко. Режим доступу: https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/739188/1/Biology_Analitychni_materialy_2022.pdf. (Korshevniuk, T. V., Kozlenko, O. H. (2022). *Biology: Analytical materials*. Retrieved from https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/739188/1/Biology_Analitychni_materialy_2022.pdf).
6. Використання асоціативних схем на уроках біології як основа критичного мислення школярів / Р. Довбак. Костопіль, 2019. (Dovbak, R. (2019). *Using associative schemes in biology lessons as a basis for students' critical thinking*. Kostopil).
7. Використання асоціативних схем та відеороликів на уроках біології в 7 класі: навчальний посібник / Т. В. Топорова. Богданівка, 2020. (Toporova, T. V. (2020). *Use of associative schemes and videos in grade 7 biology lessons: A teaching manual*. Bohdanivka).
8. Використання опорних конспектів, схем, таблиць на уроках біології як основа розвитку креативного мислення учня: випускна робота слухача курсів підвищення кваліфікації / О. В. Кузьменко. Запоріжжя, 2018. (Kuzmenko, O. V. (2018). *Using reference notes, schemes, and tables in biology lessons as a basis for developing students' creative thinking*. Zaporizhzhia: In-service teacher training coursework).
9. Використання опорних схем і конспектів для підвищення рівня засвоєння програмового матеріалу з предмету «Загальна біологія» / Г. Г. Денисова. Дніпро, 2016. (Denysova, H. H. (2016). *Using reference schemes and notes to improve mastery of the "General Biology" curriculum*. Dnipro: Department of Education and Science of Dnipropetrovsk Regional State Administration).
10. Методика навчання біології. Конспект лекцій: навчальний посібник / Н. В. Куруц, Я. С. Гасинець, М. М. Вакерич. Ужгород: ФОП Сабов А. М., 2024. (Kuruts, N. V., Hasynets, Ya. S., Vakerych, M. M. (2024). *Methods of teaching biology: Lecture notes*. Uzhhorod: FOP Sabov A. M.).
11. Навчальна програма з біології і екології для 10–11 класів: рівень стандарту, затверджена наказом МОН України від 23.10.2017 №1407. Режим доступу: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv>. (Ministry of Education and Science of Ukraine. (2017). *Biology and ecology curriculum for grades 10–11 (standard level)*. Retrieved from <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv>).
12. Навчання біології учнів основної школи: методичний посібник / Н. Ю. Матяш, Т. В. Коршевніук, Л. М. Рибалко, О. Г. Козленко. Київ : КОНВІ ПРИНТ, 2019. (Matyash, N. Yu., Korshevniuk, T. V., Rybalko, L. M., Kozlenko, O. H. (2019). *Teaching biology to lower secondary school students: A methodological guide*. Kyiv: KONVI PRINT).
13. Опорні схеми і таблиці на уроках біології. Ч. 3. Організмний рівень організації життя / О. В. Тагліна. Котельва : Ранок, 2015. (Taglina, O. V. (2015). *Reference schemes and tables in biology lessons. Part 3: Organismal level of life organization*. Kotelva: Ranok).
14. Леонтьев Д. В. Система органічного світу. Історія та сучасність. 7-е видання. Харків : Основа, 2018. (Leontiev, D. V. (2018). *The system of the organic world: History and*

modernity (7th ed.). Kharkiv: Osnova).

15. Структурно-логічні схеми. Таблиці. Опорні конспекти. Есе. Навчальні презентації: рекомендації до складання: метод. посіб. / уклад.: Л. Л. Бутенко, О. Г. Ігнатович, В. М. Швирка. Старобільськ, 2015. (Butenko, L. L., Ihnatovych, O. H., Shvyrka, V. M. (2015). Structural-logical schemes, tables, reference notes, essays, and educational presentations: Recommendations for compilation. Starobilsk).
16. Сучасна систематика рослин. Загальні питання: навчальний посібник / А. Новіков, Б. Барабаш-Красни. Львів : Ліга-Прес, 2015. (Novikov, A., Varabash-Krasnyi, B. (2015). Modern plant systematics: General issues. Lviv: Liha-Press).

Plastiuk A. I. Mironets L. P. Structuring of educational materials when studying the topic «Biodiversity» in the 10th class.

Summary. The article describes the relevance of developing information processing skills on the topic of «Biodiversity» in the 10th grade using tables, in accordance with the biology and ecology curriculum for 10th-11th grades in general secondary education institutions: standard level, approved by the Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine dated 23.10.2017 No. 1407. The main types of reference tables are described, and classification and comparative tables have been developed in accordance with the modern eukaryotic system of Sina–Edl (2012). Using this method of structuring educational material facilitates students' understanding of the modern system of eukaryotes based on molecular-phylogenetic and cytological criteria, contributing to the perception, comprehension, and memorization of educational content. Tables allow for the easy identification of relationships between related organisms and, conversely, highlight fundamental differences between unrelated ones. Understanding phylogenetic relationships between groups of organisms is essential for the formation of subject competencies, skills, abilities, and logical thinking. Further research in this direction may involve studying the development of information processing skills using graphs and charts and their impact on the development of subject competencies.

Key words: structuring of educational material, reference tables, descriptive tables, comparative tables, classification tables, eukaryotic system, subject competencies.

Подано до друку 25.03.2025

Прийнято до друку 09.04.2025

УДК 378:517

DOI 10.24139/2519-2361/2025.01/28-36

З. О. Сердюк

ORCID: 0000-0002-9376-4346

Д. А. Ярмоленко

ORCID ID 0009-0008-4647-6123

Черкаський національний університет
ім. Богдана Хмельницького

**АНАЛІЗ ЗАДАЧНОГО МАТЕРІАЛУ КУРСУ СТЕРЕОМЕТРІЇ ДЛЯ КЛАСІВ
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНОГО ПРОФІЛЮ**

В ґрунтовному вивченні і засвоєнні стереометрії учнями старших класів ключову роль відіграють задачі. Саме задачний матеріал сприяє розвитку просторової уяви, розвиває здатність логічного аналізу та комплектує математичні навички. Тому метою статті є аналіз задачного матеріалу сучасних підручників з геометрії профільного рівня для 10-11 класів, окреслення провідних типів задач та розгляд основних комп'ютерних програмних засобів, які допомагають у вивченні стереометрії.

Для реалізації поставленої мети було виконано такі методи дослідження:

1) теоретичні – аналіз навчальної програми для загальноосвітніх навчальних закладів та

сучасних підручників з геометрії для 10-11 класів профільного рівня; 2) емпіричні – підрахунок і аналіз задач згідно запропонованих видів на основі кількісних показників, порівняльна відсоткова характеристика задачного матеріалу підручників.

У результаті роботи нами було проведено аналіз кожного з розділів стереометрії в поданих підручниках; запропоновано поділ задач на певні види; обраховано та наведено відсоткове співвідношення задач в кожному з розділів; описано основні комп'ютерні програмні засоби та показано, як вони сприяють вивченню стереометрії. Подальші дослідження орієнтовані на детальний аналіз задач з кожної теми курсу стереометрії в контексті можливості використання програмного забезпечення для їх покрокового розв'язування.

Ключові слова: стереометрія, сучасні підручники з геометрії, профільний рівень, типи задач, класи фізико-математичного профілю.

Постановка проблеми. Головними завданнями шкільних уроків математики є підвищення якості математичної освіти, збільшення поля для інтелектуального розвитку учнів та вміння застосовувати набуті знання у вирішенні побутових питань, а в майбутньому використовувати навички в своїй професійній діяльності. Найкраще розвиток просторового мислення та уяви в учнів формується саме під час вивчення геометрії. Більш глибоко ці навички набуваються та засвоюються під час вивчення стереометрії, саме на цьому етапі в учнів формується розуміння навколишнього світу, з'являється бачення того, як пов'язані між собою об'єкти геометричні та практичного світу, з'являється вміння застосовувати знання до розв'язування прикладних задач.

Поглиблене вивчення стереометрії відкриває для учнів можливість навчитись оперувати різними комп'ютерними програмними засобами, які застосовуються під час вивчення стереометрії, а саме використовуються в побудові фігур, виконанні гомотетії, побудові перерізів стереометричних фігур площинами, обчисленні простих обрахунків тощо.

Аналіз актуальних досліджень. Загальновідомо, що задачі в поглибленому курсі геометрії 10-11 класу відносяться до більш складних та глибоких, які мають свою специфіку, а навчання учнів вимагає застосування методичної своєрідності та особливих прийомів навчання. Над цим питанням працювало багато відомих педагогів-математиків: новий підхід до неформального вивчення стереометрії досліджував І. А. Кушнір [6; 7], розв'язуванням екстремальних задач стереометрії та задач для математичних олімпіад займався В. М. Лейфура [8], методичний підхід в організації розв'язування нестандартних задач вивчали Мітельман І. М., Нагорний В. Н., Шунда Н. М. [9], науково-дослідницьку діяльність школярів досліджували Бевз Г. П., Тарасенкова Н. А., Швець В. О. та ін. [1]. Проблеми формування знань, умінь та навичок в зображенні основних стереометричних фігур в учнів старших класів та дослідження впливу інформаційних технологій на освітній процес та диференціювання навчання розглядаються в працях Борейка О. С., Литвиненка В. М., Бикова В. Ю., Вітюка О. В., Ракова С. А. та ін. [2; 5; 13].

Проблема методики навчання стереометрії та її допоміжних ресурсів є актуальною і зараз, тому що, як показують дослідження, у школярів надалі виникають труднощі з застосуванням просторової уяви на уроках стереометрії, побудовою стереометричних фігур та, відповідно, розв'язуванням задач в просторі. Відкритим також є питання застосування комп'ютерних програмних засобів, створених спеціально для завдань, які зустрічаються в стереометрії. Такі ресурси не тільки допоможуть вчителю в викладі теоретичного та задачного матеріалу, а й дадуть змогу учням самостійно перевіряти свої навички та вміння, підштовхнуть до правильного уявлення тієї чи іншої фігури в просторі.

Мета статті – проаналізувати змістове наповнення сучасних підручників з геометрії профільного рівня для 10-11 класів, охарактеризувати основні типи задач та можливість застосування комп'ютерних програмних засобів до їх розв'язання.

Виклад основного матеріалу. Якісне навчання школярів супроводжується їх здатністю розуміння математичних методів сприйняття дійсності. Цей процес розвивається за допомогою розв'язуванню різних практичних задач, що спричиняє активізацію розумової діяльності в учнів.

Проаналізувавши навчальні програми [12] для загальноосвітніх навчальних закладів з геометрії, можна звернути увагу на те, що під час профільного вивчення геометрії відводиться вдвічі більше годин, ніж на рівні стандарту. В 10-11 класах на геометрію в рівні стандарт заплановано 102 год, а в профільному рівні 210 год. Зрозуміло, що профільний рівень відкриває більше можливостей для розвитку та засвоєння вмінь і навичок учнів, надає можливість більш конкретно і глибоко розглянути теоретичний матеріал кожної з тем, збільшує час для відпрацювання практичних навичок школярів та застосування їх до розв'язування задач.

Проведемо аналіз задачного матеріалу двох підручників з геометрії для 10 та 11 класів профільного рівня, а саме авторів: М. І. Бурда, Н. А. Тарасенкова, О. М. Коломієць, І. В. Лов'янова, З. О. Сердюк [3; 4] та А. Г. Мерзляк, Д. А. Номіровський, В. Б. Полонський, М. С. Якір [10; 11].

Розглянемо детальніше перший підручник профільного рівня «Геометрія» 10 кл. авторів М. І. Бурда, Н. А. Тарасенкова, О. М. Коломієць, І. В. Лов'янова, З. О. Сердюк (далі – Підручник 1). Автори пропонують класифікацію теоретичного та задачного матеріалу наступним чином (табл. 1).

Таблиця 1

Номер розділу	Назва розділу
1	Вступ до стереометрії
2	Паралельність прямих і площин у просторі
3	Перпендикулярність прямих і площин у просторі
4	Координати, геометричні перетворення та вектори у просторі

Автори А. Г. Мерзляк, Д. А. Номіровський, В. Б. Полонський, М. С. Якір другого підручника «Геометрія. Початок вивчення на поглибленому рівні з 8 класу» профільного рівня для 10 класу (далі – Підручник 2) теж мають поділ матеріалу на 4 параграфи (табл. 2).

Таблиця 2

Номер параграфу	Назва параграфу
1	Вступ до стереометрії
2	Паралельність у просторі
3	Перпендикулярність у просторі
4	Координати та вектори у просторі

Підручник для 11 класу профільного рівня «Геометрія» авторів М. І. Бурда, Н. А. Тарасенкова, О. М. Коломієць, І. В. Лов'янова, З. О. Сердюк (далі – Підручник 3) представляє поділ на 4 розділи (табл. 3).

Таблиця 3

Номер розділу	Назва розділу
1	Многогранники
2	Тіла обертання
3	Об'єми многогранників
4	Об'єми та площі поверхонь тіл обертання

Виклад матеріалу в підручнику 11 класу профільного рівня «Геометрія. Початок вивчення на поглибленому рівні з 8 класу» авторів А. Г. Мерзляк, Д. А. Номіровський, В. Б. Полонський, М. С. Якір (далі – Підручник 4) дещо відрізняється, а саме: вчителям та учням пропонується поділ нового матеріалу на 3 параграфи, але додатково є четвертий параграф, який служить для повторення курсу планіметрії (табл. 4).

Таблиця 4

Номер параграфу	Назва параграфу
1	Многогранники
2	Тіла обертання
3	Об'єми тіл. Площа сфери
4	Повторення курсу геометрії

З вищезазначеного можна зробити висновок, що теоретичний і, відповідно, задачний матеріали розподілені однаково як в 10, так і в 11 класі. Проаналізувавши дані підручники,

можна зазначити, що підбірка задач, які пропонуються до розгляду та розв'язування на уроках геометрії профільного рівня, є наповненою та дуже різноманітною. Але все ж спостерігається деякий умовний поділ задач за своїми особливостями, схожістю та способом розв'язування. Ми пропонуємо класифікувати задачі з даних підручників в такий спосіб:

1. *Усні задачі* – це задачі, які зазвичай вводяться першими із задачного ряду конкретної теми. До таких задач відносяться завдання з відкритою відповіддю, які вимагають мінімальних обрахунків, які можна виконати усно, або ж не вимагають обрахунків взагалі. Також до цього виду задач відносяться завдання з малюнками, який представлено в підручнику, а учню потрібно дати відповіді на запитання, посилаючись на малюнок. Крім того, певний відсоток усних задач займають задачі на логіку та кмітливість, які спонукають учня до нестандартного мислення.

2. Вагому частину задачного матеріалу займають *задачі на обчислення*. В таких задачах треба виконати певну кількість арифметичних дій, щоб отримати бажаний результат. Наприклад, знайти довжину, величину кута, обчислити площу перерізу або поверхні заданої фігури, обрахувати об'єм шуканих частин простих многогранників тощо. Багатогранність задач цього типу, їх варіативність та неоднорідність відкриває для вчителя більш широкий спектр для оперування ними в навчальному процесі. Достатньо мінімально видозмінити умову задачі, як повстає зовсім інше завдання, з іншими арифметичними обрахунками.

3. До окремої категорії задач відносяться *задачі на доведення*. Перевагою таких задач є можливість розв'язувати їх в кожній темі даних розділів. Навіть якщо учні ще не послуговуються достатньою кількістю теоретичного матеріалу з конкретної теми, можна запропонувати найпростіші задачі на доведення, які розв'язуються усно. На початку вивчення стереометрії в задачах на доведення з геометрії твердого тіла доцільно посилатися на подібні задачі з геометрії площини, які вже відомі учням.

4. *Задачі на побудову*. Стереометрія вивчає фігури в просторі, тому дуже важливою навичкою учнів є можливість уявляти фігури в тривимірному просторі. А ще більш важливим є вміння відобразити стереометричну фігуру на малюнку. Тому *задачі на побудову* є одними з основних в науці стереометрії. Спочатку учні навчаються будувати найпростіші многогранники та тіла обертання, але переважна більшість задач полягає на побудові перерізів многогранників площинами.

Розглянемо детальніше підручники обох авторів за 10 клас, кожен з них починається із розділу «Вступ до стереометрії». Розглянувши практичну частину першого розділу кожного з підручників, можна підсумувати, що відсоткове відношення задач кожного з запропонованих нами типів дещо відрізняється між собою. В Підручнику 1 перевагу мають усні задачі, їх частина складає аж 48%, задачі на обчислення займають 7%, задачі на доведення 23%, а на побудову 22%. Підручник 2 має інший поділ задач: усні задачі складають 18%, задачі на обчислення 8%, задачі на доведення 22%, а найбільшу частину посідають задачі на побудову – аж 52% (рис. 1).

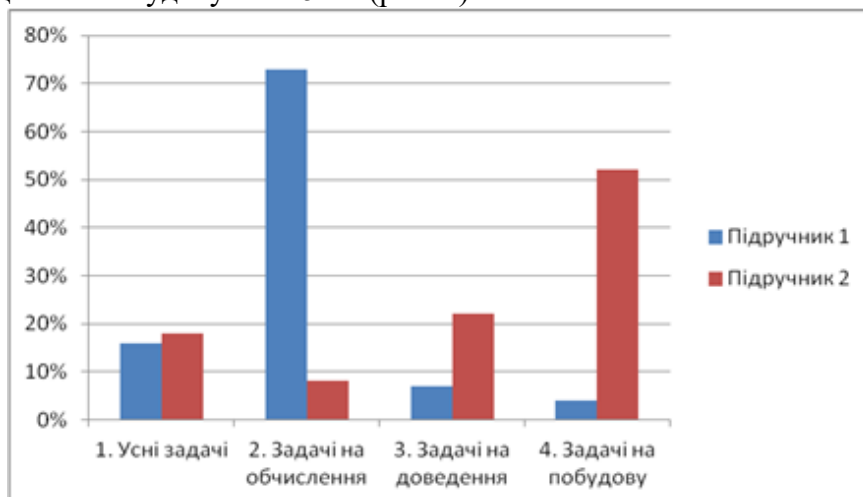


Рис. 1. Порівняльний аналіз задач з теми «Вступ до стереометрії»

У другому розділі «Паралельність у просторі» відсоткове відношення задач в обох підручниках майже однакове. Слід звернути увагу на те, що у Підручнику 1 знову переважає кількість усних задач, порівняно з Підручником 2. Тоді як відсоток задач на доведення та на побудову більший у Підручнику 2. Але в обох підручниках задачі на побудову займають майже половину з усіх пропонованих в даній темі, в Підручнику 1 це 41%, в Підручнику 2 – 46% (рис.2).

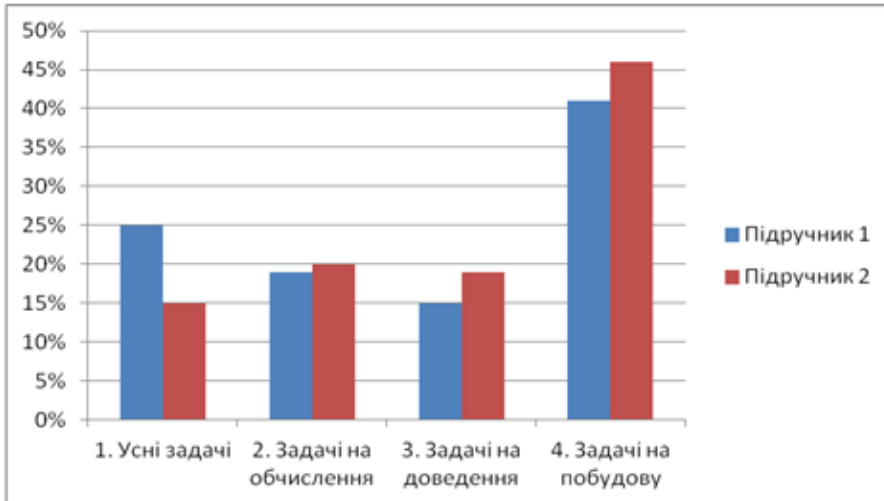


Рис. 2. Порівняльний аналіз задач з теми «Паралельність у просторі»

Оскільки учні вже навчилися виконувати основні побудови в просторі, то в третьому розділі «Перпендикулярність у просторі» задач на побудову є найменше (Підручник 1 – 9%, Підручник 2 – 3%). Перевагу займають задачі на обчислення: в Підручнику 1 відсоткове відношення складає 57%, а в Підручнику 2 – 64%. Але це зовсім не означає, що учні взагалі не виконують жодних дій на побудову, тому що задачі на обчислення вже включають в себе завдання щось побудувати, а потім розв’язати задачу, тобто виконати певні арифметичні дії (рис. 3).

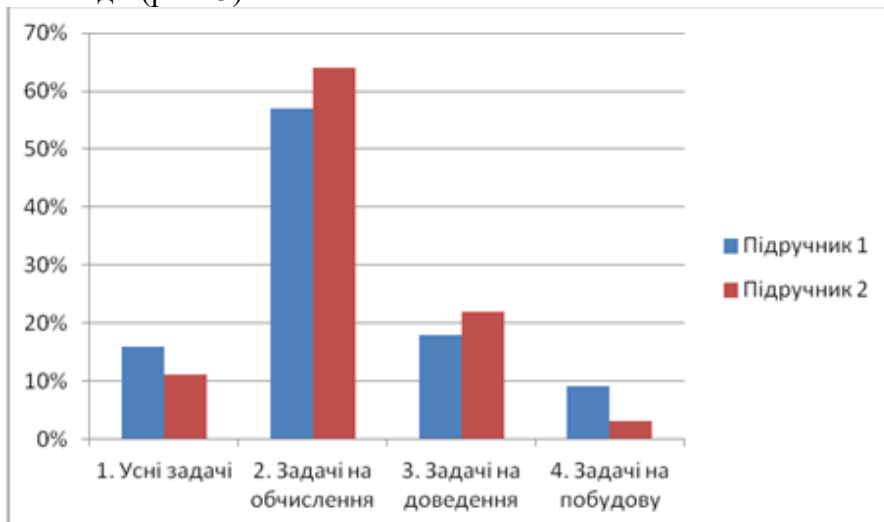


Рис. 3. Порівняльний аналіз задач з теми «Перпендикулярність у просторі»

В четвертому розділі 10 класу «Координати та вектори у просторі» відсоткове відношення виглядає подібним чином: найбільше задач на обчислення (в Підручнику 1 – 66%, в Підручнику 2 – 67%), а найменшу кількість задач займають задачі на побудову (Підручник 1 – 9%, Підручник 2 – 3%) (рис. 4).

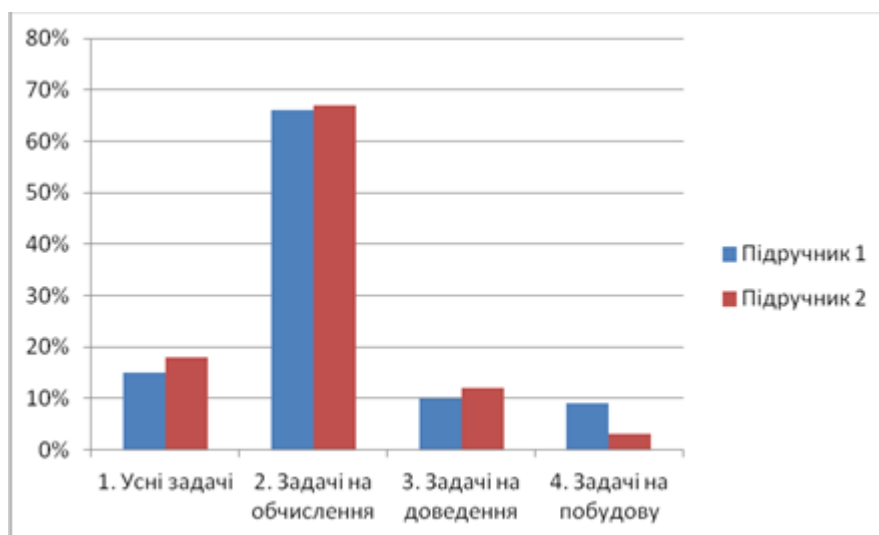


Рис. 4. Порівняльний аналіз задач з теми «Координати та вектори у просторі»

В підручниках 11 класу теоретичний матеріал умовно можна поділити на три розділи. Перший розділ називається «Многогранники», в якому особлива увага приділена задачам на обчислення (Підручник 1 – 73%, Підручник 2 – 77%). Слід звернути увагу на те, що Підручник 1 пропонує до розгляду вагому частину усних задач (16%), тоді як Підручнику 2 п'яту частину займають задачі на доведення (рис. 5).

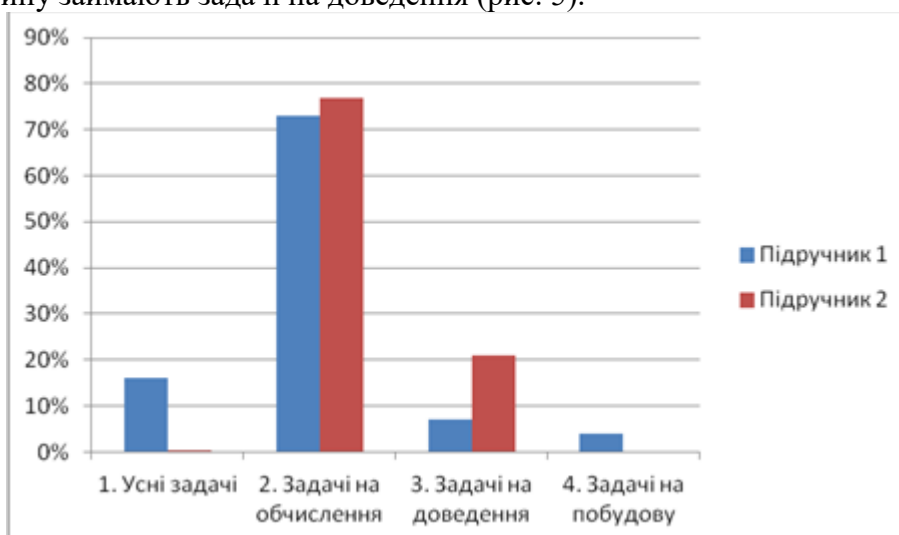


Рис. 5. Порівняльний аналіз задач з теми «Многогранники»

Другий розділ «Тіла обертання», як і попередній, основною мірою ґрунтується на великій кількості задач на обчислення, в Підручнику 1 даний тип задач займає 74%, а в Підручнику 2 – 86%. Слід підкреслити, що майже всі задачі на обчислення включають в себе завдання побудувати задану фігуру, тому окремих задач на побудову є дуже мало (Підручник 1 – 7%, Підручник 2 – 2%) (рис. 6).

Третій розділ «Об'єми тіл» включає в собі майже всі задачі на обчислення (Підручник 1 – 98%, підручник 2 – 94%). Лише кілька відсотків займають окремо задачі на доведення (Підручник 2 – 6%), та Підручник 1 пропонує кілька задач усних (1%) (рис. 7).

Проаналізувавши кожний розділ обраних підручників, слід звернути увагу на те, що пропонується кількість задач, їх відсоткове співвідношення в основному збігається та є однаковим згідно мети, яка поставлена в конкретному розділі. Наприклад, у перших розділах обох підручників більшість задач – це задачі на доведення та побудову. Така рекомендація є доцільною і логічною, тому що учні тільки починають знайомитися із стереометрією та фігурами в просторі.

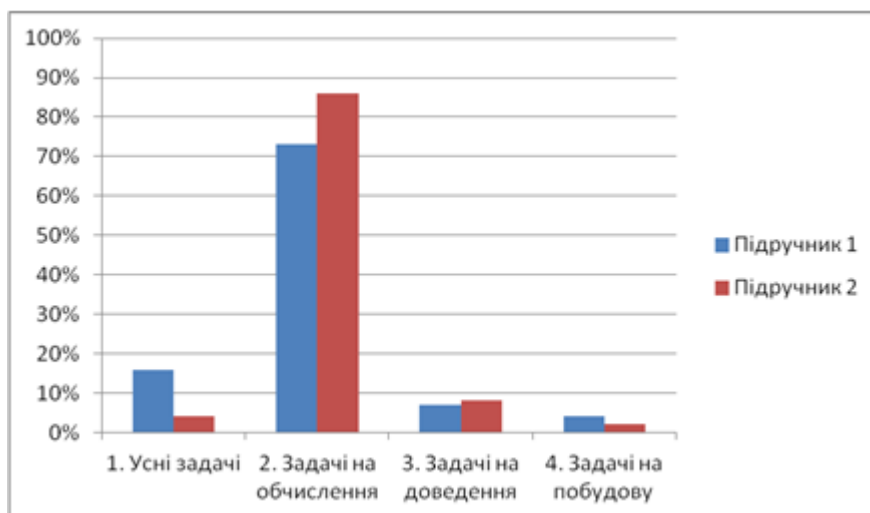


Рис. 6. Порівняльний аналіз задач з теми «Тіла обертання»

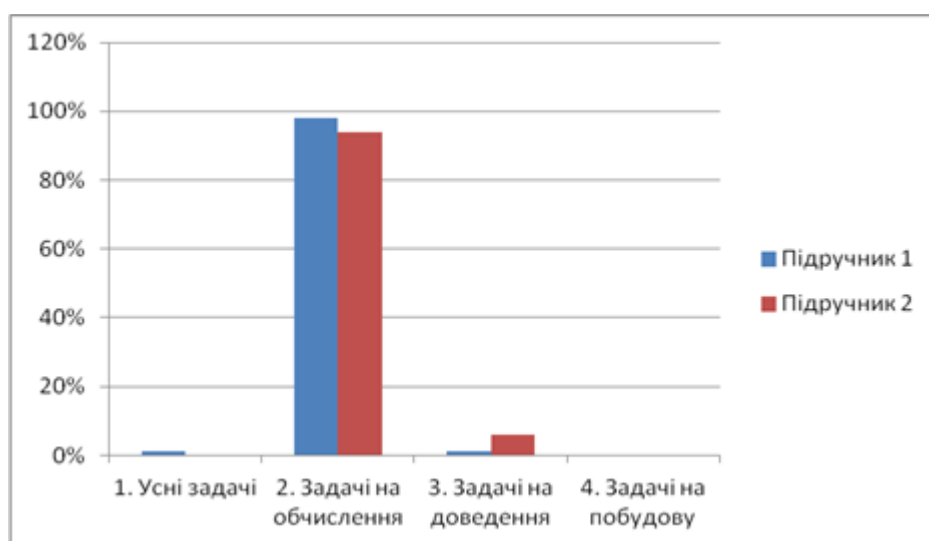


Рис. 7. Порівняльний аналіз задач з теми «Об'єми тіл»

Зазначимо, що Підручник 1 пропонує до уваги більшу кількість завдань, тобто одна задача може включати в себе дві або три підзадачі, що дає можливість учителю краще маневрувати на заняттях. Також Підручник 1 пропонує до уваги велику кількість усних задач, тоді як в Підручнику 2 представлено більше задач на доведення та на побудову. Не дивлячись на відмінності, найбільший відсоток задач конкретного типу в обох підручниках кожного розділу збігається. Із середини 10 класу і до кінця 11 першість займають задачі на обчислення, тоді як задачі на побудову складають малий відсоток. Акцентуємо увагу на тому, що майже кожна задача на обчислення включає в собі задачу на побудову. Наприклад, щоб обчислити площу перерізу заданої фігури площиною, спочатку треба її побудувати. Таким чином задачі на побудову є дуже важливими при вивченні стереометрії, адже від правильно намальованого малюнку залежить подальший хід дій, тобто розв'язок задачі.

У нагоді як і вчителям, так і учням можуть стати різні програмні забезпечення, додатки та системи, які застосовуються при вивченні стереометрії. Приведемо приклади основних з них.

- Програма Cabri 3D допомагає учням не лише уявляти фігури в просторі, а й їх бачити. За допомогою цього додатку можна побудувати різні фігури в просторі; показувати, як вони змінюються в залежності від того, як змінюються їх параметри (наприклад, висота піраміди чи радіус кулі); знаходити кути між площинами; обчислювати довжини та площі тощо;
- GeoGebra – онлайн-програма, яка має дуже простий та зрозумілий інтерфейс, що полегшує роботу з нею. Дозволяє будувати фігури в просторі, обертати їх, спостерігати, як вони виглядають з різних ракурсів. Також дає можливість

побачити, як при русі площини, змінюється переріз фігури. Є можливість побудувати аналітичні моделі фігур, надаючи відповідні рівняння та координати. Крім того, програма виконує основні арифметичні дії;

- Програмне забезпечення SketchUp широко використовується в освіті, зокрема на уроках математики та інформатики. Дана програма дозволяє вчителю створювати, зокрема на уроках математики та інформатики. Дана програма дозволяє вчителю та учням створювати різні фігури в тривимірному просторі, змінювати їх розміри, масштабувати та аналізувати їх будову;
- Wolfram Alpha – це ефективний онлайн-калькулятор, який дозволяє аналізувати дані та візуалізувати функції. При вивченні стереометрії допомагає вчителю побудувати фігуру, вписавши відповідне рівняння поверхні чи просторового об'єкту. Вписавши відповідний код, програма може обчислити об'єм та площу поверхні заданої геометричної фігури. Даний сервіс допомагає обчислити відстані між двома точками в просторі, кут між векторами, надає можливість перевірити, чи перетинаються дві площини, якщо так, то знайти лінію їх перетину тощо.

Дані програми значно збагачують діяльність вчителя, удосконалюють методичні підходи та полегшують роботу учнів в такій нелегкій темі як стереометрія.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Проаналізувавши теоретичний матеріал, можна зробити висновок, що курс стереометрії є потужною частиною розвитку просторового, логічного та аналітичного мислення в школярів. Велику навчальну цінність несуть в собі задачі на побудову, оскільки вони виробляють основні навички, які дозволяють учням успішно застосовувати їх в роботі з просторовими фігурами та їх взаємозв'язками. Існує ряд програм та додатків, які допомагають у вивченні стереометрії та полегшують сприйняття абстрактних просторових об'єктів. Подальші дослідження вбачаємо у детальному аналізі задач з кожної теми курсу стереометрії стосовно можливості використання ППЗ у покроковому їх розв'язанні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Бевз, Г. П. Методика розв'язування стереометричних задач : посібник для вчителя. Київ : Радянська школа. (Bevz, G. P. (1988). *Methods of solving stereometric problems: A teacher's guide.* Kyiv : Soviet School).
2. Биков, В. Ю. Хмарні технології, ІКТ-аутсорсинг і нові функції ІКТ підрозділів освітніх і наукових установ. Інформаційні технології в освіті, (10), (8-23). (Bykov, V. Yu. (2011). *Cloud technologies, ICT outsourcing, and new functions of ICT departments in educational and scientific institutions.* Information Technologies in Education, (10), 8-23).
3. Бурда, М. І., Тарасенкова, Н. А., Коломієць, О. М., Лов'янова, І. В., Сердюк, З. О. (2019). Геометрія. Профільний рівень : підруч. для 10 кл. закладів загальної середньої освіти. Київ : УОВЦ «Оріон». (Burda, M. I., Tarasenkova, N. A., Kolomiyets, O. M., Lovyanova, I. V., Serdiuk, Z. O. (2019). *Geometry. Advanced Level: Textbook for 10th Grade General Secondary Education Institutions.* Kyiv: UOVC «Orion»).
4. Бурда, М. І., Тарасенкова, Н. А., Коломієць, О. М., Лов'янова, І. В., Сердюк, З. О. (2020). Геометрія. Профільний рівень : підруч. для 11 кл. загальноосвіт. навч. закл. Київ : УОВЦ «Оріон». (Burda, M. I., Tarasenkova, N. A., Kolomiyets, O. M., Lovyanova, I. V., Serdiuk, Z. O. (2020). *Geometry. Advanced Level: Textbook for 11th Grade General Education Schools.* Kyiv: UOVC «Orion»).
5. Вітюк, О. В. (2001). Розвиток образного мислення учнів при вивченні стереометрії з використанням комп'ютера (дис. канд. пед. наук: 13.00.02). Національний педагогічний університет ім. М. П. Драгоманова. (Vityuk, O. V. (2001). *Development of visual thinking in students while studying stereometry using computers (PhD dissertation, 13.00.02).* National Pedagogical University named after M. P. Drahomanov).
6. Кушнір, І. А. (1991). Трикутник і тетраедр у задачах. Київ – : Радянська школа. (Kushnir, I. A. (1991). *Triangle and tetrahedron in problems.* Kyiv: Soviet School).
7. Кушнір, І. А. (1994). Методи розв'язування задач з геометрії. Київ : Абрис. (Kushnir, I. A. (1994). *Methods of solving geometry problems.* Kyiv: Abris).

8. Лейфура, В. М., Мітельман, І. М. (2003). Математичні олімпіади школярів України: 1991-2000. Київ : Техніка. (Leifura, V. M., & Mittleman, I. M. (2003). Mathematical Olympiads for Ukrainian schoolchildren: 1991-2000. Kyiv: Technika).
9. Лейфура, В. М., Мітельман, І. М., Радченко, В. М., Ясінський, В. М. Математичні олімпіади школярів України: 1991-2000 рр. – навч.-метод. Посібник. Київ : Техніка. (Leifura, V. M., Mittleman, I. M., Radchenko, V. M., & Yasyynsky, V. M. (2003). Mathematical Olympiads for Ukrainian schoolchildren: 1991-2000 — instructional-methodological guide. Kyiv: Technika).
10. Мерзляк, А. Г., Номіровський, Д. А., Полонський, В. Б., Якір, М. С. (2018). Геометрія : початок вивч. на поглиб. рівні з 8 кл., проф. рівень, підручник для 10 кл. закладів загальної середньої освіти. Харків : Гімназія. (Merzlyak, A. G., Nomirovsky, D. A., Polonsky, V. B., Yakir M. S. (2018). Geometry for general educational institutions with advanced study of mathematics: a textbook for 8th grade of general educational institutions Kharkiv : Gymnasium)
11. Мерзляк, А. Г., Номіровський, Д. А., Полонський, В. Б., Якір, М. С. (2019). Геометрія : початок вивч. на поглиб. рівні з 8 кл., проф. рівень : підруч. для 11 кл. закладів загальної середньої освіти. Харків : Гімназія. (Merzlyak, A. G., Nomirovsky, D. A., Polonsky, V. B., Yakir M. S. (2019). Geometry for general educational institutions with advanced study of mathematics: a textbook for 8th grade of general educational institutions Kharkiv : Gymnasium)
12. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів (2017). Режим доступу: <https://mon.gov.ua/osvita-2/zagalna-serednya-osvita/osvitni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv>. (Curriculum for general educational institutions. (2017). Retrieved from: <https://mon.gov.ua/osvita-2/zagalna-serednya-osvita/osvitni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv>).
13. Раков, С. А. (2005). Формування математичних компетентностей учителя математики на основі дослідницького підходу у навчанні з використанням інформаційних технологій (дис. д-ра пед. наук: 13.00.02). Національний педагогічний університет ім. М. П. Драгоманова. (Rakow, S. A. (2005). Formation of mathematical competencies of mathematics teachers based on a research approach in teaching using information technologies (Doctoral dissertation, 13.00.02). National Pedagogical University named after M. P. Drahomanov).

Serdiuk Z., Yarmolenko D. Analysis of Problem-Solving Material in the Stereometry Course for Physics and Mathematics Profile Classes.

Summary. In the in-depth study and mastery of stereometry by senior school students, problems play a key role. It is the problem material that contributes to the development of spatial imagination, enhances logical analysis skills, and consolidates mathematical abilities. Therefore, the aim of this article is to analyze the problem material of modern geometry textbooks at the advanced level for 10th-11th grade students, identify the leading types of problems, and consider the main computer software tools that assist in learning stereometry.

To achieve this goal, the following research methods were employed: 1) theoretical – analysis of the curriculum for general secondary education institutions and modern geometry textbooks for 10th-11th grades at the advanced level; 2) empirical – counting and analyzing problems according to the types we proposed, based on quantitative indicators, and comparative percentage characteristics of the problem material in the textbooks.

As a result of the study, we conducted an analysis of each section of stereometry in the textbooks presented; proposed a classification of problems into specific types; calculated and provided the percentage distribution of problems in each section; described the main computer software tools and demonstrated how they contribute to learning stereometry. Further research is focused on a detailed analysis of problems from each topic of the stereometry course in the context of the potential use of software for step-by-step problem solving.

Key words: stereometry, modern geometry textbooks, advanced level, types of problems, physics and mathematics profile classes.

*Подано до друку 31.03.2025
Прийнято до друку 09.04.2025*

УДК 378.147

DOI 10.24139/2519-2361/2025.01/37-44

О. В. Карупу

ORCID 0000-0002-8077-3323

Т. А. Олешко

ORCID 0000-0002-8054-1178

В. В. Пахненко

ORCID 0000-0002-4082-9126

Державний університет «Київський авіаційний інститут»

ПРО ДЕЯКІ АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ВИКЛАДАННЯ СТУДЕНТАМ КАІ ОКРЕМИХ ПИТАНЬ МАТЕМАТИЧНОГО АНАЛІЗУ

Розглянуто проблеми викладання математичного аналізу українським та іноземним англомовним студентам технічних спеціальностей у Київському авіаційному інституті (до 2024 року Національний авіаційний університет). В КАІ іноземні студенти мають можливість навчатися як українською, так і англійською мовою. Більшість іноземних студентів обирає навчання в англомовних групах, оскільки англійська мова є однією з офіційних мов ІКАО (Міжнародна організація цивільної авіації). Здобуття професійної освіти англійською мовою для майбутніх фахівців авіаційної галузі надає додаткові професійні можливості, зокрема при працевлаштуванні в міжнародних авіаційних компаніях. Тому значна частина українських студентів також обирає навчання англійською. Певна частина іноземних студентів обирає навчання в україномовних групах.

У статті проаналізовано практику викладання в КАІ окремих тем дисципліни «Математичний аналіз» англійською мовою українським та іноземним студентам різних технічних спеціальностей в англомовних мультинаціональних академічних групах. Розглянуто особливості студентського контингенту англомовних груп і проблеми методичного та організаційного характеру, що постають перед викладачами при викладанні математичного аналізу студентам, для яких англійська мова не є рідною. Розглянуто викладання математичного аналізу студентам, які навчаються за інженерними та ІТ спеціальностями. Зокрема, проаналізовано особливості викладання окремих питань математичного аналізу в англомовних мультинаціональних академічних групах і надано рекомендації для покращення засвоєння студентами теоретичного матеріалу та вироблення ними практичних навичок розв'язування задач. Рекомендується колаборативний підхід і широке використання різноманітних опорних матеріалів, адаптованих для студентів різних спеціальностей. При проведенні занять рекомендується організація роботи мультинаціональних студентських команд. При проведенні онлайн-занять в Google Workspace з використанням Google Classroom та Google Meet ця робота реалізовується за допомогою Google Jamboard.

Ключові слова: математичний аналіз, викладання математичного аналізу, викладання англійською мовою, викладання в мультинаціональних академічних групах.

Постановка проблеми. Державне некомерційне підприємство «Державний університет «Київський авіаційний інститут»» є правонаступником Національного авіаційного університету. Історія Київського авіаційного інституту (КАІ) почалася в 1933 році, коли на базі авіаційного факультету Київського машинобудівного інституту (нині КПІ) був заснований Київський авіаційний інститут. У подальшому його назва змінювалася: Київський інститут цивільного повітряного флоту (1947 рік), Київський інститут інженерів цивільної авіації (1965 рік), Київський міжнародний університет цивільної авіації (1994 рік), Національний авіаційний університет (2000 рік). У листопаді 2024 р. в результаті реорганізації НАУ утворився Державний університет «Київський авіаційний інститут» (КАІ). Підготовка громадян інших країн в КАІ проводиться з 1946 року, а в 1999 році було впроваджене навчання англійською мовою.

На поточний момент наш університет є одним із найпотужніших авіаційних закладів вищої освіти, національним та міжнародним центром підготовки спеціалістів для авіації та інших галузей. Основною конкурентною перевагою університету як в Україні, так і на світовому освітньому ринку праці є його авіаційна складова. Більшість студентів КАІ навчаються за спеціальностями, що передбачають значний обсяг знань з математики; при цьому інженерні та ІТ напрями є одними з найпопулярніших. Тому навчальними планами підготовки майбутніх фахівців усіх технічних спеціальностей за всіма напрямками передбачено вивчення математичних дисциплін, зокрема математичного аналізу (у різному обсязі в залежності від майбутньої спеціальності).

Для сучасної національної освіти України є актуальним постійне зростання контингенту, що навчається англійською мовою. Можливість отримання професійної освіти англійською мовою є особливо важливою для майбутніх фахівців в галузі авіації, оскільки англійська мова є однією з офіційних мов ІКАО (Міжнародна організація цивільної авіації). Студенти КАІ можуть навчатися українською або англійською мовою. Унаслідок цього можуть утворюватись мультинаціональні академічні групи двох типів: україномовні або англійськомовні. Перед викладачами, задіяними в Програмі «Вища освіта іноземною мовою», виникає ціла низка питань щодо специфіки викладання різних навчальних дисциплін, зокрема математичних, англійською мовою студентам, для яких ця мова не є рідною. Зауважимо, що внаслідок процесу глобалізації в усьому світі зростає кількість університетів, в яких принаймні частина дисциплін викладається англійською мовою. Це пов'язано з тим, що процеси глобалізації та інтернаціоналізації в ХХ сторіччі спричинили впровадження різних форм англійськомовної професійної освіти в багатьох університетах неанглійськомовних країн, зокрема в Україні.

Відмітимо, що вимушене впровадження дистанційного та змішаного навчання в останні роки призвело до необхідності інтенсифікації використання інформаційних технологій. Унаслідок цього актуалізувалося дослідження відповідних процесів.

Аналіз актуальних досліджень. Автори даного дослідження мають багаторічний досвід викладання різних математичних дисциплін, зокрема математичного аналізу і вищої математики, в різних ЗВО; досвід викладання математичних дисциплін англійською мовою в КАІ більше двадцяти років; є авторами і співавторами багатьох навчальних посібників (в тому числі англійською мовою); зокрема, є співавторами навчального посібника «Higher mathematics: Manual» в 4 частинах англійською мовою і навчального посібника «Mathematical analysis: Manual».

Починаючи з 2006 року наша авторська група проводить дослідження з методики викладання англійською мовою математичних дисциплін іноземним та українським студентам. Зокрема, загальні характеристики процесу викладання англійською мовою математичних дисциплін іноземним і українським студентам автори досліджували в [1]. Специфіку викладання вищої математики англійською мовою вивчали О. В. Карупу, Т. А. Олешко і В. В. Пахненко, С. І. Федак, Л. А. Романюк і С. А. Федак, Н. В. Сніжко, А. П. Рибалко і К. В. Степанова (детальніше див. [2]). О. В. Карупу, Т. А. Олешко і В. В. Пахненко вивчали також проблеми викладання математичних дисциплін студентам технічних спеціальностей в мультинаціональних академічних групах. Деякі особливості викладання математичного аналізу для фахівців різних спеціальностей досліджувались в роботах О. В. Карупу, Т. А. Олешко і В. В. Пахненко [3] та Н. А. Тарасенкової і З. О. Сердюк [4]. Викладання математичного аналізу та його окремих розділів різним категоріям студентів нашого університету досліджувались в роботах О. В. Карупу, Т. А. Олешко і В. В. Пахненко [3, 5, 6], В. К. Репета і Л. А. Репета [7, 8], О. П. Томащук, П. Ф. Самусенко, О. П. Лещинський і Л. М. Іллічева [9]. Особливості використання електронних ресурсів при викладанні математичних дисциплін розглядали О. С. Чашечникова, О. О. Одінцева, І. В. Гордієнко, О. М. Данильчук і Л. М. Попова [10] та Н. А. Тарасенкова, О. С. Чашечникова і І. М. Богатирьова [11], О. В. Карупу, Т. А. Олешко, В. В. Пахненко і А. О. Пашко [12, 13] та В. І. Трофименко, І. П. Кудзіновська і Т. Ю. Шкварницька [14].

Мета статті. Метою даної роботи є дослідження викладання окремих розділів математичного аналізу і надання на основі розгляду методичних рекомендацій до викладу навчального матеріалу студентам інженерних та ІТ напрямів (складові ТЕ (Technology, Engineering – технології, інженерія) акроніма STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics – наука, технології, інженерія, математика)) підготовки. При цьому особливу увагу ми приділяємо специфіці викладу цього навчального матеріалу англійською мовою іноземним та українським студентам в складі мультинаціональних англомовних груп.

Виклад основного матеріалу. Знання основних теоретичних засад та володіння навичками застосування математики, зокрема математичного аналізу, є важливим для професійного становлення майбутніх фахівців багатьох технічних спеціальностей.

В нашому університеті навчальні плани за більшістю інженерних напрямів підготовки включають тільки одну математичну дисципліну – синтетичний курс «Вища математика», до складу якої входять один чи декілька модулів пов'язаних з математичним аналізом (при цьому теорія ймовірностей та математична статистика входять у цей курс як окремий модуль або вивчаються як окрема дисципліна). Навчальні плани за всіма спеціальностями галузі знань «Інформаційні технології» передбачають вивчення кількох математичних дисциплін (при цьому розділи, пов'язані з математичним аналізом або вивчаються як окрема дисципліна «Математичний аналіз» або в складі дисципліни «Вища математика»).

Відмітимо, що, як мінімум, вивчаються такі розділи: вступ до аналізу (послідовності і функції), диференціальне числення функції однієї та кількох змінних, інтегральне числення функції однієї змінної. Крім того, в нашому університеті студентам деяких спеціальностей викладаються такі розділи математичного аналізу: диференціальні рівняння; ряди; кратні, криволінійні та поверхневі інтеграли; елементи теорії поля; теорія функції комплексної змінної; операційне числення. Вивчення звичайних диференціальних рівнянь, як правило, проводиться при вивченні дисциплін «Вища математика» і «Математичний аналіз», як окремий модуль. Зауважимо, що студенти, які навчаються за всіма спеціальностями, пов'язаними з інформатикою, отримують достатньо великий обсяг знань з комбінаторики під час вивчення дисципліни «Дискретна математика». Студенти, які навчаються за спеціальністю 113 «Прикладна математика», вивчають повний набір базових і певний набір спеціальних математичних дисциплін за своєю спеціалізацією. Тому їм окремо викладаються дві дисципліни «Математичний аналіз» і «Диференціальні рівняння».

Різноманітні дослідження з методики викладання математики проводились і проводяться багатьма авторами як в Україні, так і в інших країнах. Необхідність дослідження специфіки викладання математичних дисциплін, зокрема математичного аналізу, англійською мовою студентам, для яких ця мова не є рідною, виникла в зв'язку з розвитком англомовної освіти в неангломовних країнах. Частково ця специфіка є загальною для викладання усіх дисциплін, а частково має суто математичний характер. Крім того, вимушене впровадження дистанційного та змішаного навчання в останні роки актуалізувало питання дослідження відповідних процесів.

Розглянемо основні, на наш погляд, особливості, які є джерелом проблем, що постають при викладанні математичних дисциплін, зокрема питань, що відносяться до математичного аналізу, студентам мультинаціональних груп КАІ.

Перша особливість проявляється при навчанні усіх дисциплін в академічних групах з мультинаціональним складом (і українською і англійською мовами). Важливим чинником її виникнення є те, що мова навчання не є рідною для певної частини студентів; більшість з них навчалися в середній школі рідною для них мовою. Необхідно також пам'ятати, що певна частина іноземних студентів є носіями мов, для яких є характерними або відмінний від звичного для нас напрямок написання тексту або ієрогліфічна писемність.

Другою особливістю (яку показує аналіз стану і особливостей попередньої математичної підготовки контингенту іноземних і українських студентів, що навчаються в КАІ, і яка є причиною виникнення цілої низки питань щодо специфіки викладання математичних дисциплін), є те, що наші студенти є представниками різних систем освіти. Унаслідок цього рівень знань і обсяг інформації, набутих нашими студентами на попередніх

етапах навчання, залежить від того, в якій країні студент здобув середню освіту (це стосується і українських студентів). Крім того, в деяких академічних групах нашого університету частина студентів отримала шкільну освіту англійською мовою, а частина студентів отримала шкільну освіту рідною для них (і невідомою викладачу) мовою. Тому перед початком вивчення кожної нової теми в мультинаціональних групах прийнято надавати в письмовому вигляді перелік нових математичних термінів англійською (або українською і англійською) мовою, пояснювати їх зміст, звертаючи увагу на вимову та написання. Зауважимо, що єдиною мовою професійного спілкування між собою і з викладачем у англомовних групах є англійська, а в україномовних групах є українська.

Третьою особливістю (яка пов'язана з другою і проявляється при вивченні саме математичного аналізу) є певна відмінність в підході до оцінки значущості різних тем та їх взаємозв'язків, що практикувалися ще в середній школі. Крім того, існує суттєва відмінність в позначеннях елементарних функцій, прийнятих в різних країнах, яка має вплив на засвоєння студентами усіх тем математичного аналізу.

Приклад 1. Тригонометричні функції (trigonometric functions)

синус (sine): $y = \sin x$, косинус (cosine): $y = \cos x$;

тангенс (tangent): $y = \operatorname{tg}x = \tan x = \frac{\sin x}{\cos x}$, котангенс (cotangent): $y = \operatorname{ctg}x = \cot x = \frac{\cos x}{\sin x}$,

секанс (secant / secans): $y = \sec x = \frac{1}{\cos x}$,

косеканс (cosecant / cosecans): $y = \operatorname{cosec}x = \operatorname{csc}x = \frac{1}{\sin x}$.

Приклад 2. Обернені тригонометричні функції (inverse trigonometric functions)

арксинус (arcsine): $y = \operatorname{arcsin}x = \sin^{-1}x$, арккосинус (arccosine): $y = \operatorname{arccos}x = \cos^{-1}x$;

арктангенс (arctangent): $y = \operatorname{arctg}x = \operatorname{arctan}x = \tan^{-1}x$,

арккотангенс (arccotangent): $y = \operatorname{arctg}x = \operatorname{arccot}x = \cot^{-1}x$,

арксеканс (arcsecant / arcsecans): $y = \operatorname{arcsec}x = \sec^{-1}x$,

арккосеканс (arccosecant / arccosecans): $y = \operatorname{arccosec}x = \operatorname{arccsc}x = \operatorname{csc}^{-1}x$.

При викладанні інтегрального числення функції однієї змінної слід звернути увагу на те, що визначений інтеграл, як правило, вводиться в школах (в українських у тому числі) як приріст первісної. В зв'язку з цим ускладнюється сприйняття визначеного інтеграла як границі інтегральних сум, що знижує розуміння застосувань визначеного інтеграла. Крім того, з кожним роком знижується рівень просторового мислення студентів (у багатьох іноземних студентів воно майже відсутнє). У зв'язку з цим виникають проблеми при вивченні функцій кількох змінних та застосуванні визначених і кратних інтегралів, оскільки побудова потрібної області дуже часто стає для студентів нездоланою проблемою.

Відносно добре іноземні студенти засвоюють тему «Звичайні диференціальні рівняння», особливо лінійні рівняння зі сталими коефіцієнтами, що пов'язано з наявністю простих алгоритмів і відсутністю необхідності інтегрування. Слід приділяти увагу опануванню навичок розпізнавання основних типів диференціальних рівнянь, що інтегруються в квадратурах (підкреслюючи при цьому, що розглянутий їх перелік не вичерпує всього їх різноманіття і в майбутньому, при необхідності, можна звертатися до довідників). При чіткому викладі алгоритму розпізнавання найпростіших типів рівнянь значна частина іноземних студентів достатньо добре засвоює ці навички.

Зауважимо також, що крім проблеми вибору методу аналітичного розв'язування диференціального рівняння, перед студентом постає також і не менш складна проблема знаходження відповідних інтегралів. Тому саме на цьому етапі вивчення математичного аналізу і вищої математики (а не раніше) ми вважаємо доцільним надати студентам рекомендації по використанню систем комп'ютерної математики та онлайн-ресурсів до знаходження інтегралів. Корисним, особливо для іноземних студентів, є також

використання різноманітних опорних матеріалів, які крім рівнянь містять також і словесні описи ознак типів диференціальних рівнянь.

Відмітимо, що детальна алгоритмізація процедури вибору ознаки збіжності є дуже важливою також при дослідженні збіжності числових рядів. Проте, крім проблеми вибору ознаки збіжності, перед студентом постає також і не менш складна проблема знаходження відповідних границь. Саме тому на цьому етапі вивчення математичного аналізу ми вважаємо доцільним надати студентам рекомендації по використанню систем комп'ютерної математики та онлайн-ресурсів до обчислення границь.

Значні труднощі у іноземних (також і у багатьох українських) студентів, навіть з непоганою математичною підготовкою, виникають при вивченні рядів Фур'є та інтеграла Фур'є. Особливо складним для студентів є розв'язування задач на побудову АЧХ і ФЧХ, оскільки вони погано розрізняють різні випадки розвинення функцій в ряд та інтеграл Фур'є. При цьому слід зауважити, що для студентів багатьох технічних спеціальностей необхідність розв'язування задач спектрального аналізу періодичних і неперіодичних сигналів виникає в процесі вивчення спеціальних дисциплін, зокрема при виконанні курсових та кваліфікаційних робіт.

Ми вважаємо бажаним приділяти достатню увагу виробленню навичок розпізнавання основних видів типових задач, звертаючи їхню увагу на внутрішню математичну структуру задачі. Цікавим є питання про розробку, вибір і використання в навчальному процесі опорних матеріалів. Адаптація форми опорних матеріалів для студентів різних спеціальностей має певну ефективність: і українські і іноземні студенти, які навчаються за спеціальностями «Комп'ютерна інженерія» та «Інженерія програмного забезпечення» краще сприймають опорні матеріали, що включають блок-схеми відповідних алгоритмів. Для студентів, які навчаються за спеціальностями «Авіоніка», «Електронні пристрої та системи» та «Радіотехніка», опорні матеріали у вигляді таблиць є більш ефективними.

За нашими спостереженнями більшість іноземних та українських студентів добре сприймають опорні матеріали, які крім рівнянь і рисунків містять також і словесні описання ознак відповідних об'єктів. Відмітимо більшу готовність значної частини іноземних студентів порівняно з українськими використовувати системи комп'ютерної математики та онлайн-ресурси і певний рівень навичок застосування цих систем та ресурсів. Тому для хоча б часткової компенсації недоліків загальної математичної підготовки цих студентів ми рекомендуємо їм активне використання систем комп'ютерної математики і надаємо рекомендації по вибору англійських освітніх онлайн-ресурсів. Підкреслюємо, що безконтрольне використання студентами онлайн-калькуляторів та врахування викладачем таких можливостей в процесі складання тестів онлайн потребує серйозного обговорення і впровадження нестандартних підходів.

Вважаємо доцільним звернути увагу студентів на те, що словники (навіть математичні) і Google перекладач не завжди можуть допомогти одержати адекватний переклад математичного тексту. Тому ми рекомендуємо студентам в складних випадках використання не тільки Google перекладача, а і відповідних підручників і статей у Вікіпедії їх рідними мовами. З нашої точки зору приділення уваги формуванню у студентів навичок самостійного осмисленого опанування англійської термінології є дуже важливим для них, оскільки значна їх частина буде в майбутньому працювати в мультинаціональному полілінгвістичному середовищі. Також зауважимо важливість формування у студентів розуміння наявності різних позначень для деяких термінів в україномовній та англійській літературі.

Останніми роками викладачі і студенти зіткнулися з труднощами, пов'язаними з карантинними обмеженнями, які зумовили впровадження дистанційного та змішаного навчання, що виявилось дуже важким для студентів, які навчаються англійською мовою. Особливо складно організувати ефективні практичні заняття для студентів першого курсу. У КАІ під час карантину дистанційне навчання проводилось в Google Workspace (раніше G Suite) з використанням Google Classroom та Google Meet. Робота студентських команд, реалізована за допомогою Google Jamboard, була в цілому досить ефективною (див. [6, 10, 11, 14]).

Зазначимо, що з 24 лютого 2022 року всі викладачі зіткнулися з новими труднощами. Багато студентів мали проблеми з відсутністю доступу до безперебійного інтернет-

з'єднання і навіть телефонного зв'язку, що підвищило вимоги до матеріалів у Google Classroom та призвело до необхідності додаткових консультацій у Google Meet. Слід зазначити, що наші рекомендації щодо застосування освітніх онлайн-ресурсів виявилися дуже корисними для студентів. Найбільш ефективним для українських та іноземних англомовних студентів для асинхронного навчання з математичних дисциплін є використання освітніх онлайн-ресурсів «Math is Fun» та «Math24».

В рамках реалізації проектного підходу ми застосовуємо колективні форми роботи при проведенні практичних занять. Для цього здійснюється поділ академічної групи на декілька команд для спільного розв'язування декількох складних задач, взаємної перевірки засвоєння матеріалу, підготовки презентацій на практичних заняттях з подальшим обговоренням і порівнянням результатів. Дуже ефективним при цьому виявилось формування команд з українських і іноземних студентів (причому, бажано, з різних країн), до складу яких входять від трьох до п'яти осіб. Отримані результати є обнадійливими для подальшого вивчення розглянутого підходу.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Проведено аналіз практики викладання англійською мовою окремих розділів математичного аналізу іноземним та українським студентам, що навчаються за технічними напрямками в Державному університеті «Київський авіаційний інститут». Розглянуто особливості викладання математичного аналізу в мультинаціональних академічних групах, проаналізовано стан методичного забезпечення і надано певні рекомендації по роботі викладача для покращення засвоєння тем студентами різних категорій.

При роботі з іноземними студентами рекомендується приділяти більшу увагу виробленню навичок розпізнавання основних форм типових задач і навичок роботи з нестандартними задачами. Рекомендується детальна алгоритмізація викладачем цього процесу при проведенні практичних занять і консультацій з використанням різноманітних опорних конспектів. Ми вважаємо доцільним надавати іноземним студентам зі слабкою математичною і мовною підготовкою алгоритми розв'язування найпростіших типових задач і рекомендувати активне використання символічного ядра однієї з систем комп'ютерної математики. Ми також вважаємо корисним надавати студентам рекомендації по знаходженню математичної інформації в пошукових системах та по вибору англомовних освітніх онлайн-ресурсів.

Відмітимо, що спільне навчання іноземних та українських студентів дає можливість формувати інтернаціональні групи для участі в різноманітних проектах, зокрема по поглибленому вивченню окремих питань математики та розгляду її застосувань в професійній роботі майбутніх фахівців. Відмітимо, що студенти англомовних груп мають вищий рівень знань і сприйняття порівняно зі студентами звичайних груп. Вважаємо доцільним продовження досліджень як у напрямі поглиблення вивчення специфіки викладання англійською мовою окремих питань математичних дисциплін, зокрема математичного аналізу, так і ґрунтовного вивчення загальних особливостей викладання математичних дисциплін англомовним студентам.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Карупу, О. В., Олешко, Т. А., Пахненко, В. В. (2012). Про викладання математичних дисциплін англійською мовою іноземним студентам. Східно-Європейський журнал передових технологій, 2/2 (56), 11–14. (Karupu, O. W., Oleshko, T. A., Pakhnenko, V. V. (2012). About teaching of the mathematical disciplines for foreign students. About teaching of mathematical disciplines in English to foreign students. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2/2 (56), 11–14). <https://journals.uran.ua/eejet/article/view/3657>.
2. Карупу, О. В., Олешко, Т. А., Пахненко, В. В. (2023). Деякі актуальні проблеми викладання вищої математики англійською мовою іноземним та українським студентам в Національному авіаційному університеті. Актуальні питання природничо-математичної освіти, 1(21), 133–139. (Karupu, O. W., Oleshko, T. A., Pakhnenko, V. V. (2023). On some actual problems of teaching higher mathematics in English to foreign and Ukrainian students at

- the National Aviation University. Topical issues of natural science and mathematics education, 1(21), 133–139). DOI 10.5281/zenodo.8025550.
3. Карупу, О. В., Олешко, Т. А., Пахненко, В. В. (2015). Про деякі особливості викладання математичного аналізу англомовним студентам НАУ. Вісник Черкаського університету. Серія: Педагогічні науки, 20 (353). 26–31. (Karupu, O., Oleshko, T., Pakhnenko, V. (2015). On some specificity of teaching of Mathematical Analysis to foreign students of NAU. Bulletin of Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy. Series: Pedagogical Sciences, 20 (353). 26–31). <https://ped-ejournal.cdu.edu.ua/article/view/651>.
 4. Тарасенкова, Н. А., Сердюк, З. О. (2021). Особливості викладання курсу математичного аналізу для фахівців з аналізу даних. Вісник Черкаського Університету. Серія: Прикладна математика. Інформатика. 1, 77–86. (Tarasenkova, N., Serdiuk, Z. (2021). Peculiarities of Teaching the Course of Mathematical Analysis for Specialists in Data Mining. Cherkasy university bulletin: Applied mathematics. Informatics. 1, 77–86). DOI: 10.31651/2076-5886-2020-1-77-86.
 5. Карупу, О. В., Олешко, Т. А., Пахненко, В. В. (2017). Аналіз практики викладання звичайних диференціальних рівнянь англомовним студентам технічних спеціальностей в Національному авіаційному університеті. Фізико-математична освіта. 4 (14). С. 33–36. (Karupu, O., Oleshko, T., Pakhnenko, V. (2017). Analysis of practice of teaching ordinary differential equations to english-speaking students of technical specialties in NAU). <https://doi.org/10.17721/1812-5409.2019/4.9>.
 6. Karupu, O., Oleshko, T., Pakhnenko, V. (2021). Modeling Future Aviation and IT Specialists' Professional Skills Development on Mathematical Practical Training with Application of Information Technologies. 2021 IEEE 3rd International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT), 215–220. <https://doi.org/10.1109/ATIT54053.2021.9678904>
 7. Репета, В., Репета, Л. (2024). Вивчення теорії границь студентами технічних спеціальностей: типові проблеми та поради щодо їх подолання (з власного досвіду викладання). *SWorldJournal*, 3(25-03), 23–27. (Repeta, V., Repeta, L. (2024). Studying the theory of boundaries by engineering students: typical problems and tips for overcoming them (from own teaching experience). *SWorldJournal*, 3(25-03), 23–27.). <https://doi.org/10.30888/2663-5712.2024-25-00-027>.
 8. Репета, В., Репета, Л. (2023). Вивчення числових рядів студентами технічних спеціальностей: типові проблеми та поради щодо їх подолання (з власного досвіду викладання). *SWorldJournal*, 2 (20-02), 32–37. (Repeta, V., Repeta, L. (2023). Study of number series by engineering students: typical problems and tips for overcoming them (from own teaching experience). *SWorldJournal*, 2(20-02), 32–37.). <https://doi.org/10.30888/2663-5712.2023-20-02-012>.
 9. Томашук, О., Самусенко, П., Лещинський, О., Іллічева, Л. (2024). Методика формування поняття границі послідовності у студентів закладів вищої освіти. Фізико-математична освіта. 39 (2), 60–67. (Tomashchuk, O., Samusenko, P., Leshchynskii, O., Illicheva, L. (2024). Methods of forming the concept of sequence limits for students of higher education institutions. *Physical and Mathematical Education*. 39 (2), 60–67. <https://doi.org/10.31110/fmo2024.v39i2-08>.
 10. Karupu, O. W., Oleshko T. A., Pakhnenko V. V., Pashko A. O. (2019). Applying information technologies to mathematical education of IT specialists in English-speaking academic groups. Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Series: Physics & Mathematics, 4, 70–75. DOI: 10.17721/1812-5409.2019/4.
 11. Karupu, O., Oleshko, T., Pakhnenko, V., Pashko, A. (2023). Application of Google Workspace in Mathematical Training of Future Specialists in the Field of Information Technology. In: Hu, Z., Dychka, I., He, M. (eds) *Advances in Computer Science for Engineering and Education VI. ICCSEEA 2023. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 181. Cham: Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-36118-0_80.

12. Chashechnikova, O., Odintsova, O., Hordiienko, I., Danylchuk, O., Popova, L. (2024). Innovative technologies for the development of critical thinking in students. *Amazonia Investiga*, 13(81), 197–213. <https://doi.org/10.34069/AI/2024.81.09.16>.
13. Tarasenkova, N., Chashechnikova, O., Bogatyreva, I. (2013). Peculiar Properties of Mathematics Teacher Training in Ukraine. *American Journal of Educational Research*. 1(11), 490–495. DOI: 10.12691/education-1-11-6.
14. Трофименко, В., Кудзіновська, І., Шкварницька, Т. (2021). Використання інформаційних технологій при навчанні математичних дисциплін. Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка, 198, 185–199. (Trofyomenko, V. I. , Kudzinovskaya, I. P., Shkvarnytska, T. Iu. (2021). Use of information technologies in teaching te mathematical disciplines. *Academic Notes. Series: Pedagogical sciences*. Кропувнытський: CUSPU after V. Vinnichenko, 198, 185–199). <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2021-1-198-185-189>.

Karupu O. W, Oleshko T. A, Pakhnenko V. V. On some actual problems of teaching certain issues of mathematical analysis.

Summary. The problems of teaching *Mathematical Analysis* to Ukrainian and foreign English-speaking students of technical specialties at Kyiv Aviation Institute (National Aviation University until 2024) are considered. Foreign students at KAI have the opportunity to study both in Ukrainian and in English. The majority of foreign students choose to study in English-speaking groups, since English is one of the official languages of ICAO (International Civil Aviation Organization). Professional education in English for future aviation specialists provides additional professional opportunities, in particular when working in international aviation companies. Therefore, a significant part of Ukrainian students also choose to study in English. A certain part of foreign students choose to study in Ukrainian-speaking groups.

The article analyzes the experience of authors' teaching of *Mathematical Analysis* in English to foreign and Ukrainian English-speaking students of KAI, who study on engineering and IT specialties. The article analyzes the practice of teaching certain issues of discipline «*Mathematical Analysis*» in English to Ukrainian and foreign students of various technical specialties in English-speaking multinational academic groups at KAI. The features of the student contingent of English-speaking groups and the methodological and organizational problems that teachers face when teaching mathematical analysis to students not being native speakers of English are considered. The teaching of mathematical analysis to students studying in engineering and IT specialties is considered. In particular, the peculiarities of teaching certain issues of *Mathematical Analysis* in English-speaking multinational academic groups are analyzed and recommendations to improve students' assimilation of theoretical material and their development of practical problem-solving skills are provided. A collaborative approach and wide use of various supporting materials adapted for students of different specialties are recommended. On lectures, practical classes and consultations, it is recommended to organize the work of multinational student teams. On online classes in Google Workspace in Google Classroom and Google Meet, this work is implemented using Google Jamboard.

Key words: *Mathematical Analysis, teaching Mathematical Analysis, teaching in English, teaching in multinational academic groups.*

Подано до друку 30.03.2025

Прийнято до друку 09.04.2025

УДК 373.5.091:512/517

DOI 10.24139/2519-2361/2025.01/45-53

М. В. Босовський

ORCID ID 0000-0001-7335-0034

З. О. Сердюк

ORCID ID 0000-0002-9376-4346

П. А. Іваненко

ORCID ID 0009-0008-8233-6072

Черкаський національний університет
імені Богдана Хмельницького

КОМПЕТЕНТІСНИЙ ПІДХІД У ВИВЧЕННІ МАТЕМАТИКИ В СТАРШІЙ ПРОФІЛЬНІЙ ШКОЛІ

У статті розглядається актуальність проблем застосування компетентнісного підходу у викладанні алгебри і початків математичного аналізу в старшій профільній школі, визначені ключові проблеми, з якими стикаються учні під час вивчення цього предмету, що включають труднощі у розумінні абстрактних математичних понять, відсутність чіткого зв'язку між математикою та реальними життєвими ситуаціями, наявність прогалів у знаннях з попередніх класів, складність математичних обчислень та недостатній рівень підготовки вчителів.

У дослідженні підкреслюється важливість інтеграції знань, навичок та компетенцій з різних освітніх галузей для ефективного навчання математики; наголошено на необхідності розвитку критичного та проблемного мислення в учнів, а також на важливості застосування математичних концепцій у різноманітних контекстах.

Стаття містить аналіз сучасних досліджень з даної проблематики, де розглядаються різні моделі компетентнісного підходу та їх адаптація до освітнього процесу; підкреслено, що компетентнісний підхід передбачає зміщення акценту з процесу навчання на його результати, орієнтуючись на потреби суспільства та ринку праці.

У роботі також пропонуються конкретні методичні рекомендації щодо застосування компетентнісного підходу у викладанні алгебри і початків аналізу. Зокрема, рекомендовано починати навчальний рік з перевірки базових знань учнів, систематизувати знання та розвивати навички їх застосування до нових ситуацій.

Особлива увага приділяється використанню міжпредметних зв'язків, застосуванню математики для розв'язання практичних задач, практико-орієнтованих та компетентнісних задач, використанню сучасних технологій та розвитку навичок самостійної роботи учнів; підкреслено, що компетентнісний підхід сприяє не лише засвоєнню теоретичних знань, але й формуванню в учнів практичних навичок, необхідних для успішної професійної діяльності.

Ключові слова: компетентнісний підхід, алгебра і початки математичного аналізу, старша профільна школа, критичне мислення, проблемне мислення, освітні виклики, методика навчання, математичні компетентності.

Постановка проблеми. Теми, що пропонуються учням та ученицям старших класів для вивчення з математики загалом є досить складними у розумінні, опанування та потребують від учнів значних зусиль під час їх засвоєння. Крім того, відбиток відповідальності накладає ще й майбутнє ЗНО /НМТ, без якого наразі неможливий вступ до ЗВО. Зокрема під час вивчення алгебри і початків аналізу виникає цілий ряд проблем, що ускладнюють вивчення математики учнями старших класів загалом, а саме:

- складності сприйняття абстрактних понять (границі, похідні, інтеграли), ці концепції вимагають високо рівня міркування, який не завжди зрозумілий, що ускладнює їх сприйняття та розуміння.

- математичні поняття та реальність життя не мають тісного зв'язку (учні часто не бачать як математика застосовується у житті, а тому уроки здаються роз'єднаними та непов'язаними).
- прогалини знань з попередніх класів (прогалини в темах попередніх класів створюють перешкоди для більш складних тем).
- складність математичних обчислень (часто через помилки у складних математичних обчисленнях учні втрачають інтерес до вивчення інших тем).
- недостатній рівень підготовки (через недостатній рівень підготовки вчителів, учні не отримують тих знань, які допомагали б їм у вирішенні складних задач).
- труднощі з логічним мисленням (деяким учням важко будувати структуровані аргументи та аналізувати проблеми крок за кроком).
- методика не досить на високому рівні (методики не мають різних стилів, через що учні втрачають інтерес).
- недостатнє використання цифрових та інтерактивних технологій (у сучасну цифрову епоху недостатньо використовуються технології, які можуть значно покращити виклад матеріалу та підсилити інтерес учнів до навчання).

Для подолання таких проблем важливо використовувати компетентнісний підхід у вивченні математики.

Аналіз актуальних досліджень. Важливо зазначити, що моделі компетентісного підходу, розроблені науковцями та запропоновані для впровадження в освітній процес загальноосвітніх та вищих навчальних закладів, базуються на ґрунтовному розумінні понять «компетентність» і «компетентнісний підхід». Ці моделі зосереджені на їхній структурі, ключових компонентах, методологічній розробці, технологічному застосуванні та оцінці рівнів сформованості компетентностей.

Серед дослідників, що зосереджували свої наукові розвідки на компетентісному підході, зазначимо Н. Бібік [1], І. Бех [2], Л. Буркову [3], Н. Глузман [4], В. Заболотного [5], В. Лугового [6], Н. Муранову [7], О. Савченко [8], С. Скворцову [9], Н. Тарасенкову [10; 11] та ін. Кожен із цих науковців подає власну інтерпретацію компетентісного підходу, сприяючи глибшому розумінню концепції, водночас пропонуючи нові погляди на її практичне застосування в освітньому процесі.

Зокрема Н. Бібік вважає [1], що компетентнісний підхід забезпечує зміщення від освітнього процесу до його результатів, акцентуючи увагу на тому, що є актуальним і затребуваним у суспільстві. Такий підхід сприяє спроможності професіоналів задовольняти потреби ринку праці, а також підвищує потенціал особистості для вирішення реальних життєвих проблем.

Безумовно, компетентнісний підхід, як і будь-яка інша освітня парадигма, запроваджена в освітній системі, є орієнтованим на результат. Однак, крім спільних загальних рис, він також має відмінні та специфічні характеристики.

Аналіз досліджень щодо розробки та впровадження компетентісного підходу в освіту висвітлює активну роботу щодо узгодження цього підходу з існуючими освітніми реаліями. Однак це часто призводить до спотворення ключових понять та їх суті. Прагнення до інновацій в освітніх цілях і процесах без критичної переоцінки застарілих традицій, які більше не відповідають сучасним потребам, може бути згубним. Це не тільки підриває теоретико-методологічні основи компетентісного підходу, змінюючи його основне значення, але й впливає на ефективність та результати навчального процесу.

Сьогодні компетентнісний підхід вважається необхідністю часу. У результаті сучасні дослідники продовжують досліджувати та обґрунтовувати його сутнісні характеристики, відрізняючи його від інших освітніх підходів.

Мета статті – розглянути та охарактеризувати особливості методики компетентісного підходу у вивченні алгебри і початків аналізу в старшій профільній школі.

Виклад основного матеріалу. Основною метою викладання математики в ЗЗСО є формування культури математичного рівня, необхідного для повсякденного життя, навчання та виконання професійних обов'язків. Математика виступає базовим інструментом, який сприяє розвитку освітнього, творчого та інтелектуального потенціалу особистості.

Під час поглибленого вивчення математики в профільних класах вага цих завдань значно збільшується. Це зумовлено потребою виявлення та вдосконалення математичних здібностей учнів, формування в них стійкого інтересу до математики та є допомогою обрання професійної сфери, а також для підготовки до навчання у закладах вищої освіти.

Організація навчального процесу у фізико-математичних класах має ґрунтуватися на ряді ключових принципів. Вивчення математики в цих класах має забезпечувати учням базові знання та широкий розвиток математичного мислення на основі поглибленого курсу математики. Для необхідно створювати умови для ефективного розгляду актуальних питань навчальної програми.

Програма та найкращі методи викладання математики мають гармонійно поєднуватися та розглядатися з урахуванням розумових здібностей учнів.

Крім того, випускники математичних класів повинні володіти такими знаннями та навичками, які повністю відповідають стандартам математичної підготовки учнів звичайних шкіл, але водночас будуть значно глибшими та стійкішими. Завдяки цій підготовці учні фізико-математичних класів зможуть творчо підходити до вивчення математики, самостійно працювати з математичною літературою, зберігати та передавати інтерес до предметів фізико-математичного циклу до завершення навчання.

Перевагою викладання математики в таких класах відкриває широкі можливості для індивідуалізації навчального процесу. Використання евристичного методу та проблемного підходу сприяє активізації навчальної діяльності учнів. Особливу увагу слід приділяти розв'язанню нестандартних задач, конкурсних завдань, а також завдань, що прокачують мозок та зустрічаються на вступних іспитах до закладів вищої освіти. Теоретичні й прикладні задачі, пов'язані з різними розділами програми, повинні вивчатися систематично протягом усього навчального року.

Важливою складовою є врахування вікових особливостей та потреб учнів під час поглибленого вивчення математики у старшій школі. Школярі повинні мати стійкий інтерес до математики та бути вмотивовані обрати професію, пов'язану з цією наукою.

Навчання у профільних старших класах орієнтоване на підготовку учнів до здобуття вищої освіти. Метою таких класів є підготовка до навчання за спеціальностями, де математика відіграє ключову роль. Основним принципом математичної підготовки у фізико-математичних класах є ідеалізація професійної діяльності математика.

Фундаментом математичної підготовки у 10–11 класах закладають теми стереометрії та алгебри з початками аналізу. Вони відрізняються від загальноосвітніх не стільки обсягом матеріалу, а скільки спрямованістю на засвоєння тем з елементами вищої математики. Найефективнішими методами є впроваджувати принцип моделювання професійної діяльності дозволяють факультативні курси та індивідуальні завдання з поглибленим вивченням математики [10; 11].

Якими професійними якостями характеризується математик? Це, передусім, особистість із широкими знаннями як у математиці, так і в суміжних дисциплінах, здатна постійно вдосконалювати та самостійно здобувати нові знання. Вища математика вирізняє вміння отримувати нові результати у своїй сфері, застосовувати математику як інструмент для розв'язання прикладних задач, чітко презентувати свої дослідження та роботи колег, а також навчати інших.

Такий фахівець виконує різні ролі в науковому середовищі: учня, співробітника, педагога та керівника.

Отже, математична підготовка у фізико-математичних класах має переплітатися з університетською освітою, сприяючи її вдосконаленню. Професійна спрямованість навчання повинна пронизувати всі рівні, починаючи з базового курсу математики та закінчуючи темами вищої математики [11].

Основний курс математики в цих класах за тематикою практично не відрізняється від базового курсу загальноосвітньої школи. Проте головна відмінність полягає у глибині засвоєння матеріалу та формуванні критичного стилю мислення, який є необхідною рисою математиків. Поглиблене вивчення математики полягає не в розширенні програми, а в застосуванні в задачах будь-якого рівня. Лише невелика кількість учнів здатна опанувати

збільшення обсягу програми, яке характерне сучасним програмам для класів фізико-математичного профілю з дворічним терміном навчання.

Досвід класів із поглибленим вивченням математики в Україні свідчить про недоцільність перенасичення програм додатковими темами. Це спочатку призводить до перевантаження та зниження інтересу учнів, а потім до їх відсіву.

Система підібраних складних задач із достатнім навантаженням та інноваційними методами навчання, пов'язаний із темами, що сприяють ефективному засвоєнню математичних знань.

Курс математики, розроблений для профільних класів фізико-математичного напрямку, спрямований на:

- формування в учнів умінь застосовувати математику під час дослідження реальних процесів і явищ;
- забезпечення високого рівня виконання професійних обов'язків.

Для учнів 10–11 класів із поглибленим вивченням математики передбачений спеціальний курс прикладної математики. Основними завданнями цього курсу є розвиток логічного мислення школярів, закріплення базових математичних понять та їхнє практичне застосування. У класах фізико-математичного профілю навчання може здійснюватися за програмою для 10–11 класів із поглибленим вивченням математики, укладеною М. І. Бурдою, М. І. Жалдаком, Т. В. Колесник, Т. М. Хмарою, М. І. Шкілем та М. Й. Ядренком. Ця програма розрахована на 8 годин на тиждень.

На сьогодні створено велику кількість програмних засобів, які орієнтовані на використання у процесі навчання математики. Серед них можна виділити такі програми, як DERIVE, EUREKA, GRAN1, Maple, MathCAD, Mathematica, MATLAB, Maxima, Numeri, Reduce та інші.

Компетентнісний підхід до викладання алгебри і початків аналізу побудований на інтеграції знань, умінь та навичок для вирішення реальних проблем і формування здатності використовувати математичні знання у практичних ситуаціях. Це забезпечує розвиток критичного мислення, творчого підходу до розв'язання задач і сприяє підготовці учнів до сучасних викликів у навчанні та професійній діяльності.

Навчальний рік важливо почати з перевірити базові знання, а саме властивості функцій, рівнянь, нерівностей, тригонометрії. Цей етап спрямований на систематизацію знань і розвиток навичок та їх застосування до нових ситуацій. Саме на цьому етапі варто включити завдання прикладного характеру, наприклад, розв'язування задач на оптимізацію чи моделювання фізичних процесів.

Під час вивчення тригонометричних функцій доцільно включати задачі, які зустрічаються у житті: обчислення висоти об'єктів за кутами нахилу, аналіз хвильових процесів, циклічних явищ (доба, рік, місяць). Обернені тригонометричні функції можна розглядати переплітаючи із задачами навігації або проектування.

Вивчення многочленів, раціональних рівнянь і нерівностей дозволяє учням заглибитись у вивчення алгебраїчних структур, що є основою математичного моделювання. Прикладом може бути застосування многочленів для аналізу економічних моделей, фінансового планування або механічних систем.

Вивчення основ стереометрії можна пов'язати із задачами на обчислення об'ємів та площ поверхонь, що використовується у будівництві, дизайні чи виробництві. Саме використання програм 3D-моделювання значно підвищить зацікавленість учнів і наочність навчання.

Питання, пов'язані з координатами та векторами у просторі, відкривають можливості для роботи з багатовимірними задачами та моделюванням руху. Під час вивчення цих тем учні можуть аналізувати задачі, пов'язані з траєкторіями польотів, механічними системами або задачами оптимізації в просторі.

Розглядаючи показникові, логарифмічні та степеневі функції, матеріал варто пов'язувати із задачами практичного характеру, такими як аналізом зростання населення,

фінансовими моделями (процентні ставки, кредити), прогнозуванням та аналізом експоненціального зростання.

Інтегральне числення варто вивчати через обчислення площ, об'ємів, аналізу швидкості та прискорення. Диференціальні рівняння варто пов'язати із задачами фізики, хімії чи економіки, де такі рівняння описують реальні процеси.

Вивчення елементів комбінаторики та теорії ймовірностей спрямоване на розвиток вміння оцінювати ймовірність подій, будувати прогнози чи аналізувати ризики. Це може бути корисним у задачах статистики, фінансів чи біології.

Ознайомлення з комплексними числами може бути подане через їх застосування у фізиці, електроніці чи інженерії. Наприклад, учні можуть вивчати, як комплексні числа використовуються для опису електричних ланцюгів або обробки сигналів.

Компетентнісний підхід дозволяє учням не лише глибоко вивчати алгебру та початки аналізу, а й розвивати навички, необхідні для розв'язання життєвих і професійних завдань, тобто формувати відповідні практичні компетентності.

Вивчення математики на профільному рівні передбачає більш глибоке і широке використання знань, що дозволяє учням не тільки розв'язувати стандартні задачі, але й адаптувати свої математичні навички до складних і специфічних ситуацій, що можуть виникнути в професійній діяльності або в наукових дослідженнях.

Учні, які навчаються на профільному рівні, повинні продемонструвати високий рівень розуміння математичних понять і здатність застосовувати їх в інших дисциплінах, зокрема, фізиці, економіці, техніці чи інженерії. Оцінка їхніх знань та навичок включає здатність не тільки виводити математичні формули, але й аналізувати реальні ситуації, моделювати різні процеси та інтерпретувати отримані результати у контексті конкретних прикладних задач.

Ключовим є вміння учня не лише використовувати стандартні математичні методи для розв'язування задач, а й обирати різноманітні найефективніші підходи до вирішення більш складних задач, що передбачають комбінацію різних математичних розв'язків. Наприклад, учень повинен вміти застосовувати інтеграли для обчислення площ і об'ємів, а також використовувати їх для аналізу економічних чи екологічних процесів. Водночас, він має вміти працювати з диференціальними рівняннями для моделювання фізичних явищ або використовувати алгебраїчні методи для вирішення задач, пов'язаних з фізичними явищами.

Ще одним важливим аспектом є здатність до самостійного розв'язання завдань підвищеної складності. Учні класів профільного чи поглибленого рівня повинні не лише самостійно вирішувати різні типи задач, які вивчаються в курсі, але й вміти знаходити вихід із будь-яких нестандартних ситуацій, аналізуючи різноманітні фактори і враховуючи особливості конкретної проблеми. Це передбачає вміння застосовувати математичні знання в міждисциплінарних проектах, де поєднуються інші науки.

Профільне навчання також передбачає значну увагу до використання сучасних технологій у процесі вирішення задач. Учні повинні володіти навичками роботи з математичними програмами, такими як MathCAD, Maple, GeoGebra, для моделювання складних процесів, побудови графіків, розв'язування систем рівнянь і виконання інших обчислень. Це дозволяє глибше осмислювати навчальний матеріал та застосовувати його до реальних ситуацій, таких як прогнозування економічних процесів або аналіз технічних характеристик.

Оцінка цих компетентностей на профільному рівні також враховує здатність учнів та учениць якісно презентувати свої математичні ідеї та рішення. Важливо, щоб учні могли не лише розуміти проблему та знаходити її рішення, але й чітко і логічно представляти своє розв'язання, також аргументувати свої вибори та представляти результати в науково обґрунтованому вигляді, використовуючи математичні терміни та мову.

Рівень сформованості компетентностей у рамках профільного навчання можна оцінювати за кількома ступенями. На базовому рівні учень володіє лише основними навичками та знаннями, необхідними для виконання стандартних задач. На середньому рівні учень здатний розв'язувати більш складні задачі, застосовуючи знання з різних галузей математики. На високому рівні учень самостійно та ефективно використовує математичні методи для вирішення міждисциплінарних задач, а також застосовує сучасні

технології для моделювання процесів та аналізу даних. На експертному рівні учень може розробляти нові математичні моделі для вирішення нестандартних задач, ефективно працювати з великими обсягами даних і застосовувати інноваційні методи для вирішення актуальних проблем у науці, техніці та інших сферах.

Таким чином, оцінка здобутих учнями та ученицями компетентностей під час їх навчання математики на профільному рівні спрямована не лише на перевірку знань, а й на розвиток здатності учнів використовувати математичні інструменти для вирішення складних реальних проблем, що є важливим для їх подальшої професійної діяльності.

Важливим у піднятті рівня сформованості компетентностей являються тренінги. Тренінги для учнів профільних класів з алгебри та початків аналізу повинні бути орієнтовані на розвиток компетентностей, які дозволяють ефективно використовувати математичні знання для вирішення реальних завдань. Один із таких тренінгів може бути спрямований на математичне моделювання реальних процесів, що дає учням змогу застосовувати вивчені методи для вирішення практичних задач, таких як оптимізація або прогнозування економічних змін. Під час таких занять учні використовують рівняння та функції для моделювання економічних, фізичних чи соціальних процесів, що дозволяє краще зрозуміти важливість математичних методів у різних сферах.

Інший тренінг може бути фокусований на розв'язуванні складних задач з алгебри та початків аналізу, які часто зустрічаються на олімпіадах чи вступних іспитах. Тут учні працюють над нестандартними задачами, які вимагають глибшого розуміння математичних концепцій та розвитку логічного мислення. Такі тренінги сприяють розвитку здатності мислити креативно та шукати нові підходи до вирішення складних проблем.

Ще один ефективний тренінг полягає у використанні сучасних технологій для вивчення математики. Програми на зразок GeoGebra чи MathCAD дозволяють учням не лише візуалізувати математичні функції, а й виконувати складні обчислення, що робить процес навчання набагато більш динамічним та доступним. Це дозволяє учням швидко перевіряти свої рішення, а також краще зрозуміти, як математичні концепції можуть бути застосовані в реальному житті.

Проектна діяльність також є важливою частиною тренінгів для старшокласників. Вона дозволяє учням застосовувати свої математичні знання для вирішення міждисциплінарних задач, що поєднують математику з іншими науками, такими як фізика або економіка. Наприклад, учні можуть розв'язувати задачі, що стосуються руху тіл або теплопередачі, використовуючи методи диференціальних рівнянь або інтеграції.

У тренінгах з аналізу реальних даних учні можуть вчитися працювати з математичними моделями на основі статистичних даних. Це розвиває вміння використовувати математичні методи для прогнозування або оптимізації процесів, таких як аналіз попиту на продукцію або ефективності інвестицій. Такі тренінги дозволяють учням відчувати, як математичні знання застосовуються в реальних бізнес-ситуаціях.

Командні тренінги є ще одним важливим елементом навчання, оскільки вони допомагають учням розвивати навички співпраці. Працюючи разом над складними математичними задачами, учні не лише поглиблюють свої знання, а й вчаться комунікувати, аргументувати свої рішення і допомагати іншим у розв'язанні проблем, тобто формують так звані *soft skills*. Це важлива складова підготовки до майбутньої професійної діяльності, де вміння працювати в команді та вирішувати складні завдання разом із колегами є невід'ємною частиною успіху.

Усі ці тренінги мають на меті не тільки підвищення рівня знань учнів, а й розвиток їхніх практичних навичок, що необхідні для успішної кар'єри в математичних, інженерних або наукових галузях. Вони формують вміння застосовувати теоретичні знання в реальному житті та стимулюють до подальшого навчання і професійного розвитку.

Вивчення алгебри і початків аналізу в профільних класах школи має вагоме значення для формування математичної компетентності учнів, що дозволяє їм ефективно використовувати математичні знання для розв'язання реальних проблем у різних сферах.

Занурення у ці теми не лише сприяє глибокому розумінню математичних концепцій, але й розвиває здатність застосовувати їх у практиці, що є необхідним для подальшого навчання у вищих навчальних закладах та професійної діяльності. Орієнтація на компетентнісні підходи, такі як використання сучасних технологій, моделювання реальних ситуацій, вирішення нестандартних задач і робота над проектами, допомагає учням розвивати критичне та креативне мислення, а також вміння використовувати математичні інструменти для аналізу складних явищ.

Це дозволяє учням фізико-математичних класів не лише отримати глибокі теоретичні знання, а й розвинути практичні навички, що стануть основою для їхнього успішного навчання в університетах і кар'єри в галузях, де математика є основою для досягнення професійних результатів.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Важливо зазначити, що вивчення методів навчання математики, зокрема в контексті алгебри і початків математичного аналізу в старших профільних класах ЗЗСО, відкриває кілька важливих висновків. Сучасні методи навчання, якщо вони узгоджені зі стратегіями активного навчання, відіграють значну роль у покращенні розуміння учнями математичних понять і залучення до них. Використання інноваційних інструментів, таких як цифрові платформи, інтерактивні вправи та реальні програми, робить абстрактні поняття більш доступними та пов'язаними.

Крім того, інтеграція міждисциплінарних підходів, які подолають розрив між математикою та іншими предметами, може сприяти глибшому розумінню того, як математичні теорії застосовуються до сценаріїв реального світу. Це може підвищити мотивацію учнів та інтерес до математики, гарантуючи, що вони розглядатимуть її як корисний інструмент для вирішення практичних завдань.

Незважаючи на ці досягнення, кілька проблем залишаються, включаючи потребу в більш персоналізованих стратегіях навчання, задоволенні індивідуальних потреб учнів і подоланні прогалин у знаннях, які можуть існувати в математичному фоні учнів. Ці фактори продовжують створювати перешкоди для ефективного викладання та навчання математики.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ/ REFERENCES

1. Бібік, Н. М., Ващенко, Л. С., Савченко, О. Я. (2004). Компетентнісний підхід: рефлексивний аналіз застосування. Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи: кол. Монографія. Київ: К.І.С. (Bibyk, N. M., Vashchenko, L. S., Savchenko, O. I. (2004). Competency approach: reflective analysis of application. Competency approach in modern education: world experience and Ukrainian perspectives: col. Monograph. Kyiv).
2. Бех, І. Д. (2009). Компетентнісний підхід у сучасній освіті. Вища освіта. Київ: Гнозис. (Beh, I. D. (2009). Competency approach in modern education. Higher education. Kyiv: Gnosis).
3. Буркова, Л. В. (2010). Генеза компетентнісного підходу. Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. 30, (10–16). (Burkova, L. V. (2010). The genesis of the competence approach. Scientific notes of Mykhailo Kotsyubynskiyi Vinnytsia State Pedagogical University. 30, (10–16)).
4. Глузман, Н. А. (2010). Методико-математична компетентність майбутніх учителів початкових класів: монографія. Київ: Вища школа. (Gluzman, N. A. (2010). Methodological and mathematical competence of future primary school teachers: monograph. Kyiv: Higher School).
5. Заболотний, В. Ф. (2009). Формування методичної компетентності учителя фізики засобами мультимедіа: монографія. Вінниця: Едельвейс. (Zabolotny, V. F. (2009). Formation of methodological competence of a physics teacher by means of multimedia: monograph. Vinnytsia: Edelweiss).
6. Луговий, В. І. (2010). Запровадження компетентнісного підходу у вищій освіті – вимога часу, Сучасні навчальні заклади. Київ. (Lugovoi, V. (2010). Introduction of the competency-based approach in higher education is the need of the hour, Modern educational institutions. Kyiv).

7. Муранова, Н. П. (2012). Компетентнісний підхід як теоретичне підґрунтя фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті. Актуальні проблеми вищої професійної освіти України. Київ: НАУ. (Muranova, N. (2012). Competency approach as a theoretical basis of physical and mathematical preparation of high school students for study at a technical university. Actual problems of higher professional education of Ukraine. Kyiv: NAU).
8. Савченко, О. Я. (2014). Уміння вчитися як ключова компетентність загальної середньої освіти. Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи: під заг. ред. О. В. Овчарук. Київ: К.І.С. (Savchenko, O. (2014). The ability to learn as a key competence of general secondary education. Competency approach in modern education: world experience and Ukrainian perspectives. (Ed. O. V. Ovcharuk. Kyiv).
9. Скворцова, С. О. (2009). Професійна компетентність вчителя: зміст поняття. Наука і освіта. 10. (93-96). (Skvortsova, S. O. (2009). Teacher's professional competence: the meaning of the concept. Science and education. 10. (93-96)).
10. Тарасенкова, Н. А., Богатирьова, І. М., Коломієць, О. М., Сердюк, З.О. (2015). Засоби перевірки математичної компетентності в основній школі. Science and education a new dimension. III (26), 71. (21-25). (Tarasenkova, N. A., Bogatyreva, I. M., Kolomiets, O. M., Serdyuk, Z. O. (2015). Means of checking mathematical competence in primary school. Science and education a new dimension. III (26), 71. (21-25)).
11. Тарасенкова, Н. А., Акуленко, І.А., Лов'янова, І.В., Сердюк, З.О. (2017). Організація навчання математики у старшій профільній школі: монографія. Черкаси: Видавець ФОП Гордієнко. (Tarasenkova, N. A., Akulenko, I.A., Lovyanova, I.V., Serdyuk, Z. O. (2017). The organization of mathematics education in a senior specialized school: a monograph. Cherkasy: Publisher of FOP Gordienko).
12. Ткаченко, О., Кожевнікова М. (2014). Формування компетентностей на уроках математики. Математика в школах України. 6. 2-3. (Tkachenko, O., Kozhevnikova M. (2014). Formation of competencies in mathematics lessons. Mathematics in schools of Ukraine. 6. 2-3.)

Bosovskyi M., Serdiuk Z., Ivanenko P. Competency-Based Approach in Teaching Mathematics in Specialized Schools.

Summary. The article discusses the relevance of the problems of applying the competency-based approach in teaching algebra and the beginnings of mathematical analysis in senior specialized schools. The authors identify the key problems that students face while studying these disciplines, which include difficulties in understanding abstract mathematical concepts, the lack of a clear connection between mathematics and real-life situations, the presence of gaps in knowledge from previous grades, the complexity of mathematical calculations, and insufficient teacher preparation.

The study emphasizes the importance of integrating knowledge, skills, and competencies from various educational fields for effective mathematics education. The authors stress the need to develop students' critical and problem-solving thinking, as well as the importance of applying mathematical concepts in various contexts.

The article includes an analysis of current research on this issue, examining different models of the competency-based approach and their adaptation to the educational process. The authors emphasize that the competency-based approach involves shifting the focus from the learning process to its outcomes, focusing on the needs of society and the labor market.

The article also offers specific methodological recommendations for applying the competency-based approach in teaching algebra and the beginnings of analysis. In particular, the authors recommend starting the academic year with a review of students' basic knowledge, systematizing knowledge, and developing skills to apply it to new situations.

Particular attention is paid to the use of interdisciplinary connections, the application of mathematics to solve practical problems, the use of modern technologies, and the development of students' independent work skills.

The authors emphasize that the competency-based approach promotes not only the assimilation of theoretical knowledge but also the development of students' practical skills necessary for successful professional activity."

Key words: *Competency-based approach, algebra, mathematical analysis, senior specialized schools, critical thinking, problem-solving thinking, educational challenges, teaching methodology, mathematical competencies.*

Подано до друку 25.03.2025

Прийнято до друку 09.04.2025

УДК 51.37.372

DOI 10.24139/2519-2361/2025.01/53-61

Dobrinka Boykina

ORCID ID 0000-0002-4920-3736

University of Plovdiv Paisii Hilendarski

DEVELOPING SPATIAL IMAGINATION IN MATHEMATICS EDUCATION

Boykina D. Developing Spatial Imagination in Mathematics Education.

This article explores a range of effective approaches and strategies for fostering spatial imagination in students within the context of mathematics education, particularly from grades 5 through 12. Spatial imagination – the ability to mentally visualize and manipulate objects and their relationships in space – is a fundamental component of mathematical thinking and problem-solving. It plays a vital role not only in geometry, but also in algebra, trigonometry, and real-world applications such as engineering, architecture, and computer graphics.

The article emphasizes the importance of nurturing spatial reasoning early in students' academic development and presents a variety of methods to stimulate and strengthen this cognitive skill. These include illustrative examples, thought-provoking questions, and problem-based tasks designed to encourage visual thinking, abstract reasoning, and the ability to connect different mathematical concepts. Special attention is given to problems that involve working with three-dimensional figures, exploring spatial transformations, and interpreting complex visual information.

Key words: *spatial imagination, spatial thinking, spatial skills, problem solving.*

Problem statement. In modern pedagogical science, the development of spatial imagination is recognized as a key factor in acquiring mathematical knowledge and fostering abstract-logical thinking. Spatial imagination refers to the ability to mentally construct, transform, and manipulate images and objects in a mental space. This ability is directly linked to mastering geometric concepts, understanding algebraic structures, and solving logical-mathematical problems.

The formation of spatial thinking is not possible without the presence of imagination. Imagination is a cognitive process through which the real world is reflected in the human mind in the form of new, unusual, or even impossible images, ideas, or representations. This process involves various mental operations and activities, such as analysis, synthesis, and abstraction. It is well known that every learning activity engages a wide range of mental processes, including memorization, storage, reproduction of information, and of course, thinking.

Analysis of current research. The issue of imagination is not new. Psychologists have emphasized its importance for many years, yet it remains highly relevant today, as many students lack sufficiently developed spatial imagination. Studies by researchers such as Piaget [5], Vygotsky [7], and Bruner [1] highlight the significance of visual-spatial skills in the development of mathematical literacy. In the context of school education, these skills begin to develop in the early elementary years but become increasingly important in the middle and high school stages (grades 5–12), where learning involves complex spatial representations, graphical relationships, and analytical models.

The early formation and ongoing development of spatial imagination in both primary and secondary education contribute to greater efficiency in the learning process. However, this

development may lose much of its effectiveness if it is not continuously nurtured and integrated into the learning process. Therefore, it must be deliberately stimulated, guided, and implemented systematically and purposefully.

According to Miller and Halpern [4], students with well-developed spatial skills tend to achieve higher outcomes in STEM disciplines, including mathematics. This finding indicates that instructional approaches aimed at fostering spatial imagination may play a crucial role in enhancing students' mathematical motivation and academic achievement.

It should be noted that various means can be used to form and develop spatial imagination, such as tasks (non-standard, engaging, etc.), practical exercises, and so on.

The objectives of the article is to propose effective methods and tools for stimulating spatial imagination in mathematics education for students in grades 5–12.

Findings. To ensure a systematic approach to the development of spatial imagination in students, we believe it is advisable to begin its formation even with younger learners, using tasks that do not explicitly mention the concept of space. For example, suitable tasks may be the following.

Example 1. Divide a round cake into eight pieces with only three cuts.

The answer is presented in Fig. 1. It shows the three cuts of the cake with dotted lines.

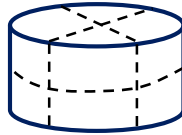


Fig. 1

Example 2. From six matchsticks, form four equilateral triangles so that the sides of each of them are a whole match.

The answer in this example is a triangular pyramid with an edge equal to one matchstick.

Example 3. With 12 sticks, build 6 squares [2, p. 11].

The answer here is a cube with an edge equal to one stick.

Example 4. With 12 sticks, build 4 squares. The answer here is shown on fig. 2, 3, 4.

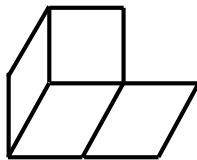


Fig. 2

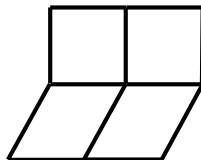


Fig. 3

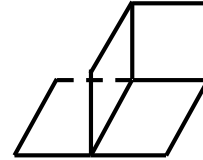


Fig. 4

Example 5. Four sticks make four right angles. Add one more stick to make eight right angles.

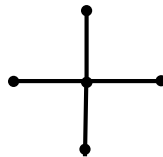


Fig. 5

Answer: It is appropriate to consider different possibilities here.

1. If the first four sticks are arranged in one plane and share a common endpoint O, the added fifth stick must be perpendicular to this plane and have a common endpoint with the other four sticks.

2. However, if three of the first four sticks lie in one plane and share a common endpoint O, while the fourth is perpendicular to this plane and passes through O, the added fifth stick must lie in the given plane and serve as an extension of the common stick forming the two right angles in that plane.

Note: In both configurations, a regular quadrilateral pyramid is essentially formed, with a height equal to half the diagonal of the base.

Another group of problems that can be used is related to discovering and "interpreting" what is depicted in a given figure (for example, Fig. 6 and 7). Any mathematician will recognize a cube in Fig. 6, rather than two squares with their vertices connected in pairs.

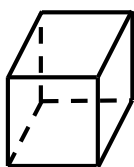


Fig. 6

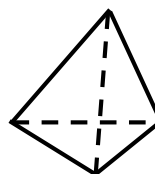


Fig. 7

In Fig. 7, the mathematician will see a triangular pyramid, not a quadrilateral with two diagonals. The third group of problems consists of engaging tasks. Here, we will provide a few examples.

Example 6. How many faces does a hexagonal pencil have?

The answer is 8, if the pencil is not sharpened.

Example 7. A cube is made of paper (Fig. 8). It is easy to establish that its net can be cut into 6 equal squares – its faces. Is it possible to reconstruct this net into 12 equal squares?

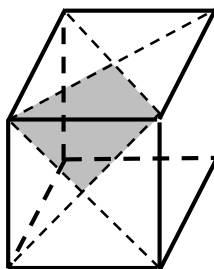


Fig. 8

It is not difficult to see here that the figure, formed by the union of triangles A and B, which are parts of the top base and the front face, respectively (Fig. 8), will be a square if they are placed in one plane.

Example 8. In how many triangles is the small square involved in Fig. 9?

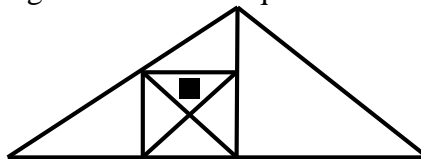


Fig. 9

The answer is: in six triangles.

Example 9. A farmer had a square-shaped yard. At the four corners of the yard, he planted one tree at each corner. After some time, he doubled the size of his yard, while maintaining its square shape. How did he manage to do this so that the trees remained at the fence? [3, p. 287].

The solution of the problem is shown on Fig. 10.

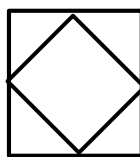


Fig. 10

If his yard was originally the square $ABCD$, then he built the square $MNPQ$ such that $MN \parallel AC$ and $NP \parallel BD$.

These problems not only contribute to the development of imagination but also spark interest among the learners, fostering motivation to acquire new knowledge. Generating interest is one of the necessary conditions for successfully studying the mathematical curriculum.

We will also note that the main tool for assisting in solving a problem is the drawing. It will differ depending on the observer's position relative to the same object. While the structure of the object (its shape and the relationships between its parts) remains unchanged, the projection of the object onto the plane will vary depending on which view is considered the main one. Along with that, the images of these projections will also change. It should be kept in mind that all of this is also connected to the realization of the principle of visual representation. Therefore, as we

emphasized earlier, the main tool for assisting in solving problems is drawings. That is why it is necessary, even for younger students, to develop a system of tasks and questions that would support the formation of their imagination.

We present to the reader a sample system of such problems and questions.

Problem 1. List all the edges of the rectangular parallelepiped (Fig. 11) that are parallel to edge EF .

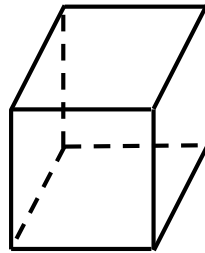


Fig.11

Problem 2. In Fig. 12, a rectangular parallelepiped is shown, and Fig. 13 displays its unfolded form (net). One of the faces of the parallelepiped is shaded in gray in both figures. Mark on Fig.12 the line segment AB from its net (Fig. 13).

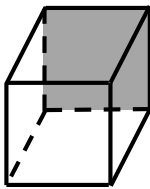


Fig. 12

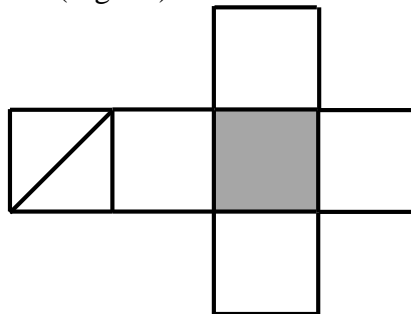


Fig. 13

Problem 3. In Fig. 14, a cube and its net are shown. Mark points A , B , and C , which are vertices of the cube, on the net.

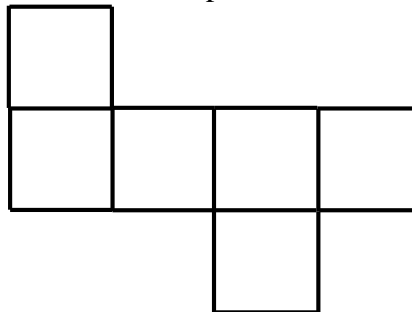
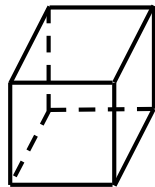


Fig. 14

Such problems can also be included in tests to assess the level of spatial imagination developed in students.

We offer a set of questions related to the topic "Prism" (studied in Grade 6).

1. In which of the Fig.15(a), 15(b), and 15(c) a prism is shown?

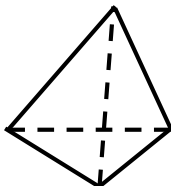


Fig. 15(a)

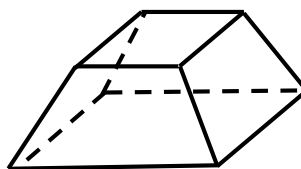


Fig. 15(b)

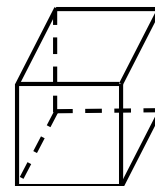


Fig. 15(c)

2. Indicate which of the following statements is NOT true:

- Every prism has two bases;
- In every right prism, the lateral faces are parallelograms;
- In every right prism, any two non-parallel edges are perpendicular to each other.

3. From Fig.15(c), two arbitrary lines containing edges of a cube are selected. Which of the following statements about these lines is NOT true?

- a) the lines are parallel;
- b) the lines are perpendicular;
- c) the lines intersect at an angle other than a right angle.

4. In which of the Fig. 16(a), 16(b), and 16(c) the letter h is NOT correctly placed for the given geometric body (if h represents the height of the body)?

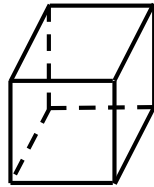


Fig. 16(a)

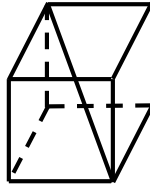


Fig. 16(b)

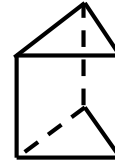


Fig. 16(c)

5. Which of the figures 17(a), 17(b), and 17(c) is NOT a net of a cube?

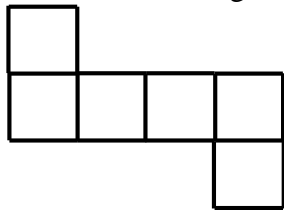


Fig. 17(a)

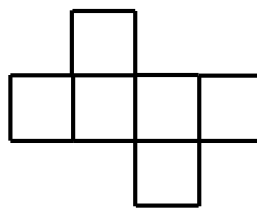


Fig. 17(b)

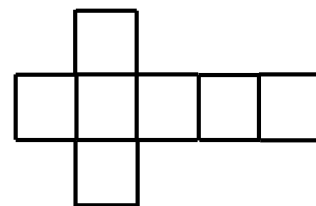


Fig. 17(c)

6. In Fig.18, a rectangular parallelepiped is shown, with some of its elements marked. How many of these elements are necessary to calculate the volume of this parallelepiped? Which of them are sufficient to determine its volume?

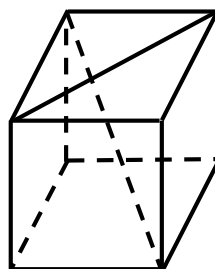


Fig. 18

7. Is it true that every rectangular parallelepiped has:

- a) 12 edges and 6 faces;
- b) 8 vertices and 12 edges?

In a similar way, a set of questions on the topic "Pyramid" for Grade 6 can be created. We will list only a few of the questions:

1. In Fig. 19, a pyramid is shown with a parallelogram as its base. Which of the following statements is true?

- a) The lines AD and EF intersect at a common point;
- b) The lines EK and BD are perpendicular;
- c) The lines EF and AC are not parallel.

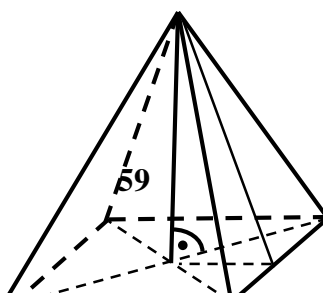


Fig. 19

2. Is it true that the net of a regular square pyramid consists of the following plane figures:

- a) A rectangle and four equilateral triangles?
- b) A square and four right-angled triangles?
- c) A square and four equilateral triangles?

3. Which of the following statements is true?

- a) A triangular pyramid has 4 vertices and 5 edges.
- b) A triangular pyramid has 3 faces and 6 edges.
- c) A triangular pyramid has 4 faces and 4 vertices.

Questions can also be asked on the topic "Cylindrical Solids" in Grade 6.

We will focus also on one of the types of geometric problems that pose a challenge for students, namely the section of a polyhedron by a plane. We will also discuss some of the methods for solving this type of problem. Each problem involving the section of a polyhedron by a given plane consists of two parts:

1. Constructing the section of the polyhedron by the given plane and determining the type of the section.

2. Performing the necessary calculations to find the answer to the problem (for example: finding the area of the section, the relationships between the edges of the polyhedron, or its volume, etc.).

In [6, p. 157-174], these questions are described in detail. The following problems will illustrate the idea of solving problems related to the sections of a polyhedron by a plane.

Problem 4. Construct the section of the pyramid $ABCS$ by the plane α , which passes through points D and E , lying on edges AS and BS , respectively. The points divide the edges in the ratio $SD:DA = SE:EB = 1:2$, and the plane is parallel to the edge SC . Determine the type of the section.

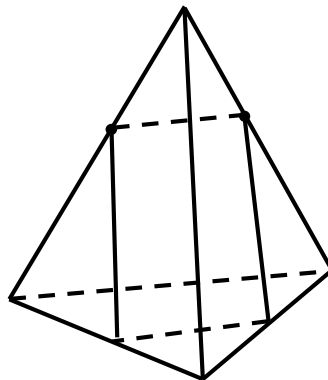


Fig. 20

Solution:

1. We connect points D and E , since the intersection of plane (SAB) with α is the segment DE .
2. Next, we construct the intersections of plane (BSC) with α , which gives segment EN , and of plane (ASC) with α , which gives segment DM , where $EN \parallel SC$ and $DM \parallel SC$.
3. We then connect points M and N , since the intersection of plane (ABC) with α is the segment MN .
4. The quadrilateral $DMNE$ is the required cross-section.
5. We examine triangles $\triangle ASB \sim \triangle DSE$, because they share angle $\sphericalangle S$, and the ratios $\frac{SA}{SD} = \frac{SB}{SE} = \frac{3}{1}$, so $DE \parallel AB$.
6. Since $AB \parallel DE$ and α passes through DE , it follows that $AB \parallel \alpha$. From this, it follows that $MN \parallel AB$. And since $MN \parallel AB$ and $AB \parallel DE$, we conclude that $MN \parallel DE$.
7. Also, since $DM \parallel SC$ and $EN \parallel SC$, then $DM \parallel EN$.

8. Therefore, the quadrilateral $DMNE$ is a parallelogram.

Problem 5. Construct the section of a regular triangular pyramid $ABCS$ by a plane ρ , which passes through the base edge BC and is perpendicular to the lateral edge SA . Determine the type of the section.

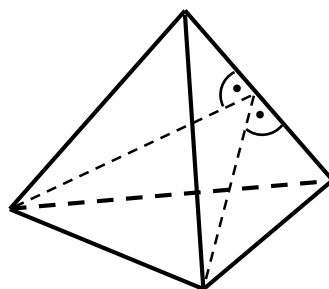


Fig. 21

Solution:

In the regular pyramid $ABCS$, the lateral faces SAB and SAC are congruent isosceles triangles, which implies that $SA = SB = SC$. Therefore, the altitudes from vertices B and C in these triangles intersect at a common point N , which lies on SA , i.e., $N \in SA$. Since $SA \perp NC$ and $SA \perp NB$, it follows that $SA \perp (BNC)$.

Given that $\triangle SAB \cong \triangle SAC$, we also have $BN = CN$. Thus, the triangle $\triangle BNC$ is the required cross-section, and it is isosceles.

Successfully solving this problem relies on knowledge of fundamental geometric principles and the ability to apply planar geometry techniques.

One of the cognitive methods that can contribute to the development of spatial imagination and thinking is comparison. It is well known that comparison reveals both the similarities and differences between the objects being studied. This method can help deepen students' reasoning. In this way, the results obtained are more easily understood and remembered.

We will illustrate this by comparing a right circular cylinder and a cone. When studying them, attention should be paid to the fact that:

- Both the cylinder and the cone can be formed by rotating a figure;
- There are elements common to both the cylinder and the cone, but there are also elements unique to each of them;
- In both the cylinder and the cone, a cross-section can be constructed through two generatrices.

After becoming familiar with the elements of the cylinder and the cone, the following task can be given.

Problem 6. Which of the cross-sections passing through two generatrices of a cylinder has the greatest area?

Here, students can easily recognize that the correct answer is the axial (or central) cross-section.

This type of task becomes more engaging when considering the **cone**, specifically:

Problem 7. Which of the cross-sections passing through two generatrices of a cone has the greatest area?

A possible answer here could be: The cross-section with the greatest area will be the axial cross-section, if the angle between the generatrices in the section is right or acute. However, if the angle between the generatrices is obtuse, then the maximum area is achieved in a non-axial cross-section where the angle between the generatrices is right.

Students can be given an assignment to compare the volumes of a cylinder and a cone, if the radii of their bases are R , and their heights are H .

The answer that students will reach is that $V_{cyl} = 3 \cdot V_{cone}$. This result does not depend on the particular characteristics of the cylinder and the cone.

In addition to these two problems, the following task could also be given:

Problem 8. Compare the lateral surface areas of the cylinder and the cone, if the radii of their bases are equal to R , and their heights are H .

The answer is that $S_{cone} = S_{cyl}$ if the angle between the generatrices in the axial cross-section of the cone is 120° . In all other cases, $S_{cone} \neq S_{cyl}$.

Further exploration with students can continue by posing the question: Is it possible for $V_{cyl} = 3 \cdot V_{cone}$, given that the radii of the bases of both figures are R , and their heights are H ?

Students' reasoning would proceed as follows: Assume that $V_{cyl} = 3 \cdot V_{cone}$, i.e., $2\pi RH = 3\pi Rl$. Then, $H = 1,5l$, which implies that $H > l$, which is impossible.

In this way, students in their activities can see how comparison facilitates their reasoning and helps them to notice properties of the figures that were previously unnoticed.

Conclusion. By integrating such methods into daily teaching practice, educators can foster students' spatial imagination in a structured and meaningful way. This not only enhances students' understanding of geometric and mathematical concepts but also contributes to the development of broader cognitive skills such as problem-solving, logical reasoning, and abstract thinking. As spatial reasoning is a strong predictor of success in STEM disciplines, its purposeful cultivation equips students with essential tools for navigating complex tasks in science, technology, engineering, and mathematics. In conclusion, prioritizing spatial imagination in contemporary education creates the foundation for developing a generation of learners who not only possess strong mathematical skills, but also demonstrate flexibility, creativity, and the ability to tackle the challenges of a dynamic and technology-driven world.

REFERENCES

1. Bruner, J. S. (1966). *Toward a Theory of Instruction*. Cambridge: Harvard University Press.
2. Chehlarova, T. (2005). *Matchstick tasks and games*. Plovdiv: Makros 2000.
3. Ganchev, I., Chimev, K., Stoyanov, Y. (1983). *Mathematical folklore*. Sofia: Narodna prosveta.
4. Miller, D. I., Halpern, D. F. (2014). The New Science of Cognitive Sex Differences. *Trends in Cognitive Sciences*, 18(1), pp. 37–45.
5. Piaget, J., Inhelder, B. (1956). *The child's conception of space*. London: Routledge & Kegan Paul.
6. Portev, L., Milushev, V., Mavrova, R. (2004). *Geometry (Study guide for preparing for the state matriculation exam)*. Plovdiv: Letera.
7. Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge: Harvard University Press.

Бойкіна Д. Розвиток просторової уяви в математичній освіті.

У цій статті досліджується низка ефективних підходів та стратегій розвитку просторової уяви в учнів у контексті математичної освіти, зокрема з 5 по 12 клас. Просторова уява – здатність подумки візуалізувати та маніпулювати об'єктами та їхніми взаємозв'язками в просторі – є фундаментальним компонентом математичного мислення та вирішення проблем. Вона відіграє життєво важливу роль не лише в геометрії, але й в алгебрі, тригонометрії та реальних застосуваннях, таких як інженерія, архітектура та комп'ютерна графіка.

У статті підкреслюється важливість розвитку просторового мислення на ранніх етапах академічного розвитку учнів та представлено різноманітні методи стимулювання та зміцнення цієї когнітивної навички. До них належать ілюстративні приклади, питання, що спонукають до роздумів, та проблемні завдання, розроблені для заохочення візуального мислення, абстрактного мислення та здатності пов'язувати різні математичні поняття. Особлива увага приділяється проблемам, що передбачають роботу з тривимірними фігурами, дослідження просторових перетворень та інтерпретацію складної візуальної інформації.

Ключові слова: просторова уява, просторове мислення, просторові навички, вирішення проблем.

Подано до друку 20.03.2025

Прийнято до друку 02.04.2025

УДК: 378.093.5:5]-043.86:378.4:61
DOI 10.24139/2519-2361/2025.01/61-71

В. І. Федів

ORCID ID 0000-0002-5033-1356

О. І. Олар

ORCID ID 0000-0002-2467-6932

М. А. Іванчук

ORCID ID 0000-0001-9499-0583

В. В. Кульчинський

ORCID ID 0000-0002-9603-5595

Буковинський державний медичний університет

ШЛЯХИ РОЗВИТКУ КАФЕДРИ ПРИРОДНИЧОГО ПРОФІЛЮ ЯК ВАЖЛИВОЇ КОМПОНЕНТИ МЕДИЧНОЇ ОСВІТИ

Природничі дисципліни відіграють ключову роль у формуванні фахових компетентностей майбутніх лікарів і є невід'ємною складовою системи медичної освіти. Опанування природничих та суміжних наук забезпечує студентів-медиків фундаментальними знаннями про будову і функціонування організму людини у нормі і при патологіях, принципи дії лікарських засобів та основи діагностичних технологій. Саме природничо-наукова підготовка створює базис для свідомого опанування клінічних дисциплін, а напрямки інформаційних технологій забезпечують сучасний рівень цифрової грамотності.

У статті наголошується на важливості постійного розвитку кафедр природничого профілю, адаптації змісту навчання до сучасних досягнень медичної науки, а також на потребі міждисциплінарної інтеграції. Сучасна медична освіта потребує не лише високоякісного викладання базових наук і гнучкості методів навчання, а й активного залучення здобувачів освіти до найрізноманітніших видів діяльності. Такий підхід сприяє підготовці лікарів нового покоління — компетентних, гнучких, орієнтованих на інновації та готових до неперервного професійного розвитку.

Мета дослідження полягає у визначенні можливих шляхів розвитку кафедри природничого профілю у медичному ЗВО у системі медичної освіти на прикладі функціонування кафедри медичної та біологічної фізики і медичної інформатики Буковинського державного медичного університету. Проаналізовано напрямки діяльності кафедри за останні десять років (2014-2024 рр.).

Відзначено основну ідею створеного навчально-методичного комплексу — демонстрація причинно-наслідкових зв'язків у майбутній фаховій діяльності здобувача медичної освіти. Крім цього, акцентовано на важливості розвитку таких видів діяльності, як науково-популярні публікації, створення навчального відеоконтенту, участь здобувачів освіти в роботі наукових гуртків та ін. Підкреслено, важливість проведення тематичних наукових конференцій з природничих наук для висвітлення теоретичних і прикладних досягнень цих наук задля розвитку медицини та створення міждисциплінарних наукових видань.

Перспективи подальших наукових досліджень полягають у дослідженні готовності здобувачів освіти урізноманітнювати і поглиблювати напрямки своєї роботи на кафедрах природничого профілю.

Ключові слова: Буковинський державний медичний університет; кафедра медичної та біологічної фізики і медичної інформатики; навчально-методична робота; фахові компетентності; міждисциплінарні галузі.

Постановка проблеми. Сьогодні парадигма медичної освіти за напрямком підготовки 22 «Охорона здоров'я» (І «Охорона здоров'я та соціальне забезпечення» з 2025 р.) згідно з цілями сталого розвитку (ЦСР) [1] спрямована на розв'язання комплексних проблем галузі. Чільне місце серед цілей займає якісна освіта (ЦСР 4), яка передбачає інтеграцію міждисциплінарних знань у підготовці фахівців у галузі медицини з глибоким

розумінням глобальних викликів, використання інновацій у методах навчання і т. ін. Тому в освітньому процесі для медичних напрямків слід використовувати ефективні шляхи для реалізації вищезазначених цілей. Звісно, учасники освітнього процесу прагнуть постійно вдосконалюватися і шукають шляхи реалізації свого потенціалу, але база, безумовно, закладається у період здобуття освіти.

Згідно з законом “Про вищу освіту”, кафедра – це базовий структурний підрозділ закладу вищої освіти. Кафедра провадить освітню, методичну та/або наукову діяльність за певною спеціальністю (спеціалізацією) чи міжгалузевою групою спеціальностей і діє на підставі затвердженого закладом вищої освіти положення [2]. Кожен ЗВО оприлюднює Положення про кафедру на своєму сайті. Положення чітко визначають зміст діяльності кафедри (на прикладі БДМУ) [3] і кафедри керуються у своїй роботі переліченими у Положенні пунктами.

Для медичного ЗВО характерний поділ кафедр на теоретичні (до яких, в тому числі відносять кафедри природничого профілю) та клінічні. Кафедри природничого профілю викладають дисципліни, які є важливими компонентами фундаментальної і цифрової підготовки майбутнього працівника у галузі охорони здоров'я. При вивченні цих дисциплін майбутні фахівці розвивають здатність виявляти й ефективно використовувати причинно-наслідкові зв'язки медико-біологічних явищ і процесів, з якими вони взаємодіють у своїй професійній діяльності, що є невід'ємною складовою фахових компетентностей, а курси з інформаційних дисциплін – працювати з різними видами даних.

Програми навчальних дисциплін визначають рівень майбутніх загальних та частково фахових компетентностей здобувачів освіти у галузі охорони здоров'я і мають чітко виражене професійно орієнтоване спрямування, оскільки в рамках міжпредметної інтеграції вказані дисципліни є базисом для вивчення спеціальних дисциплін.

Напрямки діяльності та види робіт, які виконуються кафедрами природничого профілю, можуть виступати елементами, що спонукатимуть до професійного й особистісного зростання всіх учасників освітнього процесу і, попри свою приналежність до теоретичного профілю підготовки здобувачів освіти медичного спрямування, розвивати у них різні компетентності, які зазначаються в освітньо-професійних програмах [4].

Аналіз актуальних досліджень. Необхідність вивчення природничих дисциплін у медичній освіті була підкреслена ще в 19 столітті William S. Savory у Великій Британії [5]. Можливість вивчити природничі дисципліни як важливі для розуміння клінічних проблем, викликає інтерес у більшості студентів [6]. Сприйняття природничих наук студентами-медиками розглядається разом з можливими перевагами, які вони надають впродовж їхньої кар'єри. У літературі існує поділ щодо переваг природничих наук у медичній освіті та їх здатності значно підвищити успішність студентів під час здобуття медичної освіти та після закінчення медичного освітнього закладу. Ми, як спільнота, повинні активно шукати глибшого розуміння того, як студенти-медики сприймають природничі науки, оскільки це може дати розуміння успіху дослідження як інструменту для опановування студентами та майбутніми клініцистами доречними когнітивними, метакогнітивними та критичними навичками мислення, які є необхідними в галузі медицини [7].

Роль інформаційних дисциплін у системі медичної освіти чітко висвітлена у [8].

Мета статті – полягає у визначенні можливих шляхів розвитку кафедри природничого профілю у медичному ЗВО у системі медичної освіти на прикладі функціонування кафедри медичної та біологічної фізики і медичної інформатики (МБФМІ) Буковинського державного медичного університету (БДМУ) за останні десять років (2014-2024 рр.) у контексті тісної взаємодії в роботі зі здобувачами освіти та професійною спільнотою для підвищення якості та ефективності медичної освіти та співпраці з колом зацікавлених колег.

Виклад основного матеріалу. Кафедра медичної та біологічної фізики і медичної інформатики БДМУ має свою 80-річну історію, яка нерозривно пов'язана з історією університету. Кафедра заснована у 1944 році з моменту початку функціонування Чернівецького медичного інституту. За останніх 80 років кафедру очолювали кандидати та доктори фізико-математичних наук, доктори медичних наук, доценти, професори, які вклали свої зусилля в її розвиток [9]. За цей період назва кафедри зазнавала змін, зокрема,

кафедра фізики, кафедра медичної і біологічної фізики, кафедра біологічної фізики та медичної інформатики. З 1 вересня 2024 р. відповідно до рішення вченої ради БДМУ відбулася зміна назви кафедри, як наслідок змін у навчальному процесі: кафедра медичної та біологічної фізики і медичної інформатики.

Зусилля колективу кафедри спрямовані на забезпечення максимально можливого рівня якості освіти за напрямками підготовки в розрізі дисциплін, що викладаються. При цьому елементами освітнього процесу охоплені практично всі напрямки діяльності кафедри.

I. Навчально-методична робота

Навчально-методична робота, метою якої є повне методичне забезпечення навчального процесу для підтримки належного рівня якості підготовки здобувачів освіти, регулюється Законом України "Про вищу освіту" [2], наказами МОН України та рядом внутрішніх документів ЗВО. Це один з основних видів діяльності професорсько-викладацького складу ЗВО. Вона охоплює різні види діяльності, серед яких основними є:

- розробка та оновлення навчальних програм та силабусів дисциплін, оновлення змісту освітніх програм з врахуванням наукових досягнень, практичного досвіду та вимог ринку праці;
- розробка методичних матеріалів (методичні розробки для викладачів, методичні вказівки для здобувачів освіти, створення дидактичних і тестових та інших оцінювальних матеріалів, електронних навчальних курсів та ін.);
- забезпечення якості навчального процесу, що передбачає підготовку навчально-методичних матеріалів (підручників, навчальних посібників, мультимедійних навчальних матеріалів та ін.) та сприяє організації самостійної роботи здобувачів освіти;
- науково-методична діяльність (дослідження щодо вдосконалення методів викладання та публікації цього спрямування, участь у науково-методичних конференціях та ін.);
- розвиток професійної майстерності викладачів (впровадження сучасних педагогічних технологій у навчальний процес, проходження курсів підвищення кваліфікації, взаємне відвідування занять, оцінювання ефективності роботи викладачів шляхом обговорення ключових питань на кафедральних засіданнях та ін.);
- організація, контроль освітнього процесу (планування та координація навчального заняття, проведення відкритих занять та ін.) та контроль якості знань студентів (розробка критеріїв оцінювання, проведення поточного та підсумкового контролів, аналіз успішності та ін.);
- впровадження сучасних (інноваційних) технологій навчання (використання електронних освітніх платформ, розробка електронних посібників та підручників, використання методів дистанційного навчання та ін.);
- залучення студентів до наукової роботи (організація роботи студентських наукових гуртків, підтримка студентів у підготовці до олімпіад, конференцій та конкурсів наукових робіт та ін.);
- формування етичних цінностей (відстоювання принципів академічної доброчесності та ін.)

Слід зауважити, що викладання дисциплін природничого профілю майбутнім фахівцям напрямку «Охорона здоров'я» повинно супроводжуватися чітко вираженим професійно орієнтованим спрямуванням, що потребує безперервної оптимізації навчального процесу.

Навчально-методична робота колективу МБФМІ БДМУ постійно орієнтована на покращення навчального процесу задля отримання здобувачами освіти ґрунтовних і якісних знань з дисциплін, що викладають на кафедрі. Для уніфікації та вдосконалення освітнього процесу колективом кафедри, наслідуючи ЦСР, були розроблені професійно орієнтовані програми, навчальні та навчально-методичні посібники, засоби унаочнення, запроваджено використання робочих зошитів, розроблена система оцінювання знань студентів на практичному занятті, яка передбачає врахування різних видів діяльності здобувачів освіти. Оснащеність навчальних аудиторій кафедри засобами демонстрації мультимедійних ресурсів унаочнення дозволяє ефективно використовувати в навчальному

процесі відеоматеріали, які створені студентами в рамках виконання індивідуальної роботи під керівництвом викладачів кафедри.

З метою максимального наближення підготовки до професійної діяльності здобувача медичної освіти довільного напрямку підготовки були розроблені комплекси навчальної та навчально-методичної літератури, які віддзеркалюють надзвичайно тісну інтегрованість дисципліни «Медична та біологічна фізика» та споріднених з нею з різними напрямками медичної освіти (фізіологія, фармакологія, мікробіологія, та клінічні напрямки, що використовують у своїй роботі інструментальні методи) для формування фундаментальності знань. Міждисциплінарність стала основним акцентом при вивченні кожної теми дисципліни. Основна ідея створеного навчально-методичного комплексу – демонстрація причинно-наслідкових зв'язків у майбутній фаховій діяльності.

Для викладання інформаційних дисциплін були розроблені практично орієнтовані комплекси завдань, що враховують специфіку медичної спеціальності здобувачів освіти та передбачають опанування навичок з галузі інформаційних технологій, що будуть корисні для їх майбутньої професійної діяльності. Так, наприклад, курс «Інформаційні технології у фармації» спрямований на оволодіння студентами – майбутніми фармацевтами навичок роботи з базами даних, створення звітної документації, основам фінансового прогнозування, що є невід'ємною частиною роботи будь-якого аптечного закладу. Студенти спеціальності «Медсестринство» при вивченні «Інформаційних технологій у медицині» більше уваги приділяють роботі з документами (медичними картками хворих) та зведенню статистичних даних по відділенню/лікарні. Основною ідеєю курсу «Інформаційні технології у медицині» для студентів спеціальності «Медична психологія» було оволодіння навичок проведення психологічного тестування і опитування за допомогою персонального комп'ютера [10]. Для студентів спеціальності «Медицина» сформовано масив інформації медичного спрямування, який складається з бази даних уявних пацієнтів та набору теоретичних відомостей про медичні показники, симптоми хвороб та алгоритми їх лікування. Опанування практичних навичок відбувається з використанням даного масиву інформації та впливає з результатів, отриманих на попередніх заняттях. Студенти створюють блок-схеми медичних алгоритмів та системи підтримки прийняття медичних рішень, проводять математичну обробку медичних даних, вивчають можливості візуалізації медичної інформації [11].

Крім нормативних курсів дисциплін фізичного та інформаційного напрямків було розроблено й апробовано 7 елективних курсів для здобувачів освіти різних рівнів та спеціальностей.

За період з 2014 по 2024 роки колективом кафедри МБФМІ видано значну кількість навчальних та навчально-методичних посібників українською та англійською мовами для різних спеціальностей [12]. Загальна інформація представлена у таблиці 1.

З 2024 року в рамках договору про партнерство і співпрацю БДМУ з Громадською спілкою «Кластер медичних інновацій» в курси інформаційних дисциплін для здобувачів освіти напрямків «Медицина» та «Фізична терапія та реабілітація» включено вивчення принципів роботи медичних інформаційних систем з використанням навчальної оболонки Education.Asker.net. Завдяки цьому студенти опановують навички роботи з електронними медичними записами пацієнтів, вивчають основи роботи електронної системи охорони здоров'я України, отримують розуміння роботи системи охорони здоров'я України в цілому, що закладає фундамент для опанування в майбутньому дисципліни соціальна медицина та організація охорони здоров'я.

Інформація про результати видавничої діяльності кафедри медичної та біологічної фізики і медичної інформатики БДМУ за період 2014-2024 рр.

Мова			
українська – 36		англійська – 17	
Види			
навчальні – 24		навчально-методичні – 29	
Спеціальність			
медицина та стоматологія – 26	фармація, промислова фармація – 20	медична психологія – 1	Інші – 6

Проведення підсумкових модульних контролів організовано в спосіб, який дозволяє оцінити теоретичні знання і навички розв'язування професійно орієнтованих задач за допомогою серверу дистанційного навчання і практичні навички студентів – для оцінки вміння використати здобуті знання при виконанні практичних дій з обладнанням й/або результатами вимірювань.

Важливою частиною роботи викладачів кафедри зі студентами є функціонування студентського наукового гуртка (СНГ), формат діяльності якого розвивався і вдосконалювався впродовж досліджуваного періоду. На сьогодні, в рамках індивідуальної роботи з дисциплін, що викладаються на кафедрі, студенти під керівництвом викладачів розвивають свої освітні та наукові навички шляхом створення наочних засобів навчання, написання науково-популярних дописів, тез, статей та представлення результатів своєї наукової роботи на студентських конференціях.

Результати діяльності СНГ представлені та регулярно оновлюються на сайті кафедри [13] та слугують елементом зацікавлення кожного наступного контингенту I та II курсу здобувачів освіти.

Для виявлення талановитих студентів та з метою поглибленого вивчення ними дисциплін, які викладаються на кафедрі, в рамках проведення Всеукраїнської олімпіади з цих дисциплін викладачі кафедри МБФМІ організують її перший етап.

Виконання індивідуальної роботи та участь в олімпіаді практично завжди передбачає використання нестандартних завдань, а це своєю чергою є засобом:

- розвитку у здобувачів освіти аналітичного мислення і здатності пошуку рішень у складних ситуаціях, що слугує поглибленню знань та професійних компетенцій;
- покращення навичок швидкого аналізу та вибору оптимальних рішень, що вкрай важливо у майбутньому при підготовці до ліцензійних іспитів;
- усвідомлення необхідності використання сучасних технологій у процесі підготовки до інтелектуального змагання;
- сприяння поглибленню конкурентоспроможності та мотивації до саморозвитку, а нагороди у майбутньому можуть стати платформою для академічної, а можливо й професійної кар'єри;
- розвитку навичок роботи в умовах відповідальності та тиску (надзвичайно важливі навички у медичних професіях), формування стресостійкості та психологічної витривалості та ін.

Для здобувача освіти першого року навчання виконання індивідуальної роботи та участь у студентських олімпіадах з природничих дисциплін має особливе значення, оскільки вона допомагає швидше адаптуватися до нового формату навчання, долати труднощі у галузі знань, яку часто вважають недостатньо дослідженою, та закладає основу для розвитку особистих та професійних якостей та подальшого професійного розвитку. Крім того, формує орієнтири в подальшому виборі професійного розвитку. Здобувачі освіти починають замислюватися над тим, чим вони потенційно хочуть займатися.

II. Науково-популярна газета «Медична фізика, техніка та інформатика»

Сьогодні орієнтуватися у великих потоках інформації здобувачеві освіти на початку свого навчання досить важко. Іноді йому потрібен орієнтир у межах певної галузі знань. Таким “професійним” орієнтиром може стати, наприклад, науково-популярна газета. Вона передбачає спрощену подачу актуальної на поточний момент інформації, охоплює широкий спектр тем, що дозволяє студентам мати узагальнений погляд на різні питання і зв'язок між різними дисциплінами. Крім того, засіб масової інформації – це не тільки джерело інформації для широкого загалу, а й інструмент стимулювання освітнього процесу.

У 2016 р. колектив кафедри МБФМІ БДМУ став ініціатором заснування науково-популярної газети «Медична фізика, техніка та інформатика» (головний редактор – Федів В.І.) для популяризації знань, які є компонентами навчального процесу кафедри серед студентської молоді, професійного медичного середовища та широкого загалу. Газета виходить 4 рази на рік [14]. Стиль тексту дописів у газету – науково-популярний або новинно-інформативний. На сторінках газети висвітлюють результати своїх досліджень викладачі БДМУ та викладачі однопрофільних кафедр інших закладів освіти в галузі охорони здоров'я, а також публікують інформацію про досягнення в галузі медицини, які стали можливими завдяки прогресу природничих наук. Серед дописів у газету є спільні з науковими керівниками роботи студентів, що є одним зі способів представлення результатів роботи в рамках СНГ.

Науково-популярна газета «Медична фізика, техніка та інформатика» стала важливим інструментом підтримки та розвитку медичної освіти. Здобувачі освіти, які є читачами газети, у більшості своїй стверджують, що матеріали, з якими вони знайомляться спонукають їх замислитися над напрямками, які їх цікавлять, можливістю займатися ними у майбутньому, формуючи їх професійну ідентичність.

Сторінки газети знайомлять читачів з:

- сучасними науковими дослідженнями та їх результатами у медицині, які стали можливими завдяки розвитку у галузі медичної фізики та техніки, а також стрімкому розвитку інформаційних технологій;
- історичними дискурсами, які дозволяють прослідкувати еволюцію медичних знань через розвиток природничих наук; усвідомлювати значення історичних помилок та формуванню доказовості у медицині з появою математичних методів оцінки даних; формуванню професійної етики; впливу, суспільних (соціальних, культурних, політичних та ін.) чинників на розвиток медицини та ін.
- цікавими фактами, які змушують замислитися, чому деякі хвороби досі залишаються невиліковними, як змінюються підходи до лікування та діагностики, яким може виявитися найближче майбутнє медицини, чи всі факти є достовірними та ін.
- напрямками природничих наук, які відзначені визнанням важливості для людства і престижними нагородами (Нобелівська премія, премія Філдса).

За роки свого існування газета «Медична фізика, техніка та інформатика» стала доповненням до традиційних навчальних матеріалів для здобувачів освіти БДМУ.

III. YouTube канал

Практично весь трендовий контент створюється у форматі відео. У цілому, навчальний відеоконтент у сучасній освіті розглядається як ефективний інтерактивний засіб, що робить навчання доступнішим, гнучким та інтегрованим з новітніми технологіями, а автори контенту постійно перебувають в інформаційному полі, напрацьовують авторитет в освітньому середовищі. Це, своєю чергою, дозволяє значно покращити просування освітніх послуг [15], зокрема у медичних закладах освіти [16]. Важливо не тільки використовувати запозичений контент, а й створювати власний, націлений на власну аудиторію з визначеними освітніми потребами. Найпопулярнішим майданчиком для розміщення відеоматеріалів є платформа YouTube. Її використання для ЗВО – це прекрасна можливість заявити або нагадати про себе та при цьому залучати більше абітурієнтів і студентів [15].

3 грудня 2022 року задля розширення можливостей освоєння студентами матеріалу навчальних дисциплін та сприяння ефективному його засвоєнню кафедрою започатковано канал на платформі YouTube. На каналі [17] опубліковано підготовлені студентами під керівництвом викладачів кафедри відеоматеріали: відеопояснення теоретичних аспектів або відеодемонстрації виконання практичних вправ з дисциплін, які викладає колектив кафедри, або ж відеOVERSII доповідей наукових пошуків студентів, які, зазвичай, напередодні оприлюднюють на засіданнях СНГ. Також відображені відео, що ілюструють матеріали, розміщені у газети.

З початком створення власного освітнього відео хабу вдалося:

- розширити доступ до освітнього контенту, оскільки здобувачі освіти та інші зацікавлені особи можуть переглядати матеріали у зручний час;
- накопичувати (архівувати) популярний вид контенту для навчання;
- підвищити інтерактивність навчання і розширити можливості обговорення матеріалу (наприклад завдяки можливості залишати коментарі);
- підтримати самостійну роботу студентів не тільки в плані можливостей відеоінструкцій для виконання практичних робіт чи пояснення фрагментів теми, а й заохочення до виконання індивідуальних самостійних робіт з метою покращення поточної успішності;
- розвивати ряд “м'яких навичок” у здобувачів освіти, які вкрай важливі у формуванні професійних компетентностей;
- популяризувати кафедри природничого циклу підготовки в системі медичної освіти.

Крім того, в умовах карантинів, пандемій, ведення бойових дій або інших обмежень – це додаткова можливість підтримання здобувача освіти доступом до навчальних матеріалів.

Всі відеоматеріали, що містяться на каналі також інтегровані у комплекс навчальних дисциплін на платформі eOsvita.

IV. Наукові та творчі конкурси для студентів

З метою набуття загальних компетентностей здобувачами освіти доцільним є проведення конкурсів студентських наукових робіт. Проведення таких конкурсів мотивує студентів до творчого підходу, сприяє розвитку навичок самостійного навчання та роботи з різними джерелами інформації, пошуку нестандартних рішень, стимулює розвиток інноваційного мислення і готовність до пошуку нових рішень у своїй майбутній професії, дає можливість покращити свої навички вербального та письмового спілкування для ефективної та чіткої передачі своїх думок та ідей.

Розвитку м'яких та спеціальних навичок студентів сприяє проведення не тільки конкурсів наукових робіт студентів, а й інших видів їх наукової та творчої діяльності. Так, у 2023 році був проведений конкурс для студентів-медиків за матеріалами газети «Медична фізика, техніка та інформатика». Перед студентами було поставлено завдання створити власний відеоконтент на основі інформації, отриманої з газетних публікацій. Метою конкурсу було виявлення найцікавіших напрямків публікацій та планування їх тематичності. У конкурсі взяли участь не тільки студенти БДМУ, а й студенти національного медичного університету імені О.О. Богомольця (м. Київ). Конкурс виявив зацікавленість студентів-медиків тематикою газетних публікацій, сприяв глибшому вивченню відповідних тем. З конкурсними роботами можна ознайомитися у мережі [18].

V. Обмін досвідом

Обмін досвідом є важливим фактором розвитку освіти та науки. Зустрічі очільників однопрофільних кафедр різних ЗВО — платформа для координації роботи, обміну досвідом обговорення новітніх тенденцій в освіті й науці. Це дозволяє визначити найкращі практики, здійснити обмін успішними методиками викладання, гармонізувати програми навчальних дисциплін, обговорити можливість організації спільних досліджень і наукової роботи.

Наприклад, з метою синхронізації навчального процесу на однопрофільних кафедрах медичних закладів вищої освіти на базі МБФМІ БДМУ 7-8 червня 2018 року була проведена нарада завідувачів однопрофільних кафедр медичних та фармацевтичного закладів вищої

освіти. У рамках наради було обговорено проблеми та перспективи розвитку однопрофільних кафедр у структурах медичних та фармацевтичного закладів вищої освіти. Учасники наради обмінялися досвідом щодо організації навчально-методичної та наукової роботи на відповідних кафедрах. Було окреслено основні напрямки подальшої спільної роботи в умовах реформи вищої освіти в Україні та прийняті рішення щодо співпраці між однопрофільними кафедрами, якими керувалися у роботі впродовж наступних років.

З метою розширення наукових контактів 25 травня 2018 року кафедру МБФМІ БДМУ відвідала відома у науковому світі медична фізикиня з Австралії – Наталка Суховерська (Natalka Suchowerska) [19]. Дослідження, проведені Н. Суховерською в університеті Сіднею та клініці Chris O'Brien Life house, спрямовані на використання фундаментальної науки і новітніх технологій для створення високоефективних методів лікування онкологічних захворювань. У процесі візиту на кафедрі Н. Суховерська проявила інтерес щодо напрямків роботи зі студентами та участі студентів у наукових заходах, які проводить кафедра. Пані Суховерська скерувала увагу колективу кафедри на перспективність впровадження нанотехнологій у наукові дослідження в медицині.

VI. Науково-практична конференція «Розвиток природничих наук як основа новітніх досягнень у медицині»

Наукові конференції з природничих дисциплін – важливий механізм розвитку медичної науки та освіти. Це ланка, яка допомагає інтегрувати теоретичні знання у практичну складову та віддзеркалює роль фундаментальних наук у медичній практиці. З погляду медичної освіти такі конференції дозволяють:

- здійснювати обмін досвідом;
- актуалізувати знання здобувачів освіти (аспірантів), молодих вчених шляхом обговорення новітніх досягнень у галузі фізики, хімії, біології, біохімії та ін.;
- популяризувати та стимулювати міждисциплінарність, яка формує причинно-наслідкові зв'язки;
- мотивувати молодих вчених до наукових досліджень формуючи наступність наукової спільноти; впроваджувати інновації у навчальний процес через оновлення програм навчальних дисциплін та ін.

Попередні ініціативи виявили спільні наукові та освітні інтереси в значній кількості науковців як в Україні, так і закордоном. Для висвітлення нових теоретичних і прикладних результатів у галузі природничих наук та інформаційних технологій, що є важливими для розвитку медицини та стимулювання взаємодії між науковцями природничих та медичних наук, 27 листопада 2019 року на кафедрі була проведена перша науково-практична інтернет-конференція з міжнародною участю «Розвиток природничих наук як основа новітніх досягнень у медицині», яка була включена до переліку проведення наукових конференцій з проблем вищої освіти та науки в системі Міністерства освіти і науки України. На даний час вже проведено чотири конференції та заплановано проведення п'ятої конференції 18 червня 2025 р. [20]. Нижче в таблиці наведені основні показники конференцій.

Таблиця 2

Підсумкова інформація про науково-практичну інтернет-конференцію «Розвиток природничих наук як основа новітніх досягнень у медицині»

	Дата проведення	Кількість учасників	Кількість тез/статей	Активні асинхронні доповіді	Активні синхронні доповіді
1	27 листопада 2019 року	198	128	14	1
2	22 червня 2022 року	175	138	53	1
3	21 червня 2023 року	170	140	52	1
4	19 червня 2024 року	159	122	43	5

Проведення конференції дозволило розширити міжнародні наукові зв'язки кафедри. Запрошеним лектором на конференцію був Антон Фойтік (Anton Fojtik) – перший дослідник, який розпочав експериментально вивчати наноструктури у Чехії й активно займається

створенням, дослідженням та використанням наноструктур у медицині, а також викладає такі теми, як фізика наноструктур, нанохімія та нанофізика на факультеті біомедичної інженерії Чеського технічного університету в Празі. Його нинішні наукові інтереси зосереджені на різноманітних застосуваннях нанотекстилю, зокрема, для загоєння ран у медицині. У рамках проведення конференції Антон Фойтік прочитав лекції на теми:

1) Lecture Evolution of Nanotechnology. Lecture Biomedical Application of Magnetic Nanoparticles.

2) NANO for Bio-medical. Laser for NANO. Pioneering pulsed laser synthesis of colloids opening the door into extraordinary scientific and engineering future. Retrospective story. New sophisticated forms of matter to revolutionize future science and technology development.

3) Nanotechnology is an inter-disciplinary branch of science.

VII. Міждисциплінарний науковий журнал «Природничі, математичні науки та освіта в медицині»

Зацікавленість міждисциплінарними дослідженнями в медицині широкого кола науковців природничих та математичних наук спонукала колектив кафедри започаткувати нову форму взаємодії між науковцями та освітянами в дотичних до медицини міждисциплінарних галузях знань за профілем діяльності кафедри. У 2024 році відповідно до наказу ректора БДМУ засновано міждисциплінарний науковий журнал «Природничі, математичні науки та освіта в медицині» [21] (головний редактор – Федів В.І.). Це електронне періодичне наукове видання України у таких галузях наук, як освіта/педагогіка, природничі науки, математика, охорона здоров'я. Журнал висвітлює міждисциплінарні зв'язки теоретичних і прикладних досягнень природничих і математичних наук з медичними науками та практичною медициною. Це, безперечно, ще один крок до популяризації природничих наук у медицині, а журнал – засіб для професійної комунікації. Перший випуск журналу був присвячений 80-річчю від дня заснування БДМУ.

Сподіваємось, що майбутні роботи присвячені останнім тенденціям у навчанні природничих наук у медичній освіті, безперечно слугуватимуть інструментом для неперервного професійного розвитку викладачів природничого профілю, а сторінки журналу стануть майданчиком для зростання наукової активності, стимулювання професійного розвитку (обміну досвідом, покращення методик викладання, залучення до освітньо-наукових ініціатив та ін.), поглиблення міждисциплінарного підходу, можливо через розробку елективних курсів для здобувачів медичної освіти та ін.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Кафедри природничого профілю відповідають за важливі компоненти освітнього процесу у медичних ЗВО, тому їх розвиток є невід'ємною частиною якісної освіти майбутніх медичних та фармацевтичних фахівців.

Впродовж останніх десяти років колектив кафедри продовжує виконувати своє функціональне призначення – освітню та наукову діяльність у міждисциплінарних галузях знань: медична фізика, біологічна фізика, медична інформатика. Задля збільшення ефективності своєї діяльності, крім основних її видів, започатковано цілу низку ініціатив, результати впровадження яких можна відстежувати на відповідних електронних ресурсах.

Перспективи подальших наукових досліджень полягають у дослідженні готовності здобувачів освіти урізноманітнювати і поглиблювати напрямки своєї роботи на кафедрах природничого профілю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року: Указ Президента України від 30.09.2019 № 722/2019. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/722/2019#Text>.
2. Про вищу освіту : Закон України від 01.07.2014 № 1556-VII : станом на 5 берез. 2025 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18#Text>.
3. Положення про кафедру БДМУ - 2021. URL: <https://www.bsmu.edu.ua/zagalni-vidomosti/gromadske-obgovorennya/attachment/polozhennya-pro-kafedru-bdmu-2021/>.
4. Освітні програми | БДМУ. БДМУ | Головна сторінка. URL: <https://www.bsmu.edu.ua/osvita/edu-programs/>.

5. Savory W.S. The Teaching of Natural Science in Medical Schools. *Br Med J.* 1878 Mar 2; 1(896):319. PMID: PMC2220590. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2220590/>.
6. Tosteson D. C. New Pathways in General Medical Education. *New England Journal of Medicine.* 1990. Vol. 322, no. 4. P. 234–238. URL: <https://doi.org/10.1056/nejm.199001253220405>.
7. Kandell G. V. Medical Students' Understanding of the Nature of Science. Wright State University. Dayton, Ohio. 2019. URL: https://corescholar.libraries.wright.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1008&context=scholarship_medicine_all.
8. Sichkoriz O. Y., Lototska L. B., Kolach T. S. Медична інформатика як перспективна складова вищої медичної освіти. *Медична освіта.* 2019. № 3. С. 91–95. URL: <https://doi.org/10.11603/me.2414-5998.2019.3.10486>.
9. Шаплавський М., Боєчко В., Микитюк О. та ін. Історія становлення і розвитку кафедри біологічної фізики та медичної інформатики. *Буковинський медичний вісник.* 2014. Т. 18, № 3 (71). С. 260–263. URL: <https://core.ac.uk/reader/144960036>.
10. Іванчук М.А., Кульчинський В.В. Проблема узгодження інформаційної пари викладач-студент: особливості вивчення курсу «Інформаційні технології в медицині» студентами спеціальності «Медична психологія». *Фізико-математична освіта.* 2020. Випуск 3(25). Частина 2. С. 50-55. DOI 10.31110/2413-1571-2020-025-3-025. URL: https://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/journals/2020-v3-25-2/2020_3-25-2_Ivanchuk-Kulchynsky_FMO.pdf.
11. Іванчук М., Кульчинський В. Голографічний підхід як засіб міжпредметної інтеграції при вивченні медичної інформатики. *Фізико-математична освіта,* 2022. Том 35. № 3. С. 26-32. DOI: 10.31110/2413-1571-2022-035-3-004. URL: <https://repository.sspu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/d96cb1fa-ea25-4eb8-89b7-5c463a901478/content>.
12. МБФМІ - Посібники. *МБФМІ.* URL: <https://bphmi.bsmu.edu.ua/публіцистична-діяльність/посібники>.
13. МБФМІ - Науковий гурток. *МБФМІ.* URL: <https://bphmi.bsmu.edu.ua/студентам/науковий-гурток>.
14. МБФМІ - Газета. *МБФМІ.* URL: <https://bphmi.bsmu.edu.ua/публіцистична-діяльність/газета>.
15. Semenyu S. Video marketing in the activities of higher education institutions. *Marketing and Digital Technologies.* 2019. Vol. 3, no. 1. P. 68–77. URL: <https://doi.org/10.15276/mdt.3.1.2019.5>.
16. Остапович Н. Використання відео для навчання майбутніх лікарів медичної та біологічної фізики – потреба сьогодення. *Acta Paedagogica Volyniensis.* 2021. № 3. С. 225–232. URL: <https://doi.org/10.32782/apv/2021.3.33>.
17. МБФМІ - YouTube. *МБФМІ.* URL: <https://bphmi.bsmu.edu.ua/публіцистична-діяльність/youtube>.
18. МБФМІ - Конкурс. *МБФМІ.* URL: <https://bphmi.bsmu.edu.ua/публіцистична-діяльність/газета/конкурс>.
19. БДМУ відвідала Наталка Суховерська | БДМУ. *БДМУ | Головна сторінка.* URL: https://www.bsmu.edu.ua/actual_events/6771-bdmu-vidvidala-natalka-suhoverska/.
20. МБФМІ - Конференція. *МБФМІ.* URL: <https://bphmi.bsmu.edu.ua/конференція>.
21. 141-Адм.pdf. *Google Docs.* URL: <https://drive.google.com/file/d/1pq6qo41a4SaiiBv3L3gl3iF2wTPH78jO/view>.

Fediv V.I., Olar O.I., Ivanchuk M.A., Kulchynsky V.V. Development ways of the department of natural science as an important component of medical education.

Summary. Natural sciences play a key role in the formation of professional competencies of future doctors and are an integral part of the medical education system. Mastering the natural and related sciences provides medical students with fundamental knowledge about the structure and functioning of the human body under normal and pathological conditions, the principles of drug action, and the basics of diagnostic technologies. Natural science training lays the

foundation for the conscious acquisition of clinical knowledge, while information technology subjects ensure a modern level of digital literacy.

The article emphasizes the importance of the continuous development of natural science departments, the adaptation of educational content to current advancements in medical science, as well as the necessity for interdisciplinary integration. Modern medical education requires not only high-quality teaching of basic sciences and flexible teaching methods, but also the active involvement of students in a wide range of academic and scientific activities. This approach contributes to the training of a new generation of doctors – competent, adaptable, innovation-oriented, and committed to lifelong professional development.

The purpose of the study is to identify possible ways to develop a natural science department within a higher medical education institution, using the example of the Department of Medical and Biological Physics and Medical Informatics of Bukovinian State Medical University. The article analyzes the key areas of activity of the department over the past decade (2014–2024).

The core idea of the developed educational and methodological complex is the demonstration of cause-and-effect relationships relevant to the future professional activities of medical students. In addition, the article highlights the importance of developing such activities as popular science publications, the creation of educational video content, and student participation in scientific societies and initiatives. The significance of holding thematic scientific conferences on natural sciences to showcase the theoretical and applied achievements of these disciplines in the context of medical progress is emphasized, along with the value of launching interdisciplinary scientific journals.

Prospects for further research include studying the readiness of students to diversify and deepen their involvement in the work of natural science departments.

Key words: Bukovinian State Medical University; Department of Medical and Biological Physics and Medical Informatics; educational and methodological work; professional competencies; interdisciplinary fields.

Подано до друку 25.03.2025

Прийнято до друку 02.04.2025

УДК 373.5.091.33:51]:502/504

DOI 10.24139/2519-2361/2025.01/71-76

О. Є. Волянська

ORCID 0009-0005-3136-5082

Т. В. Пархоменко

Український державний
університет імені Михайла Драгоманова

ЗАДАЧІ ЕКОЛОГІЧНОГО ЗМІСТУ У КУРСІ МАТЕМАТИКИ БАЗОВОЇ СЕРЕДНЬОЇ ШКОЛИ

Сучасна освіта спрямована не тільки на закріплення предметних знань, а й на формування компетентностей, винятково для відповідного ставлення до навколишнього середовища. Одним із ефективних способів інтеграції екологічної освіти в навчальний процес є використання завдань екологічного змісту в курсі математики базової середньої школи. У статті розглядається методика впровадження таких завдань, що дозволяє не тільки розвивати математичну здатність учнів, а й формувати в них екологічне мислення, усвідомлення актуальних екологічних проблем та шляхів їх розв'язання. Здійснено аналіз впливу вчителя математики на світогляд учнів, що стосується екологічних проблем. Наведені підручники математики базової середньої школи та їх вплив у вирішенні даної проблеми за допомогою «математичних рубрик» та задач. Окреслено методичні підходи до їх використання на уроках математики, які сприяють розвитку логічного мислення та відповідного ставлення до навколишнього середовища. Представлено приклад проєктної

діяльності на позакласних заняттях з математики, який допомагає не лише долучитися до його виконання, а й зрозуміти глобальність проблеми, а також дати зрозуміти учням, що захищаючи навколишнє середовище, можна допомагати у багатьох аспектах іншим. Отримані результати свідчать про ефективність використання задач екологічного змісту як помилок не лише математичного розвитку, а й виховання екологічно свідомої особистості, здатної отримати обґрунтовані рішення у повсякденному житті.

Ключові слова: математика, екологічна задача, екологічне виховання, базова середня школа.

Постановка проблеми. У часи сьогодення проблема екології постала гострим питанням перед людством. Освіта не може стояти осторонь таких проблем, як: збереження живих істот, забезпечення охорони природи та довкілля. Математика, як наука знаходить широке використання в розв'язуванні ряду екологічних проблем: вивчення біосфери як цілісної природної системи, раціональне використання і охорона природних ресурсів, вивчення різних видів забруднень середовища і методів боротьби з ними та інше.

Сучасний вчитель має велику роль у сприйманні дітьми глобальності проблеми, він має не лише плекати любов до свого предмету, але й навчити дітей мислити глобально, задля збереження навколишнього середовища. Вчитель, як наставник, має дати зрозуміти учням в яких екологічних умовах вони проживають та що їх чекає в майбутньому. Адже ситуація навколишнього середовища з кожним роком погіршується, що спричиняє ще більшу масштабність проблеми. Постійні пожежі, через мірне використання пластикових відходів, не найкраще сортування сміття, все це спричиняє масу проблем кожного року. Це вчитель, як людина з досвідом, на власному прикладі має доносити це учням, новому підростаючому поколінню [2].

Аналіз актуальних досліджень. Питання екологічної освіти в освіті стало актуальним у другій половині ХХ століття у зв'язку з наростанням екологічної кризи та необхідністю забезпечення формування екологічної культури у підростаючого покоління. Міжнародні документи, такі як Декларація ООН з навколишнього середовища і розвитку (Ріо-де-Жанейро, 1992) та Цілі сталого розвитку ООН (2015), підкреслюють важливість екологічної освіти в шкільній програмі.

Українські педагоги, зокрема В. О. Сухомлинський, наголошували на необхідності гармонійного поєднання навчального процесу з природоохоронною діяльністю. У своїх працях він підкреслював, що шкільна освіта повинна виховувати любов і відповідальність по відношенню до природи [13].

Методологічні аспекти екологічної освіти розглядаються в роботах О. Пометун та Л. Пироженко [11]. Вони зазначають, що розвиток екологічного мислення та формування практичних навичок у сфері сталого розвитку потребує міждисциплінарної інтеграції екологічних елементів; зарубіжні дослідники, такі як Д. Палмер та П. Стерлінг, проаналізували ефективність використання математичних моделей у вивченні екологічних процесів [1; 9]. Наприклад, вони показують, як на цьому рівні можна прогнозувати зміни клімату та оцінювати їх вплив на екосистеми. Дослідження в галузі екологічної математики також представлені в рамках міжнародного освітнього дослідження PISA (Programme for International Student Achievement), яке аналізує рівень математичної грамотності учнів та їхню здатність використовувати математичні знання для розв'язання реальних проблем, у тому числі екологічних [8]. В Україні одним із напрямів розвитку екологічної освіти є інтеграція екологічних елементів у шкільні предмети, зокрема математику; розробка методики І. Єрмакова та Н. Бібік пропонує шляхи використання екологічної статистики для розв'язування математичних задач, а також розвитку математичного мислення учнів, сприятимуть формуванню в них екологічної свідомості [3; 6]. Незважаючи на значні напрацювання в цій галузі, необхідна подальша розробка методичних рекомендацій для вчителів математики, які б дозволили системно впроваджувати екологічні аспекти в навчальний процес, адаптовані до рівня підготовки учнів основної середньої школи.

Мета статті – розглянути можливості використання екологічного виховання на уроках математики учнів базової середньої школи.

Виклад основного матеріалу. Людина і довкілля на сьогоднішній час знаходяться в тісних взаємовідносинах, які виникли за часів появи людини, як об'єкту навколишнього світу. У умовах сьогодення в Україні гостро постає питання про поліпшення екологічної ситуації та те, як покращити екологічну освіту. Від того, як буде здійснено цей процес буде залежати яким буде наше майбутнє та майбутнє наших дітей [2].

Математична освіта не може стояти осторонь всіх тих проблем, які виникли. Щоб залучити учнів до вирішення даних проблем, вплинути на формування їхньої підсвідомості, вчителям варто замислитися про власний світогляд стосовно свого ставлення до навколишнього світу. Розвиток творчої особистості на уроках математики передбачає й екологічне виховання учнів [14].

Насамперед вчитель має переконати в тому, як необхідно ставитися до природи та навколишнього світу. На уроках математики виховання учнів можна здійснювати таким чином:

- розкривати тему екології на уроках математики завдяки мотиваційній бесіді відповідно до теми уроку;
- пояснювати, як за допомогою математики вирішуються екологічні проблеми різних типів;
- складати графіки та діаграми, за допомогою яких можна здійснювати ілюстрування функціональної залежності впливу людських факторів на навколишній світ;
- аналізувати приклади, як ефективно та економно використовувати ресурси природи;
- розв'язувати задачі з метою пізнання окремих екологічних фактів.

Екологічна задача – це проблема, пов'язана з охороною збереження природи та довкілля. Вона може стосуватися забруднення повітря і води, знищення лісів, зміни клімату або захисту тварин і рослин [2].

За допомогою розв'язування математичних задач екологічного змісту учень буде вимушений ознайомитися на повну з проблемами екології та мати змогу не допустити в майбутньому помилок, які безперечно пов'язані з недбайливим ставленням до навколишнього світу. Як і інші науки, математика виникла з потреби людей. Математика створює певні осередки для розвитку вміння давати оцінку стану природних об'єктів і явищ, позитивних та не дуже наслідків діяльності людства.

Роль математики в умовах екологічного виховання полягає в тому, що методом доцільно дібраних задач, функціональних залежностей можна навчити учнів розуміти окремі екологічні поняття, привити навички раціонального використання природного надбання та розкрити роль математики у пізнанні загальних та базових законів природи.

Для формування екологічних знань на уроках математики варто добирати задачі, які розкриватимуть аспекти: споживання води в країні, користь пластику на фронті, вирубка лісів, забруднення повітря, значущість тварин у природі тощо.

Використання задач екологічного змісту на уроках стає показником рівня екологічного пізнання, від якого залежить ставлення учнів до ситуації, яка відбувається з навколишнім середовищем сьогодні. Вводячи цікаві екозадачі на уроках математики вчитель виховує та розвиває школярів, підвищуючи їх математичні, екологічні та економічні знання [10; 15].

Можна дійти висновку, що формування екологічної компетентності учнів на уроках математики сприяє їх всебічному розвитку, розвиває певну здатність застосовувати опановане в професійній діяльності.

Більшість підручників математики базової середньої школи мають містити невелику кількість екологічних задач, а у деяких їх взагалі немає.

У підручнику алгебри 7-го класу колективу Наталія Прокопенко, Юрій Захарійченко та Лариса Пекарська задачі екології виводяться в рубрику «Math of life» (пер. «Математика в житті») [12].

Задача. Під час чищення зубів мати витрачає воду економно (доки чистить зуби, кран закручує), а батько цього не робить. За показниками лічильника води діти встановили, що

мати витрачає щоранку 1,5 л води, а батько – вдвічі більше. На скільки літрів води щомісяця більше витрачає батько, ніж мати?

Мета даної задачі: збагачувати знання з екології та навчити дітей дбайливо ставитися до марного витрачання води.

У підручнику алгебри 7-го класу авторства Олександра Істера задачі екології мають чинне місце в рубриці «Математика в житті» [7].

Задача. Відомо, що 60 кг макулатури зберігають одне дерево. Учні сьомих класів школи зібрали 300 кг макулатури. Скільки дерев зберегли учні?

Мета даної задачі: зрозуміти суть функціональної залежності величин у реальному житті. З точки зору екології, зрозуміти глобальність проблеми вирубки лісів.

Задача. Використання проточної води для миття посуду чи прання білизни призводить до марних витрат води в середньому до 15 л за хвилину. Скільки води можна зберегти під час півгодинного прання, якщо правильно ставитися до споживання води?

Мета даної задачі: систематизувати знання учнів з теми «Функція. Функціональна залежність величин». З точки зору екології, навчити учнів дбайливо ставитися до водних ресурсів навколишнього світу.

Вчитель математики може зацікавити школярів у вивченні екологічних проблем здійснюючи проєктні роботи на позакласних заходах, використовуючи умови сьогодення.

Сьогодні гостро постала потреба фінансового забезпечення військових нашої країни, дорослі збирають донати, а менші школярі малюють малюнки, як мотивацію для військових, що діти в них вірять. Коли в той же час, старші учні, розуміють глобальність проблеми та намагаються вирішити її в інший спосіб. Завдяки все можливим акціям та зборам, а для вчителя математики це чудова можливість показати учням, як можна проявити свої компетентності при розв'язуванні задач, в умові, якої вони самі знаходяться.

Нехай перед школярами поставлено таку **задачу:** «В Іванківському районі (Київської області) стартувала акція «Ворогам Кришка», кришки віддають на переробку, а виручені кошти віддають на потреби воїнів ЗСУ. У цій акції участь беруть учні шкіл всього району. Учні 9 класу Іванківського ліцею №1 та №2, Іванківської селищної ради зібрали понад 2500 кришечок (4 кг) за 2 місяці. Як пластикові відходи ці кришечки могли б забруднити ґрунт. Яку площу могли б забруднити ці кришечки?»

Додаткова інформація: Іванківський ліцей №1 зібрали 1 600 пластикових кришечок, а Іванківський ліцей №2 зібрали 900 кришечок.

Дана задача дає змогу вчителю математики зацікавити учнів у проблемах сьогодення не лише екологічних, а ще дати змогу здійснити математичні розрахунки.

Нехай площа забрудненої території дорівнює S_n , одна кришечка забруднює приблизно 5 м^2 . Тоді x кришечок, що зібрали учнів Іванківського ліцею №1 та №2 здатні забруднити $(5 \cdot x) \text{ м}^2$, а яку площу вони здатні забруднити разом можна обчислити додавши площу, яку здатні забруднити кришечки зібрані учнями одного навчального закладу до площі, яку здатні забруднити кришечки зібрані школярами іншого навчального закладу.

$$S_1 = 5 \cdot 1600 = 8000 \text{ (м}^2\text{)}.$$

$$S_2 = 5 \cdot 900 = 4500 \text{ (м}^2\text{)}.$$

$$S = S_1 + S_2 = 8000 + 4500 = 12500 \text{ (м}^2\text{)}.$$

Відповідь: $S_1 = 8000 \text{ м}^2$, 4500 м^2 , 12500 м^2 .

Висновок, який варто зробити вчителю з дітьми: пластикові кришечки, зібрані учнями, могли б забруднити 12500 м^2 площі, а це понад 1,3 га, що негативно могло б вплинути на навколишнє середовище.

Отже, така проста «екологічна діяльність» разом з дітьми дасть змогу зрозуміти школярам, як можна зберегти довкілля від проблем, які насуваються сьогодні; зацікавить учнів у допомозі країні сьогодні навіть роблячи таку маленьку справу.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Однією з компетентностей в програмах НУШ є екологічна компетентність, а саме розпізнавати проблеми довкілля, прогнозувати вплив людства на довкілля визнавати роль математики в розвитку проблем

довкілля. Екологічне виховання це важливий процес формування наукових знань про природу і суспільство, про відповідальне ставлення учнів до збереження природи. Саме задачі екологічного змісту розкривають питання дбайливого використання води в Україні, значення рослин і тварин у житті, скорочення лісових ресурсів.

Питання екології доволі строго постало перед людством сьогодні. Для його вирішення потрібно збагачувати власні знання про екології та про збереження природних ресурсів. Насамперед, пояснювати учням важливість цієї теми сьогодні та наголошувати на їх швидкому вирішенні. Не лише школа має приймати активну участь у навчанні учнів екологічних аспектів, а й батьки та старше покоління, яке оточує школяра.

У ході роботи було здійснено всебічне дослідження проблеми екології та те, як математика допоможе дітям зрозуміти глобальність даної ситуації. Відповідно до мети дослідження, були розглянуто можливості використання екологічного виховання на уроках математики.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Sterling, S. R. (2001). *Sustainable Education : Re-Visioning Learning and Charge*. Schumacher Briefing, no. 6. Totnes: Green Books for the Schumacher Society.
2. Балацький, О. Ф. (1977). Охорона навколишнього середовища. Знання. (Balatskyi O. F. (1977). *Environmental Protection. Knowledge* (in Ukrainian).
3. Бібік, Н. М. (2014). Компетентнісний підхід у навчанні: теоретичні засади і методичні реалізації. Педагогічна думка. (Bibik N. M. (2014). *Competency-Based Approach to Education: Theoretical Principles and Methodological Implementations*. Pedagogical Thought).
4. Білявський Г. О., Падун М. М., Фурдуй Р. С. (1993). Основи загальної екології. Либідь. (Bilyavskiy G. O., Padun M. M., Furduy R. S. (1993). *Fundamentals of General Ecology*. Lybid).
5. Державний стандарт базової середньої освіти (2020). Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/898-2020-%D0%BF#Text> (State Standard of Basic Secondary Education (2020). Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/898-2020-%D0%BF#Text>).
6. Єрмаков І. Г. (2011). Екологічна освіта та виховання в Україні: концептуальні засади, проблеми, перспективи. Педагогічна думка. (Yermakov I. G. (2011). *Environmental education and upbringing in Ukraine: conceptual principles, problems, prospects*. Pedagogical thought).
7. Істер О.С. (2024). Алгебра: підруч. для 7-го кл. закл. заг. серед. освіти. Генеза. (Easter O. S. (2024). *Algebra: textbook for the 7th grade of general secondary education*. Genesis).
8. OECD (2019). *PISA 2018 results (volume I): What students know and can do: International report on the results of the international study of the quality of education PISA-2018*.
9. Палмер Дж. (1998). Екологічна освіта в 21 столітті: теорія, практика, прогрес і перспективи. Routledge. (Palmer J. (1998). *Environmental education in the 21st century: theory, practice, progress and prospects*. Routledge (London)).
10. Пихтар М. П. (2011). Розвиток математичних здібностей школярів. Київ (Pykhtar M. P. (2011). *Development of mathematical abilities of schoolchildren*. Kyiv).
11. Пометун О.І., Пироженко Л.В. (2004). Сучасний урок: інтерактивні технології навчання. Видавництво А.С.К. (Pometun O.I., Pyrozhenko L.V. (2004). *Modern lesson: interactive learning technologies*. Publishing house A.S.K.).
12. Прокопенко Н., Захарійченко Ю., Пекарська Л. (2024). Алгебра: підруч. для 7-го кл. закл. заг. серед. освіти. Ранок (Prokopenko N., Zakhariychenko Yu., Pekarska L. (2024). *Algebra: textbook for the 7th grade of the general secondary education*. Ranok).
13. Сухомлинський В.О. (1977). Вибрані твори. В 5-ти т. Т. 3. Серце віддаю дітям. Народження громадянина. Листи до сина. Рад. шк. (Sukhomlynsky V.O. (1977). *Selected works. In 5 volumes. Volume 3. I give my heart to children. The birth of a citizen. Letters to my son.*
14. Чашечникова О. С. (2011). Створення творчого середовища в умовах диференційованого навчання математики. ФОП Литовченко Є.Б. (Chashechnikova O. S. (2011). *Creation of a creative environment in the conditions of differentiated teaching of mathematics*. FOP Lytovchenko E.B.).

15. Яценко В. С. (2013). Особливості формування системи еколого-виховної діяльності учнів загальноосвітніх навчальних закладів. Педагогічна думка. (Yatsenko V. S. (2013). Peculiarities of forming a system of ecological and educational activities of students of general educational institutions. Pedagogichna dumka)).

Volyanska O. E., Parkhomenko T. V. Problems of environmental content in the course of mathematics in basic secondary school.

Modern education is aimed not only at consolidating subject knowledge, but also at forming competencies, exclusively for an appropriate attitude towards the environment. One of the effective ways of integrating environmental education into the educational process is the use of tasks of environmental content in the mathematics course of basic secondary school. The article considers the methodology for implementing such tasks, which allows not only to develop students' mathematical abilities, but also to form in them ecological thinking, awareness of current environmental problems and ways to solve them. An analysis of the influence of a mathematics teacher on students' worldview regarding environmental problems is carried out. Basic secondary school mathematics textbooks and their influence in solving this problem using "mathematical rubrics" and tasks are presented. Methodological approaches to their use in mathematics lessons are outlined, which contribute to the development of logical thinking and an appropriate attitude towards the environment. An example of project activity in extracurricular mathematics classes is presented, which helps not only to join in its implementation, but also to understand the global nature of the problem, as well as to make students understand that by protecting the environment, one can help others in many aspects. The results obtained indicate the effectiveness of using tasks of environmental content as errors not only in mathematical development, but also in the upbringing of an environmentally conscious personality capable of obtaining well-founded decisions in everyday life.

Key words: *mathematics, environmental task, environmental education, basic secondary school.*

Подано до друку 19.03.2025

Прийнято до друку 09.04.2025

РОЗДІЛ 2. СПРЯМОВАНІСТЬ НАВЧАННЯ
ДИСЦИПЛІН ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ
НА РОЗВИТОК ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ УМІНЬ ТА ТВОРЧИХ ЗДІБНОСТЕЙ
УЧНІВ ТА СТУДЕНТІВ

УДК 37.091.3:51:330.43

DOI 10.24139/2519-2361/2025.01/77-84

О. С. Передерєєва

ORCID ID 0009-0007-5755-5348

Запорізька гімназія №62 Запорізької міської ради

Г. М. Алексєєва

ORCID ID 0000-0003-3204-3139

Бердянський державний педагогічний університет

ЗВ'ЯЗОК МАТЕМАТИЧНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ З ФІНАНСОВОЮ
ГРАМОТНІСТЮ У МАЙБУТНЬОМУ

У статті досліджено роль індустріальної математики у розвитку STEM-освіти як важливого інструменту технологічного прогресу. Розглянуто сучасні тенденції у викладанні математичних дисциплін, що сприяють формуванню фінансової грамотності здобувачів освіти. Особливу увагу приділено аналізу різних методик викладання, включаючи традиційний, компетентнісний підхід, ігрові методи навчання, метод кейс-стаді та проєктне навчання. Визначено їхню ефективність у підготовці молоді до прийняття обґрунтованих фінансових рішень у реальному житті.

У дослідженні акцентовано увагу на використанні математичних моделей та аналітичних підходів у процесі навчання, що дозволяє підвищити рівень розуміння складних фінансових процесів. Окремо розглянуто результати міжнародного дослідження PISA-2022, які демонструють рівень математичної грамотності українських школярів порівняно з показниками інших країн. Визначено, що існує потреба в удосконаленні математичної освіти в Україні для досягнення міжнародних стандартів.

Перспективи подальших наукових розвідок передбачають анкетування учнів щодо рівня їхньої фінансової обізнаності, аналіз їхніх навичок розв'язання фінансових завдань, що використовуються у міжнародних тестуваннях, а також оцінку ефективності інтеграції фінансової тематики у навчальні предмети, зокрема математику, алгебру та геометрію. Планується дослідження підготовки школярів до вивчення нового навчального курсу «Підприємництво і фінансова грамотність», що має стати важливим кроком у формуванні фінансової культури молодого покоління.

Результати цього дослідження можуть бути використані для розробки методичних рекомендацій щодо впровадження фінансових компетентностей у навчальний процес, що сприятиме гармонійному поєднанню теоретичних знань і практичних навичок. Дослідження також може слугувати основою для адаптації української освітньої програми до світових тенденцій розвитку фінансової та математичної освіти.

Ключові слова: індустріальна математика, STEM-освіта, фінансова грамотність, математичні моделі.

Постановка проблеми. У сучасному світі математична грамотність є не лише академічною навичкою, а й ключовим фактором успіху в особистих фінансах та економічній діяльності. Фінансова грамотність передбачає здатність розуміти та ефективно використовувати фінансові знання для прийняття обґрунтованих рішень. Дослідження показують, що рівень математичних компетентностей безпосередньо впливає на здатність людини управляти власними фінансами, прогнозувати ризики та приймати обґрунтовані фінансові рішення.

Недостатній рівень математичних навичок може призводити до помилок у фінансових рішеннях, що, своєю чергою, впливає на фінансову стабільність людини.

Вивчення взаємозв'язку між математичною компетентністю підлітків (11-14 років) та їхньою фінансовою грамотністю є актуальним, оскільки сприяє розробці ефективних освітніх стратегій, що допоможуть підготувати молодь до успішного управління власними фінансами в майбутньому.

Аналіз актуальних досліджень. Проблематика формування математичних компетентностей та фінансової грамотності активно розглядається у сучасній педагогічній та економічній науці. Значний внесок у розвиток педагогічних засад економічної освіти зробили такі дослідники, як А. Абрамова, К. Беркита, Ф. Бутинець, А. Лівшиць, М. Левочко, І. Носаченко, О. Падалка, І. Прокопенко, Л. Прусова, І. Радіонова, О. Собчук, О. Шпак, О. Чухно та інші. У їхніх роботах акцентовано увагу на необхідності інтеграції економічних знань у систему загальної освіти, що сприятиме формуванню ключових компетентностей сучасного громадянина.

Окремі аспекти впливу фінансової грамотності на фінансову поведінку населення аналізуються у працях О. Ковтун та І. Ломачинської, які розглядають взаємозв'язок між рівнем фінансової обізнаності та економічними рішеннями індивідів. Питання підвищення фінансової грамотності в освітньому середовищі висвітлюють Т. Смовженко, Б. Приходько, Т. Кізіма, С. Прищепа, наголошуючи на важливості інтеграції фінансових знань у шкільні програми та необхідності розробки інноваційних методик навчання.

Фінансову грамотність та підприємливість як основу підприємницької компетентності досліджують М. Рудь, Г. Назаренко, В. Узунов, О. Пометун, І. Зимня, Ш. Мунді, О. Проценко. У їхніх роботах підкреслюється значення розвитку фінансових навичок у процесі навчання для підготовки молоді до реальних економічних викликів.

Окрему увагу приділено питанням зв'язку математичних компетентностей із рівнем фінансової грамотності. Так, І. Голуб у своєму дослідженні аналізує роль уроків математики у розвитку фінансово-економічного мислення молодших школярів, підкреслюючи необхідність інтеграції фінансових понять у навчальні програми з математики. І. Хом'юк та Н. Родюк досліджують формування фінансової грамотності учнів через компетентнісний підхід, використовуючи кейс-методи та реальні фінансові задачі.

Також варто відзначити важливість підготовки педагогів до викладання основ фінансової грамотності. Це питання розглядається у роботах В. Шуляка, який наголошує на необхідності вдосконалення професійної підготовки вчителів до інтеграції фінансової тематики в початкову освіту. Практичні аспекти впровадження фінансових знань у навчальний процес аналізуються у роботі В. Шуляка та І. Хом'юк, де розглядаються ефективні методи навчання, зокрема ігрові технології, кейс-методи та математичні задачі з фінансовим контекстом.

Сучасні дослідження підкреслюють важливість математичних компетентностей для розвитку фінансової грамотності та управління економічними процесами, зокрема в контексті цифровізації економіки та впливу освітніх програм на фінансову поведінку молоді [2; 6; 8; 11; 14]. Аналіз економічних та соціально-демографічних факторів свідчить про необхідність інтеграції фінансової грамотності у навчальний процес, що дозволяє майбутнім спеціалістам ефективніше адаптуватися до трансформаційних процесів на ринку праці [10; 12; 13].

Результати сучасних досліджень підтверджують, що впровадження фінансових компонентів у викладання математики сприяє підвищенню фінансової грамотності учнів та розвитку їхніх аналітичних навичок. Водночас, існує потреба в подальших дослідженнях, спрямованих на визначення найбільш ефективних методик навчання фінансової грамотності у шкільній освіті та адаптацію їх до міжнародних стандартів.

Метою статті є аналіз зв'язку між рівнем математичних компетентностей та фінансовою грамотністю майбутнього покоління, а також оцінка ефективності сучасних методик викладання математики у базовій школі для формування фінансових навичок. Дослідження спрямоване на виявлення впливу базових математичних навичок (арифметика, логічне мислення, аналіз даних) на здатність ухвалювати зважені фінансові рішення, управляти особистими фінансами та оцінювати економічні ризики.

Виклад основного матеріалу. Фінансова грамотність базується на здатності аналізувати числову інформацію, виконувати розрахунки та приймати обґрунтовані фінансові рішення. Важливу роль у цьому процесі відіграють такі математичні навички як: додавання, віднімання, множення та ділення є базою для розрахунку доходів, витрат, податків і заощаджень; вміння працювати з відсотками необхідне для розрахунку знижок, податків, кредитних ставок і депозитів; **робота з дробами, відсотками та пропорціями** для оцінки кредитних ставок, депозитів і податкових зобов'язань; вміння розв'язувати рівняння допомагає прогнозувати майбутні фінансові витрати та доходи; розуміння середніх значень, медіани та моди допомагає оцінювати фінансові ризики та прибутковість інвестицій; знання ймовірності сприяє ухваленню зважених рішень у страхуванні, інвестуванні та управлінні ризиками. Вміння будувати математичні моделі необхідно для прогнозування доходів і витрат, аналізу кредитного навантаження та довгострокових фінансових стратегій. Усі ці знання, навички та вміння підлітки набувають під час вивчення математики, алгебри та геометрії протягом 5-9 класів [7].

Логічне та критичне мислення є основою життя кожної людини, необхідне для прийняття щоденних рішень. Воно дає здатність аналізувати фінансову інформацію, оцінювати різні варіанти рішень та уникати помилкових фінансових рішень; дозволяє альтернативні фінансові стратегії та вибирати найвигіднішу. Розвиток критичного мислення є однією з ключових компетентностей в математиці для учнів базової ланки середньої освіти Нової української школи (НУШ). Тому, саме в цей час потрібно докладати максимально зусиль для його формування і розвитку в позитивному напрямку за допомогою діяльнісного підходу, різноманітних проєктів, направлених на застосування «життєвої математики» під час викладання, з одночасним підвищенням мотивації учнів до вивчення базових предметів через розуміння їх застосування в реальності [4].

Опанування цих математичних навичок сприяє підвищенню фінансової грамотності, допомагає уникати майбутніх фінансових ризиків і приймати обґрунтовані рішення щодо управління грошима вже як у підлітковому віці, так і у дорослому. За статистикою, люди з низьким рівнем математичних компетентностей частіше стають жертвами фінансових шахрайств, оскільки не можуть правильно оцінити вигідність пропозицій. Водночас, індивідууми, які розуміють основи прогнозування та моделювання, краще розраховують свої майбутні витрати та доходи. Це сприяє накопиченню капіталу, ефективному пенсійному плануванню та підготовці до фінансових криз.

Методики викладання математики в базовій школі безпосередньо впливають на рівень математичних компетентностей учнів, що, у свою чергу, визначає їхню здатність до свідомого фінансового управління. Останнім часом традиційні підходи доповнюються інноваційними методами, які роблять навчання більш інтерактивним, практичним та орієнтованим на реальні життєві ситуації.

Аналіз сучасних методик викладання математики показав їхній різний вплив на формування фінансової грамотності учнів. Традиційний підхід, що базується на лекційно-пояснювальному методі, зосереджується на вивченні теоретичних понять і алгоритмів розв'язання задач. Проте цей метод має значний недолік – учні часто сприймають матеріал відірвано від реальних фінансових ситуацій, що ускладнює розуміння того, як застосовувати отримані знання для управління особистими фінансами.

Натомість компетентнісний підхід, який активно впроваджується в рамках Нової української школи (НУШ), спрямований на формування в учнів практичних навичок застосування математики у повсякденному житті. Значна увага приділяється задачам, що моделюють реальні фінансові ситуації – розрахунок кредитних відсотків, складання бюджету, оцінка прибутковості інвестицій. Такий підхід допомагає учням краще розуміти фінансові механізми, розвиває критичне мислення та сприяє усвідомленому плануванню витрат.

Ще одним ефективним методом є проєктне навчання, яке ґрунтується на виконанні довготривалих завдань, пов'язаних із дослідженням реальних фінансових питань. Наприклад, створюючи проєкт «Сімейний бюджет», учні аналізують доходи та витрати родини, шукають способи економії та оптимального розподілу коштів. Завдяки такому

навчанню вони не лише краще засвоюють фінансові поняття, а й набувають практичних навичок аналізу та ухвалення зважених рішень у фінансовій сфері.

Сучасна освітня література пропонує низку інноваційних підходів до викладання математики, які сприяють підвищенню фінансової грамотності. Серед найбільш ефективних методів можна виділити *ігрові технології, метод кейсів та інтеграцію фінансових задач* у навчальний процес.

Використання ігор у навчанні значно підвищує інтерес учнів до математики, допомагаючи їм краще розуміти економічні поняття через практичний досвід. Інтерактивні вправи, фінансові симуляції та настільні ігри, такі як *Cash Flow* чи *Монополія*, дозволяють закріплювати матеріал, застосовуючи його у реальних ситуаціях. Гейміфікація навчання сприяє глибшому засвоєнню фінансових концепцій, оскільки учні безпосередньо стикаються з економічними викликами та ухвалюють рішення, що моделюють реальні фінансові процеси. Дослідження підтверджують, що навчання через гру покращує мотивацію та здатність учнів до запам'ятовування [5].

Метод кейс-стаді також є ефективним підходом, оскільки передбачає аналіз реальних або змодельованих ситуацій. Учня пропонують оцінити різні фінансові сценарії, такі як вибір оптимального кредитного продукту чи аналіз умов депозитів у банках. Робота над кейсами формує аналітичне мислення, розвиває навички критичного оцінювання та навчає працювати з фінансовими даними. Це сприяє підготовці до прийняття обґрунтованих рішень у майбутньому фінансовому житті.

Ще одним перспективним підходом є інтеграція фінансових задач у процес вивчення математики. Замість абстрактних рівнянь учні працюють із реальними економічними показниками, розраховують відсоткові ставки, аналізують вплив інфляції чи податкового навантаження на доходи. Такі задачі демонструють практичну значущість математичних знань і допомагають усвідомити їхню роль у фінансовому плануванні. Наприклад, розрахунок майбутньої вартості заощаджень при різних депозитних ставках дає можливість наочно побачити ефект складних відсотків та навчитися ухвалювати фінансово грамотні рішення.

Отже, застосування ігрових технологій, кейс-методу та фінансових задач дозволяє зробити навчання більш практичним та наближеним до реальних життєвих ситуацій. Це не лише покращує розуміння математичних концепцій, а й сприяє формуванню навичок фінансового аналізу, що є критично важливими для сучасної молоді.

Дослідження показують, що використання інтерактивних методів, таких як кейс-стаді та гейміфікація, підвищує рівень фінансової обізнаності серед учнів на 20-30% порівняно з традиційними методами навчання. **Ігрові методи** стимулюють учнів до активної участі в процесі навчання та сприяють розвитку навичок ухвалення фінансових рішень. **Проектне навчання** формує довготривалі навички фінансового аналізу та стратегічного планування.

Чим вищий рівень математичних компетентностей, тим більша ймовірність ухвалення правильних фінансових рішень. Відсутність базових математичних навичок, які закладаються саме у підлітковому віці, може призводити до фінансових помилок, таких як надмірна заборгованість, неправильне розподілення коштів або невігідні інвестиції, вже у дорослому житті. Отже, розвиток математичних компетентностей є ключовим фактором підвищення фінансової грамотності та забезпечення фінансової стабільності в майбутньому.

Відповідно до Program for International Student Assessment (PISA) – міжнародного дослідження успішності підлітків, що спрямоване на перевірку здатності використовувати здобуті ними знання, уміння та навички в реальному житті, що було проведено в Україні у 2018 р., понад третина учасників не досягли базового рівня у знаннях з математики та показали низький рівень застосування знань на практиці. Результати дослідження засвідчують, що українська освіта потребує ефективних змін у напрямку розробки новітніх прогресивних методів та підходів в навчальній діяльності для досягнення кращих результатів у майбутньому та реалізації здобувачами освіти свого конституційного права на доступну якісну освіту, яка допомагає вирішувати важливі та актуальні життєві завдання, відповідає сучасному ритму життя та тенденціям. У 2021 році оприлюднені показники рівня фінансової обізнаності українців. Встановлено, що найвищий рівень фінансової грамотності мають українці віком 25–

34 роки (12,7 бала) та 30–59 років (12,6 бала). Молодь віком 18-19 років (10,1 бала) та люди, старші 60 років (11,6 бала) є найменш фінансово обізнаними. Статистичні дані отримані в результаті дослідження проведеного проєктом USAID "Трансформація фінансового сектору" за методологією Міжнародної мережі фінансової освіти Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР) [1].

Міжнародний досвід навчання фінансової грамотності через математику. Організація економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР) приділяє значну увагу інтеграції фінансової освіти в шкільні програми. Дослідження PISA, започатковане ОЕСР, оцінює не лише академічні знання учнів, але й їхню здатність застосовувати ці знання в реальних життєвих ситуаціях, включаючи фінансові аспекти. Результати PISA демонструють, що країни з високими показниками математичної грамотності часто мають і високий рівень фінансової обізнаності серед молоді. Це свідчить про ефективність інтеграції фінансових концепцій у викладання математики. У багатьох країнах фінансова грамотність впроваджується через математичні курси шляхом включення практичних завдань, пов'язаних з управлінням особистими фінансами, бюджетуванням та розумінням відсоткових ставок. Такий підхід дозволяє учням застосовувати математичні знання для вирішення повсякденних фінансових питань, що підвищує їхню фінансову компетентність. Згідно з результатами дослідження PISA-2022, 58% українських учнів досягли базового рівня математичної грамотності, що є нижчим за середній показник країн ОЕСР, який становить 69%. Крім того, лише 32% українських 15-річних учнів досягли рівня 3 або вищого на шкалі PISA з математики, тоді як у країнах ОЕСР цей показник є вищим [9]. Це свідчить про необхідність посилення математичної освіти в Україні для досягнення міжнародних стандартів.

Низький рівень математичної грамотності безпосередньо впливає на фінансову обізнаність молоді. Дослідження показують, що українська молодь віком 18-19 років має найнижчий рівень фінансової грамотності серед усіх вікових груп, що свідчить про недостатню підготовку в школі щодо управління особистими фінансами. Це підкреслює важливість інтеграції фінансової освіти в шкільні програми, особливо через математичні дисципліни.

Згідно з результатами дослідження PISA-2022, найвищий рівень математичної грамотності демонструють учні Сінгапуру, Китаю (Пекін, Шанхай, Цзянсу, Чжецзян), Кореї, Японії та Гонконгу. Сінгапур очолює рейтинг із середнім результатом у 575 балів, тоді як учні китайських мегаполісів отримали 552 бали. Корейські школярі досягли рівня 547 балів, японські – 540, а Гонконг показав результат 536 балів. У середньому країни ОЕСР мають показник у 472 бали, що є своєрідним орієнтиром для оцінки рівня математичної підготовки учнів у світі. Водночас українські школярі набрали 454 бали, що нижче середнього рівня країн ОЕСР. Це свідчить про необхідність удосконалення математичної освіти в Україні, зокрема посилення практичної спрямованості навчання, застосування сучасних методик викладання та впровадження інноваційних технологій. Досягнення високих результатів у провідних країнах пояснюється ефективними освітніми програмами, що орієнтовані на розвиток критичного мислення, глибоке розуміння математичних концепцій і їхнє застосування в реальних ситуаціях. Українська система освіти має всі передумови для підвищення рівня математичної підготовки школярів, що є важливим кроком для досягнення міжнародних стандартів.

Дослідження, проведене після фінансово-економічної кризи 2008–2009 років, показало, що понад половина респондентів (55%) зазнали значного зниження доходів. Це підкреслює важливість фінансової грамотності для адаптації до економічних викликів [3].

На жаль, через повномасштабне вторгнення та військовий стан в країні, подальших ґрунтовних досліджень не проводилось. Але, в Україні затверджено Національну стратегію розвитку фінансової грамотності до 2030 року, що сприятиме підвищенню фінансової обізнаності населення України. Першим пунктом зазначено **якісна базова фінансова освіта, що передбачає розпочати викладання нового обов'язкового курсу «Підприємство і фінансова грамотність» з 2025 року у 8-х класах та з 2026 року у 9-х класах у всіх школах** [4, 5].

Попередні висновки та перспективи подальших досліджень. Результати дослідження підкреслюють необхідність удосконалення методики викладання математики

для підвищення рівня фінансової грамотності учнів. Отримані дані свідчать про важливість інтеграції фінансових задач у шкільний курс математики, використання ігрових методів, кейс-стаді та інших інноваційних підходів, що сприяють розвитку критичного мислення та навичок аналізу фінансових процесів.

У подальшому дослідженні планується провести анкетування учнів для самооцінки їхньої фінансової обізнаності, а також зібрати статистичні дані щодо рівня володіння фінансовою математикою серед учнів базової школи. Аналіз відповідей допоможе визначити основні проблеми у сприйнятті та застосуванні фінансових знань. Окрему увагу буде приділено оцінці здатності учнів розв'язувати завдання зі збірників PISA, їхньому розумінню та інтерпретації отриманих результатів у контексті реальних фінансових ситуацій.

Також важливо дослідити ефективність інтеграції фінансових тем у курс математики, алгебри та геометрії як підготовчий етап перед запровадженням нового навчального предмета «Підприємництво і фінансова грамотність». Важливим аспектом подальших досліджень стане розробка методичних рекомендацій для вчителів щодо впровадження фінансових компетентностей у шкільний курс математики, що сприятиме гармонійному поєднанню теоретичних знань і практичних навичок у фінансовій сфері.

Крім того, перспективним напрямом є аналіз ефективності різних методик навчання, зокрема порівняння традиційного підходу з інтерактивними методами, що базуються на реальних фінансових ситуаціях. Отримані результати можуть стати основою для розробки освітніх стратегій, спрямованих на підвищення рівня фінансової грамотності школярів, а також рекомендацій щодо адаптації української шкільної програми до міжнародних стандартів у сфері математичної та фінансової освіти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Аналіз фінансової грамотності здобувачів початкової освіти: думка з позиції нинішньої педагогічної науки. Режим доступу: <https://surl.li/bcrspu>. (*Analysis of Financial Literacy of Primary Education Learners: Perspective from Current Pedagogical Science*). Retrieved from: <https://surl.li/bcrspu>.
2. Васильчук, Н. О. (2013). Демографічні чинники впливу на трудовий потенціал. *Вісник Одеського національного університету. Економіка*, 18 (1/1), 51–53. (Vasylchuk, N. O. (2013). Demographic factors influencing labor potential. *Bulletin of the Odessa National University. Economics*, 18 (1/1), 51–53).
3. Доповідь на тему: Наскрізна лінія «Підприємливість і фінансова грамотність» на уроках математики. Режим доступу: <https://surl.li/qdjvqy>. (*Report on the Topic: Cross-Cutting Line 'Entrepreneurship and Financial Literacy' in Mathematics Lessons*). Retrieved from: <https://surl.li/qdjvqy>.
4. Затверджено Національну стратегію розвитку фінансової грамотності до 2030 року (2024). Режим доступу: <https://surli.cc/mybnlj>. (*National Strategy for Financial Literacy Development Approved until 2030 (2024)*). Retrieved from: <https://surli.cc/mybnlj>.
5. Кейс-метод як спосіб формування життєвих компетентностей учнів. Режим доступу: <https://surl.li/swzltm>. (*Case Method as a Way to Develop Students' Life Competencies*). Retrieved from: <https://surl.li/swzltm>.
6. Мартинович, Н. О. (2023). Прикладні імперативи оцінки соціально-економічної ефективності повоєнної розбудови регіонів України. *Проблеми і перспективи економіки та управління*, 1(33), 98–113. Режим доступу: [https://doi.org/10.25140/2411-5215-2023-1\(33\)-98-113](https://doi.org/10.25140/2411-5215-2023-1(33)-98-113). (Martynovych, N. O. (2023). Applied imperatives for assessing the socio-economic efficiency of post-war reconstruction of Ukraine's regions. *Problems and Prospects of Economics and Management*, 1(33), 98–113. Retrieved from: [https://doi.org/10.25140/2411-5215-2023-1\(33\)-98-113](https://doi.org/10.25140/2411-5215-2023-1(33)-98-113)).
7. Навчальна програма «Основи управління особистими ресурсами. Фінансова грамотність (за методикою соціально-економічного симулятора з управління ресурсами «Життєвий капітал») 10-11 класи» (2024). Режим доступу: <https://surli.cc/iopowu>. (*Educational Program "Fundamentals of Personal Resource*

- Management. Financial Literacy (Based on the Methodology of the Socio-Economic Simulator 'Life Capital') 10-11 Grades" (2024). Retrieved from: <https://surli.cc/iopowu>).
8. Тарасов, І. В., Гавриленко, Н. В. (2012). Кореляційний аналіз розвитку малого і середнього підприємництва Одеського і Миколаївського регіонів. *Збірник наукових праць Черкаського державного технологічного університету*, 30, 84–88. Режим доступу: <https://surli.cc/scvfwf>. (Tarasov, I. V., Havrylenko, N. V. (2012). Correlation analysis of the development of small and medium-sized businesses in the Odesa and Mykolaiv regions. *Collection of Scientific Papers of Cherkasy State Technological University*, 30, 84–88. Retrieved from: <https://surli.cc/scvfwf>).
 9. Фінансова грамотність та обізнаність в Україні (2010). Режим доступу: <https://surl.li/gazlyf>. (*Financial Literacy and Awareness in Ukraine* (2010). Retrieved from: <https://surl.li/gazlyf>).
 10. Gryshchenko, I., Havrylenko, N., Krasnostanova, N., Kapuryulya, M., & Banchuk-Petrosova, O. (2024). The role of industrial policy in the development of the state's defense industry: International legal and economic regulation. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*, 5(58), 290–302. Режим доступу: <https://doi.org/10.55643/fcaptr.5.58.2024.4483>. (Gryshchenko, I., Havrylenko, N., Krasnostanova, N., Kapuryulya, M., & Banchuk-Petrosova, O. (2024). Роль промислової політики у розвитку оборонної промисловості держави: міжнародно-правове та економічне регулювання. *Фінансово-кредитна діяльність: проблеми теорії та практики*, 5(58), 290–302. Retrieved from: <https://doi.org/10.55643/fcaptr.5.58.2024.4483>).
 11. Havrylenko, N. (2022). An analytical support methodology for transformational processes. In: *Digital Technologies in the Contemporary Economy* (pp. 186–197). Vilnius: Mykolas Romeris University. Режим доступу: www.cutt.ly/e86kkxU. (Havrylenko, N. (2022). Методологія аналітичного забезпечення трансформаційних процесів. *Цифрові технології в сучасній економіці* (с. 186–197). Вільнюс: Університет Миколаша Ромеріса. Retrieved from: www.cutt.ly/e86kkxU).
 12. Serbova, O., Lopatina, H., Alieksieieva, H., & Tsybuliak, N. (2019). Features of economic socialization of children with disabilities. *Journal of History Culture and Art Research*, 8(3), 162–178. Режим доступу: <http://dx.doi.org/10.7596/taksad.v8i3.2195>. (Serbova, O., Lopatina, H., Alieksieieva, H., & Tsybuliak, N. (2019). Особливості економічної соціалізації дітей з інвалідністю. *Журнал історії, культури та мистецтвознавчих досліджень*, 8(3), 162–178. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.7596/taksad.v8i3.2195>).
 13. Verbivska, L., Sarai, N., Ivashchenko, M., Havrylenko, N., & Kuznietsova, O. (2023). The development of e-commerce in the context of the digitalization of the economy. *Review of Economics and Finance*, 21, 577–583. Режим доступу: <https://refpress.org/ref-vol21-a59/>. (Verbivska, L., Sarai, N., Ivashchenko, M., Havrylenko, N., & Kuznietsova, O. (2023). Розвиток електронної комерції в контексті цифровізації економіки. *Огляд економіки та фінансів*, 21, 577–583. Retrieved from: <https://refpress.org/ref-vol21-a59/>).
 14. Yuzyk, O., Pelekh, Y., Voitovych, I., Pavlova, N., Briukhovetska, I., Sirenko, P., & Yuzyk, M. (2024). Peculiarities of professional training of informatics and mathematics teachers at universities in Poland and Ukraine. In: Štarchoň, P., Fedushko, S., Gubíniová, K. (eds) *Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 213. Springer, Cham. Режим доступу: https://doi.org/10.1007/978-3-031-62213-7_1. (Yuzyk, O., Pelekh, Y., Voitovych, I., Pavlova, N., Briukhovetska, I., Sirenko, P., & Yuzyk, M. (2024). Особливості професійної підготовки вчителів інформатики та математики у вищих навчальних закладах Польщі та України. У: Štarchoň, P., Fedushko, S., Gubíniová, K. (ред.) *Орієнтований на дані бізнес і застосування. Лекційні нотатки з інженерії даних та комунікаційних технологій*, том 213. Springer, Cham. Retrieved from: https://doi.org/10.1007/978-3-031-62213-7_1).

Peredereieva O. S., Aliksieieva H. M. The connection between mathematical competencies and financial literacy in the future.

Summary. This article explores the role of *industrial mathematics* in the development of *STEM education* as a crucial tool for technological progress. It examines modern trends in teaching mathematical disciplines that contribute to the formation of *financial literacy* among learners. Particular attention is given to analyzing various teaching methodologies, including the traditional approach, the *competency-based approach*, *game-based learning methods*, *case study methodology*, and *project-based learning*. Their effectiveness in preparing young people for making informed financial decisions in real life is assessed.

The study emphasizes the use of *mathematical models* and analytical approaches in the learning process, which enhance the understanding of complex financial processes. The article also examines the results of the *PISA-2022* international study, which illustrates the level of mathematical literacy of Ukrainian students compared to their peers in other countries. It identifies the need to improve mathematical education in Ukraine to meet international standards.

Future research prospects include conducting student surveys to assess their level of financial awareness, analyzing their ability to solve financial problems featured in international assessments, and evaluating the effectiveness of integrating financial topics into mathematics, algebra, and geometry courses. The study also aims to examine students' preparedness for the new subject «*Entrepreneurship and Financial Literacy*», which is expected to become a significant step in shaping the financial culture of the younger generation.

The findings of this study can be used to develop methodological recommendations for integrating financial competencies into the educational process, ensuring a balanced combination of theoretical knowledge and practical skills. Additionally, this research may serve as a foundation for adapting the Ukrainian education program to global trends in financial and mathematical education.

Keywords: industrial mathematics, STEM education, financial literacy, mathematical models.

Подано до друку 25.03.2025

Прийнято до друку 09.04.2025

УДК 378.147:53:82-1:159.953

DOI 10.24139/2519-2361/2025.01/84-90

Н. В. Подопрігора

ORCID ID 0000-0002-4092-8730

Українська державна льотна академія

м. Кропивницький

ХАЙКУ ЯК МНЕМОНІЧНИЙ ЗАСІБ В ЕЙДЕТИЧНОМУ НАВЧАННІ ФІЗИКИ

У статті досліджено потенціал поезики хайку як мнемонічного засобу в навчанні фізики, зокрема у контексті STEAM-освіти. Актуальність теми зумовлена необхідністю пошуку нових підходів до візуалізації та запам'ятовування складних фізичних понять, що сприяють підвищенню ефективності навчання та розвитку образного мислення здобувачів освіти.

Метою статті є обґрунтування доцільності та демонстрація можливостей використання поезики хайку як інструменту ейдетичного навчання фізики. Для досягнення мети було використано такі методи дослідження: теоретичний аналіз наукової та методичної літератури з педагогіки, психології, фізики та літературознавства; порівняльний аналіз традиційних мнемотехнік та запропонованого підходу; узагальнення; метод аналогій; моделювання навчальних ситуацій; аналіз поетичних текстів (хайку).

Обґрунтовано, що поезика хайку, завдяки своїй лаконічності, образності, емоційній насиченості та недомовленості, має значний мнемонічний потенціал. Наведено приклади використання хайку для ілюстрації фізичних понять з різних розділів фізики (механіки, термодинаміки, оптики, електродинаміки, квантової фізики), а також для створення

різних поетичних форм. Розкрито механізм поєднання хайку з акровербальним методом та іншими ейдетичними прийомами (візуалізація, асоціації). Розроблено методичні рекомендації та приклади навчальних завдань для застосування поезики хайку в навчанні фізики. Запропоновані методичні підходи можуть бути використані в навчанні фізики для активізації пізнавальної діяльності здобувачів освіти, підвищення інтересу до фізики, розвитку образного мислення, пам'яті та креативності. Використання хайку сприяє формуванню цілісного, емоційно забарвленого сприйняття фізичних явищ та законів.

Висновки підтверджують перспективність використання поезики хайку як мнемонічного засобу в навчанні фізики. Подальші наукові розвідки можуть бути спрямовані на розробку системи оцінювання творчих завдань, дослідження можливостей використання онлайн-інструментів для візуалізації, а також адаптацію запропонованого підходу для вивчення різних розділів фізики та інших дисциплін.

***Ключові слова:** хайку, поезика хайку, мнемотехніка, ейдетика, ейдотехнології, навчання фізики, STEAM-освіта, образне мислення, акровербальний метод, здобувачі освіти.*

Постановка проблеми. Сучасний етап модернізації природничо-математичної освіти в Україні характеризується підвищенням вимог до методичного забезпечення освітнього процесу та необхідністю переходу від традиційних методів навчання до більш ефективних технологій. Цей процес відбувається в контексті реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) (розп. КМУ № 960-р від 05.08.2020) та Плану заходів щодо її впровадження до 2027 року (розп. КМУ № 131-р від 13.01.2021), які наголошують на важливості впровадження інноваційних методик, спрямованих на формування у здобувачів освіти когнітивних навичок, навичок оброблення інформації, інженерного та алгоритмічного мислення, а також креативності та комунікативних компетентностей.

Однією з ключових проблем, що ускладнюють засвоєння фізичних понять, є обмеженість природних мнемічних здібностей більшості здобувачів освіти. Це зумовлює необхідність розробки та впровадження методів візуалізації та запам'ятовування складних фізичних понять, зокрема, на основі використання характерної для хайку образної мови, лаконічності та здатності викликати емоційний відгук у поєднанні з іншими ейдетичними прийомами, що наразі залишається недостатньо дослідженим.

Аналіз актуальних досліджень. Численні дослідження в галузі психології пам'яті, від класичних робіт Г. Еббінгауза [3], до сучасних досліджень К. Обенауера та ін. [4], свідчать про обмеженість природних мнемічних здібностей більшості дорослих, особливо щодо швидкої обробки та довготривалого запам'ятовування великих обсягів інформації. Цей факт підкреслює необхідність розробки та впровадження таких методик навчання фізики, що дозволяють компенсувати природні обмеження пам'яті та зробити ефективне навчання доступним для широкого кола здобувачів освіти.

Ейдетика є одним із підходів до подолання мнемічних обмежень. Ще на початку ХХ ст. В. Урбанчич, а згодом представники німецької школи Е. Ієнша досліджували феномен ейдетизму – здатності візуалізувати відсутні об'єкти з яскравістю, наближеною до реальної. Хоча ейдетизм у чистому вигляді рідкісний, особливо у дорослих, дослідження Л. С. Виготського та А. Р. Лурії підтвердили важливість образного мислення та візуалізації для запам'ятовування та розуміння [5].

Ейдетизм, у широкому розумінні, – це здатність відтворювати в уяві яскраві, деталізовані образи відсутніх об'єктів, що за інтенсивністю займають проміжне положення між послідовними образами та образами уяви. Л. С. Виготський пов'язував ейдетизм із наочно-образним мисленням, найбільш вираженим у дітей. Ейдетика, як напрям у психології, вивчає цей феномен та розробляє методи його розвитку, а в дидактичному контексті розглядається як сукупність методик (ейдотехнологій), спрямованих на розвиток образної пам'яті та полегшення запам'ятовування через створення яскравих асоціацій. А. Р. Лурія розрізняв мнемотехніку, орієнтовану на запам'ятовування фактів, та ейдетику, спрямовану на засвоєння смислів і понять [5].

Основою ейдотехнологій є активізація образного мислення шляхом створення штучних асоціацій між інформацією, що запам'ятовується, та яскравими візуальними, аудіальними чи кінестетичними образами. Підкреслюючи важливість поєднання логічного та творчого потенціалів мозку в процесі запам'ятовування, що є провідною ідеєю ейдотехнологій, О. А. Горобець, серед поширених ейдетичних прийомів у навчанні фізики виділяє: трансформацію, входження в образ, співвідчуття, графічні імпрровізації, асоціації, акровербальний метод, символізацію, кодування та інші [1].

Акровербальний метод є одним із прийомів ейдотехнологій, що ґрунтується на використанні перших літер слів для створення нового слова або фрази, які слугують мнемонічною підказкою для запам'ятовування інформації. Сутність методу полягає у створенні асоціативного зв'язку між абрєвіатурою (акровербальною фразою) та вихідною інформацією. До прикладу, для запам'ятовування послідовності кольорів спектру (червоний, оранжевий, жовтий, зелений, блакитний, синій, фіолетовий) можна використати акровербальну фразу: «**Чарівна Осінь Життя Завжди Бажає Своїх Фарб**». Кожна перша літера слова у цій фразі відповідає першій літері назви кольору. Або для запам'ятовування послідовностей планет сонячної системи (Меркурій, Венера, Земля, Марс, Юпітер, Сатурн, Уран, Нептун) «**Ми Всі Знаємо: Мама Юля Сіла У Нас Під Деревом**» та спектральної класифікації зірок «**O Be A Fine Girl Kiss Me**» (OBAFGKM), останній має емоційне забарвлення, що підсилює ефект запам'ятовування.

Іншими поширеними мнемонічними прийомами, що активно застосовуються у навчанні фізики, є правила, що базуються на використанні жестів рук, та візуальні схеми. Так, правило лівої руки дозволяє визначити напрямок сили Лоренца, що діє на рухомий заряд у магнітному полі $\vec{F}_L = q[\vec{v}, \vec{B}]$, або сили Ампера $\vec{F}_A = I[\vec{l}, \vec{B}]$, що діє на провідник зі струмом у магнітному полі. Для цього необхідно розташувати ліву руку так, щоб лінії магнітного поля входили в долоню, чотири витягнуті пальці вказували напрямок руху позитивного заряду (або протилежний напрямку руху негативного заряду), а відігнутий на 90 градусів великий палець вкаже напрямок сили. Правило правої руки (або правило свердлика/гвинта) використовується для визначення напрямку магнітного поля, створюваного струмом. Якщо уявити, що ми обхоплюємо провідник правою рукою так, щоб великий палець вказував напрямок струму, то зігнуті пальці вкажуть напрямок ліній магнітного поля. У випадку котушки зі струмом, якщо обхопити її правою рукою так, щоб зігнуті пальці вказували напрямок струму, то відігнутий великий палець вкаже напрямок ліній магнітного поля всередині котушки.

Прикладом візуальної мнемотехніки є «трикутник закону Ома». У цьому трикутнику на вершині розташовується літера U (напруга), а внизу – літери I (сила струму) та R (опір). Щоб визначити будь-яку з цих величин, достатньо закрити її пальцем: дві інші літери покажуть, як її обчислити ($U = IR$, $I = U/R$, $R = U/I$).

Досвід викладання термодинаміки в курсі теоретичної фізики підтверджує ефективність використання мнемотехнік, зокрема «мнемонічного квадрата», для запам'ятовування зв'язків між частковими похідними в рівняннях Максвелла та рівнянь Гельмгольца для термодинамічних потенціалів [2]. Це не лише полегшує запам'ятовування, а й сприяє глибшому розумінню фізичного змісту цих співвідношень.

Як показують наведені вище приклади, мнемотехніки можуть бути дуже різноманітними – від словесних (акровербальний метод) до візуальних (трикутник Ома) та кінестетичних (правила рук). Проте, ці традиційні підходи, як правило, зосереджені на формальних аспектах запам'ятовування і не завжди враховують емоційну та образну складову досвіду здобувача освіти у процесі навчання. У зв'язку з цим, перспективним видається звернення до тих сфер людської діяльності, де образність та емоційність відіграють ключову роль, зокрема, до мистецтва.

Так, Ф. Дж. Верц, досліджуючи метод ейдетичного аналізу, наголошує на важливості використання художніх та літературних творів у психологічних дослідженнях, адже вони є «одними з найвидатніших виразів психологічного життя людини» [6, с. 292]. Віддзеркалення цих ідей знаходимо і в багатовіковій традиції японської поезики хайку, де через лаконічні, але

ємні образи передаються глибокі переживання та філософські роздуми, що дозволяє стверджувати: поезика хайку, з її здатністю пробуджувати чуттєві образи та особистісні асоціації, є потужним мнемонічним засобом у межах ейдетичного підходу, здатним слугувати ефективним інструментом ейдетичного навчання на її поетичних образах. Такий підхід, що активізує образне мислення та емоційну сферу через поетичний текст, є інноваційним для навчання фізики та відкриває нові можливості для методичних розробок.

Мета статті – обґрунтувати доцільність та продемонструвати можливості використання поезики хайку як мнемонічного засобу для покращення розуміння та запам'ятовування складних фізичних понять.

Виклад основного матеріалу. Використання властивостей поетичного тексту для активізації образного мислення та емоційної сфери, має значний потенціал для підвищення ефективності навчання фізики в контексті реалізації STEAM-освіти. Активізуючи образне мислення та пам'ять, вони пропонують альтернативу традиційному, переважно вербально-логічному підходу, сприяючи глибшому розумінню та осмисленню складних концепцій, що вимагають абстрактного мислення та уяви.

Традиційна японська поезія хайку характеризується лаконічністю, образністю, недомовленістю та філософським підтекстом. Ці особливості роблять хайку потенційно ефективним інструментом для візуалізації та запам'ятовування складних фізичних понять. Короткі, але ємні образи, що створюються в хайку, активізують образне мислення та сприяють формуванню стійких асоціативних зв'язків. Недомовленість, властива хайку, стимулює уяву та спонукає до самостійного осмислення матеріалу.

Наприклад, класичне хайку одного з найвідоміших поетів періоду Едо Кобаясі Іссі (1763-1827) «Равлику, поволі повзи, це Фудзі» [蝸牛そろそろ登れ富士の山] сповнене чарівності та викликає співпереживання, може слугувати яскравим ейдосом для запам'ятовування нотації прискорення в механіці Ньютона (дві крапки над символом, що позначають другу похідну за часом (рис. 1, а), а слова «поволі повзи» можна трактувати як заклик до терплячого, поступового освоєння знань, що особливо важливо у вивченні складних фізичних концепцій.



$$m \ddot{\vec{x}}(t) = \vec{F}(t)$$

а



б

Рис. 1. Ейдоси для запам'ятовування фізичних понять: а) нотація прискорення в механіці Ньютона; б) ілюстрація принципу невизначеності Гейзенберга

Цей поетичний образ також може бути використаний для ілюстрації співвідношення невизначеності Гейзенберга $\Delta x \cdot \Delta v \sim h$ (рис. 1, б). Повільність равлика, що асоціюється з малою невизначеністю швидкості Δv , на тлі величчї гори Фудзі, що символізує велику невизначеність положення Δx , наочно демонструє, що добуток невизначеностей $\Delta x \cdot \Delta v$ обмежений сталою Планка h . Така аналогія, що перегукується з досвідом сходження в горах, де важливі не лише швидкість, а й терпіння, уважність та взаємопідтримка, поєднує візуальний образ, дію, масштаб та фундаментальний фізичний закон. Це сприяє не лише запам'ятовуванню, а й глибшому, інтуїтивному розумінню квантових уявлень про поведінку мікрооб'єктів. Адже їм притаманні як хвильові, так і корпускулярні властивості, а їхня поведінка описується не детермінованими, а ймовірнісними законами.

Особливості поезики хайку, такі як лаконічність, образність, недомовленість та філософський підтекст, роблять цей жанр японської поезії надзвичайно привабливим для використання у навчанні фізики.

Лаконічність хайку – це дуже коротка форма (зазвичай три рядки, 5-7-5 складів) – вимагає від автора гранично стислого викладу думки, використовуючи найточніші та наймісткіші слова, споріднює цей жанр з мовою фізичних формул. Подібно до того, як математичні рівняння є компактним записом фундаментальних законів, хайку є квінтесенцією думки та образу. Прикладом такого поєднання лаконічності та образності якраз і є нотація І. Ньютона, застосована ним для позначення похідних в диференціальних рівняннях, при цьому фізичний закон набуває не лише математичної строгості, а й певної естетичної привабливості.

Образність хайку, з її яскравими візуальними образами, активізує роботу правої півкулі мозку, що сприяє кращому запам'ятовуванню та розумінню інформації. Саме на використанні образного мислення ґрунтується ейдетика – напрям у психології, що досліджує феномен ейдетизму та розробляє методи його розвитку.

Недомовленість, властива хайку, залишає простір для уяви, для самостійного осмислення, для пошуку власних інтерпретацій. У контексті навчання фізики це може стати потужним стимулом для активного засвоєння матеріалу, для пошуку аналогій, для встановлення зв'язків між, здавалося б, складними поняттями.

Філософський підтекст багатьох хайку, де крізь призму природних образів розкриваються глибокі роздуми про життя, плин часу, взаємозв'язок явищ, дозволяє пов'язати абстрактні фізичні концепції з більш загальними питаннями, що, безсумнівно, сприятиме глибшому розумінню суті фізичних законів. До того ж, емоційне забарвлення, притаманне поезиці хайку, підсилює запам'ятовування, адже, як відомо, емоційно забарвлена інформація засвоюється набагато краще. А оскільки більшість поетичних образів хайку пов'язані з природою, а фізика і є наукою про природу, то поєднання хайку та фізики виглядає цілком природним та гармонійним.

Наведемо кілька прикладів використання хайку в різних розділах фізики:

Механіка: Інерція. Здавалося б, що може бути простіше – тіло зберігає стан спокою або рівномірного прямолінійного руху, якщо на нього не діють інші тіла. Але спробуйте відчувати це! Хайку допомагає: «*Вітер затих. Але листя ще тремтить – Пам'ять про рух*». Тут вітер – це сила, що діяла на листя. Листя – тіло, що зберігає рух за інерцією, навіть коли сила (вітер) зникла. «Пам'ять про рух» – це і є інерція, втілена в поетичному образі.

Третій закон Ньютона. Дія завжди дорівнює протидії. Сили виникають парами. Але як це побачити? Хайку дає нам таку можливість: «*Хвиля об берег. І берег об хвилю. Рівна сила*». Це не просто опис зіткнення хвилі з берегом. Це – образ взаємодії, де кожна дія породжує рівну їй протидію.

Термодинаміка: Тепловий рух. Молекули, невидимі оку, постійно рухаються, зіштовхуються, коливаються... Як це уявити? Ось так: «*Гарячий чай. Пара над чашкою – Танцюють молекули*». Пара – це видимий прояв невидимого руху молекул води. Хайку перетворює абстрактне поняття теплового руху на живий, динамічний образ.

Другий закон термодинаміки: «*Осінній лист. З дерева на землю. Шлях без вороття*». Тут ентропія проявляє свій плин, який не повернути.

Оптика: Заломлення світла. Світло змінює свій напрямок, переходячи з одного середовища в інше. Ілюзія, обман зору... Але водночас – краса і загадка: «*Ложка в склянці. Зламана навпіл? Обман зору*». Хайку фіксує момент здивування, подив перед незвичним явищем. І це здивування – перший крок до розуміння.

Веселка: «*Після дощу. Небесний міст кольоровий. Сім кольорів*». Хайку фіксує красу явища, яке можна описати законами фізики

Електродинаміка: Електричний струм. Невидимий потік електронів, що несе енергію. Як передати його стрімкість, його силу?: «*Блискавка в небі. Швидкий, як думка, Потік електронів*». Блискавка – це не просто електричний розряд. Це – символ стрімкості, сили, енергії. Хайку дозволяє відчувати цю енергію.

Квантова фізика: Корпускулярно-хвильовий дуалізм. Світло – це і хвиля (за де Бройлем), і, за певних умов, корпускула (за Ейнштейном). Як це можливо? Як поєднати непеєднуване?: «Світло – і хвиля, і жменька піщинок. Дві сторони». Хайку не дає відповіді на питання «як?». Воно лише показує дві сторони однієї сутності, залишаючи простір для роздумів.

Застосування японської поезії хайку під час вивчення складних понять з її простою структурою та глибоким рефлексивним змістом легко асоціюється та запам'ятовується завдяки емоційному забарвленню її образів. Як видно з наведених прикладів, поетика хайку, з її лаконічністю, образністю та емоційною насиченістю, дозволяє по-новому поглянути на складні фізичні поняття. Ця поетична форма, поєднуючи спостереження за природою з її глибинним осмисленням, знаходить вираження як у поетичній формі хайку, так і в математичному формулюванні фізичних законів. Активізація образного мислення та емоційної сфери, що відбувається завдяки використанню хайку, стимулює когнітивні процеси здобувачів освіти (аналіз, синтез, узагальнення, абстрагування), сприяючи глибшому та більш усвідомленому засвоєнню навчального матеріалу.

Важливо також зазначити, що створення хайку є поширеною практикою в японській культурі, доступною людям різного віку та соціального статусу, що робить цей вид поетичної творчості потенційно ефективним інструментом і для самостійної роботи здобувачів освіти над осмисленням фізичних понять. Тому залучення здобувачів освіти до самостійного створення хайку на фізичну тематику може бути не лише ефективним мнемонічним прийомом, а й засобом розвитку їхнього творчого потенціалу та поглиблення розуміння досліджуваних явищ.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Застосування поезії хайку в межах ейдетичного підходу є перспективним напрямом удосконалення методики навчання фізики, особливо в контексті STEAM-освіти. Запропонований підхід, що ґрунтується на активізації образного мислення та емоційної сфери через поетичний текст, сприяє не лише полегшенню запам'ятовування складних фізичних понять, формул і законів, а й глибшому їх розумінню, а також розвитку креативності та пізнавального інтересу здобувачів освіти. Він також створює сприятливі умови для індивідуалізації навчання, враховуючи особливості сприйняття здобувачів освіти з різними типами мислення.

Перспективними напрямками подальших науково-методичних розвідок є розробка системи оцінювання творчих завдань, дослідження можливостей використання онлайн-інструментів для візуалізації, а також адаптація підходу для вивчення різних розділів фізики та інших дисциплін і створення відповідних методичних рекомендацій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Горобець, О. А. (2012). Елементи ейдетики при вивченні фізики. *Актуальні проблеми і перспективи дидактики фізики: Всеукраїнська науково-практична конференція, 26-28 квітня 2012 р.: Збірник матеріалів* (с. 82–84). Черкаси. Horobets, O. A. (2012). Elementy eidetyky pry vuvchenni fizyky [Elements of eidetic in the study of physics]. *Aktualni problemy i perspektyvy dydaktyky fizyky: Vseukrainska naukovo-praktychna konferentsiia, 26-28 kvitnia 2012 r.: Zbirnyk materialiv* (pp. 82–84). Cherkasy.
2. Подопрігора, Н. В., Гур'євська, О. М. (2012). Використання мнемотехнік у методиці навчання термодинаміки. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія: Педагогічна, 18, 223–225.* Podopryhora, N. V., & Hurievskaya, O. M. (2012). Vykorystannia mnemotekhnik u metodytsi navchannia termodynamiky [The use of mnemonics in the method of teaching thermodynamics]. *Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu imeni Ivana Ohienka. Serii: Pedagogichna, 18, 223–225.*
3. Ebbinghaus, H. (2013). Memory: A contribution to experimental psychology. *Annals of Neuroscience, 20(4), 155–156.* (Original work published 1885)
4. Oberauer, K., Farrell, S., Jarrold, C., Lewandowsky, S., & C. Hardman, K. (2018). Benchmarks for models of short-term and working memory. *Psychological Bulletin, 144(9), 885–958.*

5. Vygotsky, L. S., Luria, A. R., & Knox, J. E. (2013). *Studies on the history of behavior: Ape, primitive, and child*. Psychology Press. <https://doi.org/10.4324/9780203772683>
6. Wertz, F. J. (2010). The method of eidetic analysis for psychology. *Les Collectifs du Cirp*, 1, 281-300.

Podoprygora N. V. Haiku as a Mnemonic Tool in Eidetic Physics Education.

Summary. *This article explores the potential of haiku poetry as a mnemonic tool in physics education, particularly within the context of STEAM education. The relevance of this topic stems from the need to discover new methods for visualizing and memorizing complex physical concepts. These methods can enhance learning effectiveness and foster students' imaginative thinking.*

The article aims to substantiate the feasibility and demonstrate the possibilities of using haiku poetics and the acroverbal method as tools for eidetic physics learning. To achieve this aim, the authors employed the following research methods: theoretical analysis of scientific and methodological literature in pedagogy, psychology, physics, and literary studies; comparative analysis of traditional mnemonics and the proposed approach; generalization; analogy; modeling of learning situations; and analysis of poetic texts (haiku).

The authors substantiate that haiku poetics, with its conciseness, imagery, emotional richness, and understatement, possesses significant mnemonic potential. The article provides examples of how to use haiku to illustrate physical concepts from various branches of physics (mechanics, thermodynamics, optics, electrodynamics, quantum physics) and to create "poetic formulas". It also reveals the mechanism for combining haiku with the acroverbal method and other eidetic techniques (visualization, association). Furthermore, the authors developed methodological recommendations and examples of learning tasks for integrating haiku poetics into the educational process.

The proposed methodological approaches can help teachers in higher education institutions stimulate students' cognitive activity, increase their interest in physics, and develop their imaginative thinking, memory, and creativity. The use of haiku fosters a holistic, emotionally charged perception of physical phenomena and laws.

The findings confirm the prospects of using haiku poetics as a mnemonic tool in physics education. Future research could focus on developing a system for assessing creative tasks, exploring the possibilities of using online tools for visualization, and adapting the proposed approach for teaching various branches of physics and other disciplines.

Keywords: *haiku, haiku poetics, mnemonics, eidetics, eidetic techniques, physics education, STEAM education, imaginative thinking, acroverbal method, learners.*

Подано до друку 25.03.2025

Прийнято до друку 09.04.2025

УДК 37.013.43:53

DOI 10.24139/2519-2361/2025.01/90-98

М.В. Каленик

ORCID ID 0000-0001-7416-4233

Сумський державний педагогічний університет
імені А. С. Макаренка

ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКОЇ КУЛЬТУРИ УЧНІВ

У статті розглядається сутність та методи формування дослідницької культури учнів у процесі вивчення фізики. Дослідницька культура визначається як інтегративна, динамічна якість особистості, що включає ціннісне ставлення до дослідницької діяльності, мотивацію, науковий стиль мислення, а також етичні та соціальні аспекти. Автори підкреслюють, що формування цієї культури є ключовим чинником розвитку наукового потенціалу, критичного мислення та соціальної активності учнів. В роботі

акцентується увага на комплексному підході, що охоплює когнітивні, практичні та соціальні компоненти дослідницької культури.

Особливу роль у формуванні дослідницької культури відіграють різноманітні методи навчання, серед яких проблемно-пошуковий метод, метод проєктів, моделювання, фізичні майстер-класи, навчальні екскурсії, евристичний метод та навчальний фізичний експеримент. Проблемно-пошуковий метод стимулює самостійний пошук рішень, розвиток критичного мислення та формування гіпотез. Метод проєктів сприяє активній участі учнів у навчально-дослідницькій діяльності, розвитку командної роботи та індивідуалізації навчання. Метод моделювання допомагає учням глибше усвідомити фізичні явища через створення моделей, що розвиває системне мислення. Фізичні майстер-класи та навчальні екскурсії забезпечують практичний досвід роботи з сучасним обладнанням і мотивують до наукової діяльності. Евристичний метод формує творчі навички та здатність до самостійного пошуку знань через постановку проблемних запитань і формулювання гіпотез. Навчальний фізичний експеримент допомагає учням розвивати практичні вміння, дослідницькі навички, застосовувати отримані знання для вирішення пізнавальних завдань за допомогою експериментальних методів.

У статті також підкреслюється важливість компетентнісного підходу, що поєднує теоретичні знання з практичним застосуванням, а також роль інформаційних технологій у дослідницькій діяльності. Наголошується на необхідності формування наукової етики, яка включає чесність, відповідальність і повагу до праці інших дослідників. Впровадження STEM-інтеграції розглядається як сучасний напрямок модернізації освіти, що сприяє формуванню креативності та готовності учнів до подальшої професійної діяльності.

Таким чином, дослідження дає комплексний аналіз теоретичних основ і практичних методів формування дослідницької культури учнів у навчанні фізики, що є важливим чинником розвитку їхньої наукової компетентності, творчого потенціалу та соціальної відповідальності.

Ключові слова: дослідницька культура, навчання фізики, проблемно-пошуковий метод, метод проєктів, моделювання, фізичні майстер-класи, навчальні екскурсії, евристичний метод, наукова етика, STEM-інтеграція.

Постановка проблеми. Дослідницька культура учня – інтегративна, динамічна якість особистості, що характеризується ціннісним ставленням до дослідницької діяльності. Для формування дослідницької культури учнів необхідно враховувати систему показників і критеріїв, які забезпечують ефективне проведення дослідницької діяльності. Зокрема, важливою є мотивація до дослідження, яка відображає зацікавленість учнів, їхнє прагнення до пізнання нового та захопленість пошуковою діяльністю. Не менш значущим є науковий стиль мислення, що передбачає вміння аналізувати та структурно осмислювати власні дії, дотримуватися норм і принципів наукового підходу, а також узагальнювати результати своїх досліджень. Технологічна готовність до навчальних досліджень також відіграє важливу роль: це передбачає володіння понятійним апаратом з теми, що вивчається, оволодіння навичками використання наукових методів пізнання та дотримання принципів організації навчальної діяльності. Важливо також враховувати актуальність і значущість проблем, які досліджують учні.

Формування дослідницької культури не є простим завданням. Серед основних викликів можна виділити: Не всі вчителі мають достатній рівень підготовки для організації ефективної дослідницької діяльності. Це вимагає додаткових зусиль з боку освітніх закладів у підвищенні кваліфікації педагогів. Для проведення наукових досліджень потрібні певні ресурси: лабораторне обладнання, доступ до наукової літератури, програмне забезпечення тощо. У багатьох школах такі ресурси обмежені, що ускладнює процес дослідження. Мотивація учнів до дослідницької діяльності може бути низькою через відсутність зрозумілої системи заохочення або через недостатній інтерес до конкретних предметів.

Аналіз актуальних досліджень. Дослідження питання формування дослідницької культури учнів отримало чималу увагу з боку українських науковців, які зробили вагомий внесок у розвиток методологічної бази та практичних підходів у цьому напрямку. Серед

таких науковців можна виділити Савченко В. Ф., Коршака Є. В., Атаманчука П. С., Мартинюка М. Т., Ляшенка О. І. та інших, які досліджували різні аспекти педагогіки, методики навчання та розвитку дослідницьких навичок у школярів.

У своєму дослідженні Савченко В. Ф. працював над питанням формування інтегрованого природничого світогляду учнів середньої школи, акцентуючи увагу на використанні міжпредметних зв'язків. Він розглядає це як спосіб допомогти учням побачити зв'язок між різними природничими дисциплінами, зокрема фізикою, хімією, біологією та географією. Такий підхід, на його думку, сприяє формуванню цілісної наукової картини світу, що важливо для розвитку дослідницької культури учнів [1].

Інтеграція природничих наук, про яку говорить Савченко В. Ф., сприяє розвитку дослідницької культури учнів, оскільки відбувається формування цілісного наукового світогляду, бо коли учні бачать зв'язки між різними науками, вони краще розуміють взаємозалежність природних явищ. Це допомагає формувати системне мислення, важливе для досліджень, де різні знання застосовуються в комплексі. Крім того відбувається розвиток міждисциплінарних навичок через використання міжпредметних зв'язків, що вчить учнів використовувати методи різних наук для аналізу та вирішення проблем. Це розширює їхні дослідницькі інструменти та навички, підвищуючи здатність до більш комплексного підходу в наукових дослідженнях.

Інтеграція знань робить навчання більш цікавим та наочним, пробуджуючи інтерес до науки та дослідження. Це мотивує учнів ставити більше запитань і шукати на них відповіді самостійно, що є основою дослідницької культури. До того ж інтегрований підхід вимагає від учнів порівнювати, аналізувати й оцінювати інформацію з різних галузей науки, що сприяє розвитку навичок критичного мислення. Це допомагає підходити до вирішення наукових питань обґрунтовано і усвідомлено.

Коршак Є. В. спрямовував дослідження на підвищення ролі фізики у розвитку наукового мислення учнів старших класів. Він вважав, що через залучення до практичної діяльності з використанням наукових методів, таких як експерименти, лабораторні роботи, учні можуть краще засвоювати матеріал і розвивати критичне мислення.

Він акцентував увагу на необхідності залучення учнів до реальних досліджень і експериментів у шкільних умовах, підкреслюючи важливість не лише теоретичних знань, але й практичного застосування наукових методів. Учні повинні не просто повторювати досліди, але й намагатися самостійно шукати нові рішення або покращувати існуючі методи дослідження. Цей підхід сприяє формуванню відповідальності за результати своєї діяльності та стимулює інтерес до науки [2].

У своїх працях Атаманчук П. С., Панчук О.П., Ляшенко О.І. розглядають основи та принципи розвитку компетентностей у природничо-технічній освіті. Автори аналізують дидактичні підходи для ефективного засвоєння фізико-технічних знань у середній школі, зокрема через залучення учнів до активної навчальної діяльності, орієнтованої на практику. Це включає розробку завдань та методів, які сприяють розвитку не лише предметних знань, а й навичок самостійної роботи, критичного мислення та здатності до вирішення проблем [3], [4].

Одним із ключових акцентів роботи є важливість компетентнісного підходу, який має на меті формування цілісного світогляду та підвищення зацікавленості учнів у навчанні фізики через практичне застосування знань. Це безпосередньо пов'язано з розвитком дослідницької культури, оскільки такий підхід дозволяє учням не лише здобувати знання, але й використовувати їх у реальних ситуаціях, що сприяє формуванню відповідного ставлення до наукової діяльності та підготовки до подальшого навчання або професійної діяльності у технічних сферах. Автори підкреслюють важливість компетентнісного підходу, який не тільки забезпечує глибоке розуміння фізичних явищ, а й формує готовність учнів застосовувати отримані знання в реальних умовах. Це розвиває здатність до самостійного пошуку рішень і дослідницький підхід до задач, що є ключовим аспектом дослідницької культури.

Мартинюк М. Т. активно працював над впровадженням дослідницьких підходів у навчальний процес. Він вважав, що дослідницька діяльність повинна бути не окремою частиною навчання, а органічно інтегрованою в усі аспекти освітньої діяльності. Його

дослідження зосереджувалися на тому, як зробити дослідження доступним і цікавим для учнів різних вікових категорій, враховуючи їхні індивідуальні можливості та інтереси.

Він наголошував на необхідності використання сучасних технологій у дослідницькій діяльності і вважав, що інформаційні технології можуть стати потужним інструментом для проведення досліджень, полегшуючи доступ до інформації, аналізу даних і презентації результатів. Мартинюк також підкреслював важливість проектної діяльності, яка дозволяє учням працювати над реальними завданнями і проблемами, що розвиває їхню самостійність та відповідальність [5].

На нашу думку, також необхідно звернути увагу на важливість лабораторних робіт для формування експериментальних умінь та дослідницьких навичок учнів. Необхідно використовувати комплексний підхід до використання інструкцій для фронтальних лабораторних робіт, які розділив на основні групи. Цей підхід сприяє розвитку в учнів самостійності та здатності використовувати теоретичні знання на практиці, що допомагає формувати дослідницьку культуру [6].

Сьогодні можна з упевненістю сказати, що всі згадані автори активно займаються STEM-інтеграцією, яка є своєрідним "дидактичним проривом" у напрямку суттєвої модернізації освітньої системи. Це означає створення послідовних навчальних курсів або програм, які спрямовані на підготовку учнів до успішної професійної діяльності, продовження освіти після школи або до обох цих напрямків одночасно. Основною метою такої інтеграції є формування в учнів готовності до креативної та творчої діяльності, яка стане невід'ємною частиною їхнього життя.

Отже, важливим аспектом дослідницької діяльності є формування у школярів розуміння наукової етики, включаючи чесність, відповідальність за достовірність отриманих результатів, а також повагу до праці інших дослідників. Це створює основи для відповідального ставлення до наукових відкриттів та до роботи в цілому. У процесі дослідницької діяльності учні вчать оцінювати моральні наслідки своїх досліджень і діяти етично в науковій діяльності.

Мета статті – розглянути проблему формування дослідницької культури.

Виклад основного матеріалу. Дослідницька культура особистості мислиться як система. Це вимагає фіксації її компонентів та визначення змістовного наповнення кожного з них. Їх можна умовно поділити на три основні групи: когнітивні, практичні та соціальні. Кожен з цих компонентів грає важливу роль у формуванні уявлення учнів про науку, їхню активність у дослідницькій діяльності та етичні аспекти цієї діяльності.

Когнітивні компоненти – стосуються знань і розуміння, які учні набувають під час навчання та досліджень (наукові знання, методологічні знання, критичне мислення).

Практичні компоненти – включають навички та вміння, необхідні для проведення досліджень (експериментальні, технологічні та комунікативні навички).

Соціальні компоненти – стосуються цінностей, етики та соціальних відносин, які виникають під час дослідницької діяльності (етичні норми, соціальна відповідальність, співпраця).

Таким чином, дослідницька культура є складним і багатограним поняттям, що включає когнітивні, практичні та соціальні компоненти. Формування дослідницької культури в учнів є необхідною умовою для розвитку їхнього наукового потенціалу, критичного мислення, а також соціальної активності та відповідальності. Це дозволяє їм не лише стати успішними у навчанні, але й активно долучатися до суспільного життя та наукового прогресу.

Для формування дослідницької культури учнів використовують різноманітні методи, що охоплюють когнітивний, мотиваційний і практичний аспекти. Основні методи включають:

1) Проблемно-пошуковий метод. Учням пропонуються завдання або проблеми, які потребують нестандартного підходу і глибокого аналізу. Важливим аспектом є самостійний пошук шляхів вирішення, що стимулює критичне мислення та вміння формулювати гіпотези, планувати експеримент і оцінювати результати.

Реалізувати проблемний метод можна багатьма способами. На уроках створюється проблемна ситуація, а потім організовується вирішення проблеми учнями. Таким чином,

дитина ставиться в позицію суб'єкта свого навчання і, як результат, у неї утворюються нові знання, учень/учениця опановує нові способи вирішення проблем.

Доцільно формулювати проблемні завдання, які містять недостатню чи надмірну кількість даних, мають невизначеність у формулюванні, суперечливу інформацію або навіть навмисно допущені помилки. Такі завдання можуть супроводжуватися обмеженням часу на вирішення або спрямовуватися на подолання "психологічної інерції" – схильності учнів дотримуватись одного знайомого способу вирішення, ігноруючи інші можливі підходи.

Залежно від способу подання навчального матеріалу та рівня активності учнів, виокремлюють шість методів роботи. До першої групи належать монологічний, розмірковуючий і діалогічний методи, які передбачають викладання матеріалу вчителем. До другої групи відносяться евристичний, дослідницький методи та метод програмованих завдань, що забезпечують організацію самостійної роботи учнів. У кожній групі методів підвищення активності учнів прямо впливає на ефективність проблемного навчання.

Таким чином під час використання проблемно-пошукового методу учні стикаються з проблемними завданнями, що спонукають їх до самостійного пошуку рішень, критичного мислення та формування гіпотез. Це активізує учнів та розвиває їхні навички самостійного аналізу.

2) Метод проєктів є сучасним підходом до активізації навчальної діяльності, який успішно реалізує діяльнісний підхід і залучає учнів до постійної, активної участі в навчально-пізнавальній та науково-дослідницькій роботі. Завдяки цьому він вважається одним із найефективніших способів формування як предметних, так і ключових компетентностей учнів.

Різноманітність тематики проєктів відкриває широкі можливості для вибору напрямів діяльності учнів: вони можуть працювати як над теоретичними завданнями, так і виконувати експериментальні дослідження. Проєктна форма роботи, зазвичай, передбачає колективну діяльність, що сприяє розвитку навичок командної роботи. Водночас це дозволяє індивідуально підібрати завдання для кожного учасника, враховуючи його рівень знань, умінь, інтересів та можливостей.

Під час використання методу проєктів ключова роль належить учителю. На підготовчому та інформаційному етапах педагог мотивує учнів, формулює завдання, спрямовує їхню діяльність і допомагає знаходити необхідну інформацію. У наступних етапах учитель виконує функцію координатора, спостерігає за процесом, консулює та надає зворотний зв'язок, сприяючи успішному виконанню проєкту кожним учнем. На завершальному етапі він підбадьорює школярів і оцінює результати їхньої роботи.

Процес оцінювання проєктної діяльності є досить складним і потребує індивідуального підходу. Головними завданнями цього методу є розвиток здібностей учнів, переконання їх у здатності застосовувати знання з фізики в нестандартних ситуаціях, а також стимулювання до співпраці. Важливо також заохочувати учнів до самостійного узагальнення здобутих результатів.

Отже, в даному методі учні залучаються до виконання проєктів, де застосовують знання для вирішення реальних проблем. Проєкти формують навички роботи в команді, сприяють розвитку дослідницьких компетенцій та розвивають самостійність.

3) Метод моделювання пропонує учням моделювати фізичні процеси, явища чи ситуації, що дозволяє їм глибше зрозуміти матеріал і відчувати себе дослідниками. Моделювання сприяє формуванню системного мислення та вміння аналізувати взаємозв'язки, що є важливим аспектом дослідницької культури.

У навчанні фізики в 7-му класі цей метод має особливу цінність, оскільки дозволяє учням опановувати абстрактні наукові концепції через конкретні приклади та уявлення.

Отже, метод моделювання має явні переваги порівняно з традиційними методами, оскільки він дозволяє наочно уявляти абстрактні явища та розвивати практичні навички. Наприклад, на відміну від лекційного методу, де учні переважно слухають і сприймають інформацію пасивно, моделювання стимулює до активної участі. Також він має перевагу над дослідницьким методом у тих випадках, коли експериментальне вивчення явища є занадто складним або недоступним для учнів. Водночас моделювання поступається за

точністю реальному експериментуванню. Наприклад, у випадках, коли учні мають доступ до справжніх експериментальних установок, дослідницький метод надасть їм більш точні дані, ніж спрощена модель.

4) Організація фізичних майстер-класів. Фізичні майстер-класи дозволяють учням залучитися до практичних експериментів у реальному часі, під наглядом досвідченого вчителя або запрошеного фахівця. На таких майстер-класах учні можуть працювати з професійними лабораторними установками, обчислювальними інструментами та спеціалізованим обладнанням, яке, можливо, відсутнє у школі. Наприклад, учні можуть взяти участь у майстер-класі з теми електромагнетизму, де зможуть самостійно спостерігати дію електромагнітного поля, виконуючи експерименти із магнітами та провідниками, чи вивчати будову простих двигунів.

Михнюк М. І. вважає, що майстер-класи мають низку важливих особливостей, серед яких виділяються тісне поєднання теорії з практикою, активна взаємодія учасників, а також висока наочність і доступність матеріалу. Вони також сприяють розвитку творчості та ініціативності [7].

Омельчук О. В. додає, що майстер-клас має мету не тільки навчити, але й виховати учнів інтелектуально та естетично. Крім того, він спрямований на розвиток умінь мислити й діяти самостійно та креативно [8].

Отже, фізичні майстер-класи дозволяють учням безпосередньо працювати з обладнанням під керівництвом фахівців. Це сприяє набуттю практичних навичок, розумінню лабораторної техніки та вмінню працювати в команді.

5) Навчальні екскурсії. Екскурсії до наукових центрів, університетських лабораторій або дослідницьких інститутів також є надзвичайно корисними для розвитку дослідницької культури. Такі поїздки дають можливість учням побачити сучасне наукове обладнання, поспілкуватися з ученими та ознайомитися з їхньою роботою, що є чудовою мотивацією для майбутніх дослідників.

Однак організація таких заходів може потребувати додаткового фінансування та часу, а також відповідного узгодження з науковими установами. У деяких випадках обмежений доступ до таких ресурсів може ускладнити регулярне проведення майстер-класів та екскурсій. Але загалом такі методи є надзвичайно цінними для заохочення учнів до наукової діяльності та формування дослідницької культури.

Таким чином, під час навчальних екскурсій учні відвідують наукові установи, де можуть побачити роботу вчених. Це мотивує їх до навчання, формує уявлення про застосування фізики на практиці та заохочує до дослідницької діяльності.

6) Евристичний метод. Включає постановку запитань, які спонукають учнів до самостійного мислення та обговорення можливих рішень. Цей метод розвиває вміння формулювати припущення, аналізувати різні варіанти відповідей, що сприяє формуванню критичного мислення і навичок самостійного пошуку знань.

Згідно з наказом МОН України від 21.08.2013 р. № 1222 та постановою Кабінету Міністрів України від 23.11.2011 р. № 1392, під час вивчення фізики учні повинні розвивати творчі здібності, здатність до креативного мислення, набувати досвіду дослідницької діяльності та вчитися вирішувати проблеми, що можуть виникати в різних життєвих ситуаціях. Однак творчі навички та досвід дослідницької діяльності не формуються миттєво — для цього потрібна цілеспрямована підготовка, яка реалізується через навчальний процес. У рамках евристичного навчання учні поступово засвоюють елементи творчої діяльності, набуваючи евристичних умінь.

Евристичне навчання є різновидом проблемного підходу, у якому школярі освоюють основи творчої діяльності завдяки цілеспрямованим діям учителя, який керує процесом за допомогою різних евристичних методів.

На початковому етапі учитель разом із учнями визначають проблему, яка стає основою для подальшої роботи.

Формулювання гіпотез є ключовим етапом для розв'язання проблеми. Для цього використовуються різні евристичні інструменти, такі як нові підходи до вирішення задач, які не піддаються звичайним алгоритмам.

На етапі складання плану вирішення проблеми. учні навчаються застосовувати отримані знання в нових умовах, робити вибір, відходити від стереотипного мислення, критично оцінювати свої дії та дії інших.

Реалізація плану передбачає втілення складеного плану через практичні дії, які призводять до створення матеріального чи нематеріального освітнього продукту.

На етапі доведення гіпотез порівнюються отримані результати з поставленою метою. У разі невідповідності висувається нова гіпотеза, яка проходить подальшу перевірку.

Висновки та узагальнення - завершальний етап, на якому учні підсумовують та впорядковують здобуті знання і вміння, роблячи їх основою для подальшого навчання.

Таким чином, евристичний підхід сприяє розвитку креативності, критичного мислення та здатності до самостійного вирішення нестандартних завдань.

Методи евристики займають важливе місце в освітньому процесі, оскільки вони сприяють активному засвоєнню знань і розвитку дослідницької культури учнів. Ці методи ґрунтуються на залученні учнів до процесу пошуку відповідей через постановку запитань, формулювання гіпотез і побудову логічних висновків. На відміну від традиційних способів подання інформації, евристичні методи стимулюють учнів до самостійного мислення та аналізу, що сприяє формуванню критичного підходу до інформації, розвиває здатність робити обґрунтовані висновки та сприяє усвідомленню важливості наукових методів у дослідженні.

Завдяки застосуванню евристичних методів у навчанні фізики учні набувають навичок, які виходять за межі простого запам'ятовування матеріалу. Вони вчаться ставити правильні запитання, досліджувати можливі шляхи розв'язання проблем і знаходити відповіді через власний досвід. Це формує у них готовність до подальшої дослідницької діяльності, стимулює інтерес до науки і готує їх до реальних життєвих ситуацій, де потрібно шукати нестандартні рішення.

Таким чином, евристичні методи є потужним засобом формування дослідницької культури, оскільки вони сприяють розвитку самостійності, відповідальності та критичного мислення, що є ключовими навичками для наукової діяльності і для сучасного суспільства в цілому.

7) Навчальний фізичний експеримент. Фізичний експеримент є невід'ємною частиною навчання фізики, яка допомагає учням розвивати практичні вміння, дослідницькі навички та досвід роботи з експериментами. Завдяки цьому школярі вчаться застосовувати отримані знання для вирішення пізнавальних завдань за допомогою експериментальних методів. У шкільній програмі фізичний експеримент реалізується через різні види діяльності: демонстраційні та фронтальні експерименти, лабораторні роботи, короткі досліді, практикуми, навчальні проєкти, позаурочні експерименти та спостереження.

Виконання лабораторних робіт дає змогу учням відчути себе в ролі дослідника, спостерігати явища та підтверджувати теорії на практиці. Цей метод розвиває практичні навички, такі як робота з обладнанням, точне вимірювання, ведення лабораторного журналу.

Основними дидактичними цілями навчального фізичного експерименту є:

- Постановка навчальної проблеми, яку учні повинні вирішити через експеримент.
- Передача нових знань, щоб учні засвоїли основні поняття та факти.
- Ілюстрація фактів, які учні вивчають, щоб покращити їхнє розуміння.
- Розвиток практичних навичок і вмінь, необхідних для виконання експериментів і роботи з обладнанням.
- Оцінка рівня засвоєння знань через проведення експериментальних завдань.
- Закріплення, повторення й узагальнення матеріалу, що сприяє глибшому розумінню вивченого.
- Сприяння розвитку творчих здібностей учнів шляхом впровадження завдань із нестандартним підходом [6].

Лабораторні заняття здебільшого зосереджені на розвитку практичних умінь, проте важливо додавати експерименти, які стимулюють творчість і сприяють відкриттю нових знань.

Фізичний експеримент у навчальному процесі є не лише способом засвоєння матеріалу, але й дієвим інструментом для відкриття нових фізичних явищ і законів.

Водночас його проведення тісно пов'язане із загальними педагогічними підходами, а тому його методика має розвиватися разом із сучасними методами викладання фізики.

Одним із головних аспектів таких експериментів є дотримання правил безпеки, що дає змогу учням працювати без ризику для здоров'я. Загалом, сучасний підхід до фізичних експериментів у школах спрямований на те, щоб поступово навчити учнів працювати самостійно.

Отже, застосування таких методів навчання, як проблемно-пошуковий, метод проєктів, моделювання, навчальні майстер-класи, екскурсії та евристичний метод, дозволяє різносторонньо формувати дослідницьку культуру учнів. Це сприяє розвитку їхніх наукових компетентностей, критичного мислення, вміння самостійно ставити і вирішувати проблеми, а також заохочує до проведення наукових досліджень та подальшого вивчення фізики.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ/ REFERENCES

1. Савченко В.Ф. (2019). Формування інтегрованого природничого світогляду учнів середньої школи на основі акцентуєваних міжпредметних зв'язків. Підготовка майбутніх учителів фізики, хімії, біології та природничих наук у контексті вимог Нової української школи. Тернопіль, 26-28. Savchenko V. (2019). Formation of integrated natural worldview of secondary school students on the basis of accentuated interdisciplinary connections. Training of future teachers of physics, chemistry, biology and natural sciences in the context of the requirements of the New Ukrainian School. Ternopil, 26-28.
2. Коршак Є.В. (2005). Методика викладання фізики в середній школі. Київ: Освіта. Korshak E. (2005). Methods of teaching physics in secondary school. Kyiv: Osvita.
3. Атаманчук П.С., Панчук О.П. (2011). Дидактичні основи формування фізико-технічних компетенцій учнів. Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка. Atamanchuk P., Panchuk O. (2011). Didactic bases of formation of physical and technical competences of students. Kamianets-Podilskyi: Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University.
4. Атаманчук П.С. (2011). Якість освіти як проблема дидактики фізики. П.С. Атаманчук, О.І. Ляшенко. Педагогіка і психологія, 4, 8-12. Atamanchuk P. (2011). Quality of education as a problem of physics didactics. P.S. Atamanchuk, O.I. Lyashenko. Pedagogy and Psychology, 4, 8-12.
5. Шут М.І. (2013). Теоретико-методичні засади реалізації фізичної компоненти нового державного стандарту базової і повної середньої освіти. М.І. Шут, М.Т. Мартинюк, Л.Ю. Благодаренко. Кам'янець-Подільський національний університет ім. Івана Огієнка, 19, 135-138. Shut M. (2013). Theoretical and methodological foundations for the implementation of the physical component of the new state standard of basic and complete secondary education. M. Shut, M. Martyniuk, L. Blahodarenko. Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University, 19, 135-138.
7. Каленик М.В. (2015). Підвищення ролі лабораторних робіт при формуванні в учнів експериментальних умінь. Наукові записки. Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 8, 118-122. Kalenik M. (2015). Increasing the role of laboratory work in the formation of students' experimental skills. Scientific notes. Problems of methods of physical, mathematical and technological education. Kirovograd: V. Vynnychenko Kirovograd State Pedagogical University, 8, 118-122.
8. Михнюк М.І. (2014). Майстер-клас як форма обміну передовим педагогічним досвідом. Професійно-технічна освіта, 2, 49–51. Mikhniuk M. (2014). Master class as a form of exchange of advanced pedagogical experience. Vocational education, 2, 49-51.
9. Омельчук О.В. (2019). Майстер-клас як одна із форм у підготовці вчителів технологій. Проблеми підготовки сучасного вчителя, 2 (20), 110–117. Omelchuk O. (2019). Master class as one of the forms in the training of technology teachers. Problems of Preparing a Modern Teacher, 2 (20), 110-117.

Mykhailo Kalenyk. Theoretical aspects of the formation of students' research culture.

Summary. The article deals with the essence and methods of forming the research culture of students in the process of studying physics. Research culture is defined as an integrative, dynamic quality of a personality that includes a value-based attitude to research, motivation, scientific style of thinking, as well as ethical and social aspects. The authors emphasize that the formation of this culture is a key factor in the development of students' scientific potential, critical thinking, and social activity. The paper emphasizes an integrated approach that includes cognitive, practical and social components of research culture.

Various teaching methods play a special role in fostering a research culture, including the problem-solving method, project-based learning, modeling, physical workshops, study tours, heuristic method, and physical experimentation. The problem-solving method stimulates independent search for solutions, the development of critical thinking, and the formation of hypotheses. The project method promotes active participation of students in educational and research activities, the development of teamwork, and individualized learning. The modeling method helps students to understand physical phenomena more deeply through the creation of models, which develop systematic thinking. Physics workshops and study tours provide practical experience with modern equipment and motivate students to engage in scientific activities. The heuristic method develops creative skills and the ability to search for knowledge independently by asking problematic questions and formulating hypotheses. The educational physical experiment helps students develop practical skills, research skills, and apply the knowledge gained to solve cognitive problems using experimental methods.

The article also emphasizes the importance of a competency-based approach that combines theoretical knowledge with practical application, as well as the role of information technology in research. It emphasizes the need to develop scientific ethics, which includes honesty, responsibility and respect for the work of other researchers. The introduction of STEM integration is considered as a modern direction of education modernization, which contributes to the formation of creativity and readiness of students for further professional activities.

Thus, the study provides a comprehensive analysis of the theoretical foundations and practical methods of forming students' research culture in physics education, which is an important factor in the development of their scientific competence, creative potential and social responsibility.

Keywords: research culture, teaching physics, problem-solving method, project method, modeling, physics workshops, study tours, heuristic method, scientific ethics, STEM integration.

Подано до друку 21.03.2025

Прийнято до друку 02.04.2025

УДК 372.851.2 +378 +376.68+37.01+37.02+37.04

DOI 10.24139/2519-2361/2025.01/98-106

О. С. Чашечникова

ORCID ID 0000-0003-1101-5534

Сумський державний педагогічний
університет імені А.С. Макаренка

**ПРОБЛЕМА ДІАГНОСТИКИ КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ У ПРОЦЕСІ
НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ. ПРАКТИЧНИЙ АСПЕКТ**

Анотація. У статті розглянуто проблеми діагностики критичного мислення школярів у реальному процесі навчання математики. На основі аналізу досліджень у галузі когнитивної психології різних років розглянуто спроможність не лише сприймати, але й аналізувати та критично оцінювати інформацію, встановлювати причинно-наслідкові зв'язки, робити обґрунтовані висновки як основу спроможності грамотно ставити перед собою / групою цілі, розробляти стратегію та тактику їх досягнення. Виділено критерії рівня сформованості критичного мислення школярів у процесі розв'язування математичних задач та описано рівні

їх сформованості; критерії сформованості критичного мислення щодо опрацювання відомостей (мотиваційний, діяльнісний, інформаційний). У процесі роботи з джерелами інформації учень повинен чітко усвідомлювати мету роботи (вивчення нового матеріалу; пошук необхідних даних про вже відомий об'єкт, тощо). Експериментально підтверджено, що усвідомлення мети впливає на наступні дії: складається та здійснюється план роботи, потім відбувається інтеграція, включення отриманих нових відомостей в систему вже наявних. Відносно цього аспекту серед сучасних здобувачів освіти виділимо наступні групи: 1) індіферентний споживач відомостей (ІС); 2) пасивний споживач відомостей (ПС); 3) активний споживач відомостей, що спроможний без попереднього аналізу використовувати їх на репродуктивному рівні (АСРепр); 4) активний учасник сприймання відомостей, що налаштований на їх аналіз та спроможний використовувати на реконструктивному рівні (АСРекр); 5) активний учасник-дослідник, що не лише аналізує відомості, що знаходять ззовні, але й спроможний доповнювати їх, використовувати на варіативному рівні (АВ); 6) активний учасник-дослідник, що спроможний до ґрунтовного критичного аналізу, спроможний доповнювати наявну інформацію, використовувати на творчому рівні (АТ). Запропоновані конкретні практичні ілюстрації визначення рівнів на уроках математики.

Ключові слова: навчання математики, критичне мислення, критерії рівня сформованості критичного мислення.

Постановка проблеми. Прогрес сучасного суспільства детермінується рівнем сформованості творчого мислення фахівців / майбутніх фахівців (здобувачів освіти різних освітніх рівнів). Наукове творче мислення розглядають як мислення, що поєднує в собі риси як наукового, так і творчого підходів до вирішення проблем. Ключовими аспектами є здатність до обґрунтованих логічних міркувань, до генерації оригінальних ідей, виходу за межі шаблонів, знаходження нетривіальних рішень. Навчання математики є потужним засобом формування та розвитку складових наукового творчого мислення.

Опрацювання наукових джерел – невід'ємна складова творчості в математиці. Стрімке зростання обсягу відомостей з різних джерел, з якими будь-яка людина стикається кожного дня, поступово призвело до ситуації, коли формуються різні підходи до сприймання цих відомостей. Відомості про об'єкт, що поступають до індивіда через сприймання, опрацьовуються, і лише після цього можна говорити про наявну інформацію. Дослідження у галузі когнітивної психології різних років (Anderson, John R. (2005)) [4], Goldstein, E. Bruce (2014) [7] підтверджують, що інформація перетворюється у знання людини про об'єкт / явище завдяки взаємодії уваги, мислення, пам'яті, уяви. Спроможність не лише сприймати, але й аналізувати та критично оцінювати інформацію, встановлювати причинно-наслідкові зв'язки, робити обґрунтовані висновки віддаляє тих, хто спроможний грамотно ставити перед собою / групою цілі, розробляти стратегію та тактику їх досягнення, від тих, хто з суб'єкта активної діяльності (зокрема – пізнавальної) стає об'єктом впливу, маніпуляцій.

Але дослідження (зокрема, загальновідоме Г. Ліндсей, К. С. Халл, Р. Ф. Томпсон) свідчать, що творче мислення є часто перешкодою критичному мисленню, і навпаки. Надмірна зосередженість деяких сучасних педагогічних технологій саме на розвитку творчої фантазії дитини, прагнення перш за все підвищити творчу активність учнів негативно впливає на розвиток критичного мислення.

Для ефективного розв'язування проблем, нестандартних математичних задач потрібні як творче, так і критичне мислення. Тому у процесі навчання математики, спрямовуючі зусилля на розвиток творчого мислення учнів, не менш важливо не втрачати орієнтир на розвиток мислення критичного. Однак практична реалізація такого поєднання є доволі складним завданням. І, перш за все, через необхідність відслідковувати прогрес учнів, динаміку процесу.

Тому **мета статті** – надати підхід до відслідковування динаміки розвитку критичного мислення учнів, який може бути реалізований на практиці у процесі навчання математики.

Аналіз актуальних досліджень. Загальновідомим є підхід до визначення творчої особистості як такої, що здатна до творчого мислення, результатом якого є відкриття

принципово нового або вдосконалене розв'язання певного завдання (Г. Ліндсей, К. С. Халл, Р. Ф. Томпсон). З огляду на специфіку навчання математики зазначимо, що можна вважати ознакою наявності рис творчої особистості в учня, якщо він виявляє прагнення до пошуку різноманітних підходів / способів розв'язування завдань та спроможність робити це самостійно. Результати наших досліджень (1989-2024) підтверджують думку В. С. Ротенберна (1984), який вважав, що справжня творчість сама себе стимулює і сама собою є для людини нагородою.

Ми неодноразово дискутували із представниками вітчизняної школи евристики щодо того, яке з понять є більш загальним – «творче мислення» чи «евристичне мислення». Наш підхід (евристичне мислення є компонентом творчого мислення) співпадає з підходом Д. Б. Богоявленської, яка підкреслює: евристичний рівень – діяльність із виявлення прихованих закономірностей, вихід за межі початкових вимог; креативний рівень – рівень постановки нових проблем та побудови теорій. Дослідниця вважає невід'ємним компонентом і засобом формування та розвитку творчих здібностей людини теоретичне мислення, що є найбільш високим рівнем розвитку мислення.

Теоретичне мислення є критичним, відбувається пошук суперечностей, і лише тоді можливим є усунення суперечностей як основа прогресу.

Нами у процесі дослідження (1997-2011) було виділено такі компоненти творчого мислення: нестандартність, нешаблонність; дивергентність; евристичність; ефективність; інтелектуальна активність. Визначено, що творче і критичне мислення є складовими творчої особистості, що особливо яскраво проявляється в процесі творчої діяльності у процесі навчання математики. Спрямованість творчого мислення – створення нового (суб'єктивно або об'єктивно), спрямованість критичного – перевірка створеного, знаходження недоліків, виявлення ефективності різних підходів; аналіз, за яких умов можливе / неможливо його застосування для вирішення конкретних завдань.

Відносно математичної діяльності розглядаємо логічне мислення як ланку, що пов'язує творче та критичне мислення. І критичне, і творче мислення працюють, використовуючи логіку, але творче іноді виходить за її межі. У наших попередніх дослідженнях [3] підтверджено, що інтуїція в процесі математичної діяльності ґрунтується на швидкому спрацьовуванні логіки, що ґрунтується на знанні й на передзнанні. Під передзнанням розуміємо ще не обґрунтовані попередні висновки з наявної бази знань, що передбачають хід подальших міркувань.

Перспективним є підхід, який ми використовували у попередньому дослідженні [3], за яким розрізняють інтелектуальні та творчі здібності, що мають дещо різну природу, але враховують їх тісні взаємозв'язки і взаємовпливи, тим більше, в процесі навчання математики. Характер цих взаємозв'язків та їх ієрархія досліджені ще недостатньо. Так само для ефективного розв'язування завдань необхідні і творче, і критичне мислення; креативність і загальний інтелект. Але творче мислення є перешкодою для критичного, критичне – перешкодою для творчого; актуалізація креативності є перешкодою актуалізації інтелекту, і навпаки. Нами підтверджено в ході тривалого експерименту, що попереднє розв'язування творчого завдання у більшій мірі впливає на погіршення розв'язування завдань на інтелект, ніж навпаки. Отже ефективною є тактика у процесі навчання математики: цикл виконання завдань інтелектуального характеру завершується виконанням завдань творчого характеру.

Для творчого вирішення математичних проблем, ефективності творчої навчально-пізнавальної діяльності з математики необхідною є «співпраця» творчого (яке ґрунтується на розвинених інтелектуальних та творчих здібностях) та критичного мислення.

Наші ідеї, закладені у [2] (1997) можна розглядати як основи поглядів С. Терно (2023) [1], що вважає: критичне мислення є рефлексивним, самостійним, свідомим, цілеспрямованим, контрольованим, самоорганізованим та обґрунтованим мисленням. Д. Халперн [8; 9] характеризує критичне мислення передусім як цілеспрямоване, здатність оцінювати одержані дані, здатність робити коректні висновки, що є ефективними самк у конкретній ситуації.

Критичне мислення оцінює не лише результати, але й процедури використання когнітивно-логічного інструментарію (оцінка ходу у процесі вирішення проблеми).

Психологічні дослідження підтверджують спостереження практиків про те, що домінування сучасних технологій у житті людини (соціальні мережі, Інтернет, відеоігри та інші) є перешкодами для вдумливих міркувань, для формування теоретичного мислення, формують поверхневність мислення, відсутність його глибини. Підкреслимо, що «уявна широта знань», які може отримати людина завдяки новим технологій, часто є саме уявною через їх поверхневність. Щоденні відволікаючі фактори, багатозадачність, спричинена необхідністю перевіряти електронну пошту, постійне спілкування в соціальних мережах може заважати зануреності у процес творчості. Легкість, з якою сучасні школярі можуть отримати доступ до різноманітних відомостей, перешкоджає розвитку критичного мислення: як тільки пошукова система (найпопулярнішою довгий час є Google) «видає» певну «порцію інформації», «пошукачі» часто зупиняють пошук, не аналізуючи, наскільки правильною, повною є ця інформація, чи не суперечить вона інформації з інших джерел; не намагаються доповнити інформацію. На відміну від роботи в Інтернеті, читання книг звужує обсяг факторів, що відволікають від осмислення прочитаного та усвідомлення інформації, заохочує до міркувань та роздумів, створює підґрунтя для формування та розвитку теоретичного мислення.

Виклад основного матеріалу. Нами було проведено лонгитюдне дослідження у три етапи (1989/1990 нр – 1995/1996 нр (в межах дослідження проблеми розвитку математичних здібностей)), 1996/1997 нр -2002/2003 нр (в межах дослідження проблеми формування та розвитку творчого мислення у процесі навчання математики) та 2021 / 2022 нр – 2023/2024 нр (в межах дослідження впливу онлайн навчання математики на розвиток творчої особистості).

Сформованість критичного мислення визначається в процесі аналізу логічних міркувань, наявності чіткої обґрунтованості, врахування широкого спектру наявної інформації з різних джерел, врахування контексту. Зокрема, серед виділених Д. Халперном [8; 9] компонентів критичного мислення вважаємо важливими здатність виконувати логічні операції (додамо – використовувати прийоми розумових дій), міркувати; аналізувати аргументацію (додамо – самоаналіз та аналіз аргументації, запропонованої іншими); здатність до перевірки гіпотез; розуміння законів ймовірності та статистики; прийняття виважених рішень; розвиток навичок розв’язування завдань.

Жан Піаже вважав, що пік розвитку критичного мислення – 14-17 років, але зазначимо, що це не відбувається автоматично, значною мірою залежить від середовища (у навчальному закладі, у родині), наявності досвіду виконання відповідних завдань, бажання та готовність розвивати критичність мислення. Для розвитку критичного мислення необхідно розвивати лабільність (гнучкість, здатність приймати альтернативну інформацію), наполегливість (готовність працювати зосереджено, напружено, тривалий час, долаючи перешкоди); готовність отримувати інформацію з різних джерел, визнавати та виправляти власні помилки; рефлексію щодо власних мисленнєвих операцій; здатність до пошуку компромісних рішень.

На основі проведених нами досліджень щодо розвитку математичних здібностей (1989/1997 рр) [2] виділили критерії рівня сформованості критичного мислення школярів (табл. 1, рис. 1).

Таблиця 1

Критерії рівня сформованості критичного мислення учнів у процесі виконання математичних задач

№	Критерії	Високий рівень	Середній рівень	Низький рівень
Кр 1	Готовність до критичного аналізу даних	Завжди	Завжди, але іноді поверхнево	Неготовність
Кр 2	Здатність відділяти головне від другорядного	Самостійно	Частіше самостійно, іноді потребує допомоги (від вчителя / однокласників)	Лише за допомогою вчителя
Кр 3	Здатність використовувати прийоми розумових дій (порівняння, співставлення, узагальнення)	Самостійно	Частіше самостійно, іноді потребує допомоги (від вчителя / однокласників)	Навіть за наявності допомоги вчителя учень має утруднення

Продовження таблиці 1

Кр 4	Спроможність до аргументованих висловлень на основі якісної системи знань та ерудиції	Має якісну систему знань та широкий кругозір, використовує різноманітні джерела (інформацію з яких співставляє), чітко аргументує	Аргументація достатньо чітка, іноді учень потребує допомоги від вчителя	Не відчуває потреби в аргументації. Навіть за наявності допомоги вчителя учень має утруднення
Кр 5	Здатність до самопланування та самоорганізації	Чітко виражена, є бачення стратегії та тактики виконання	Є бачення тактики виконання підзавдань, відчуває потребу у зовнішній допомозі в ході планування виконання загального завдання	Відсутність здатності
Кр 6	Здатність до самоконтролю	Чітко виражена спроможність самоконтролю власної діяльності	Є потреба у періодичному контролі в ході виконання завдання	Відсутність здатності
Кр 7	Здатність до самооцінювання	Чітко виражена спроможність до самооцінювання	Потребує допомоги у процесі оцінювання результатів та процесу діяльності	Відсутність здатності

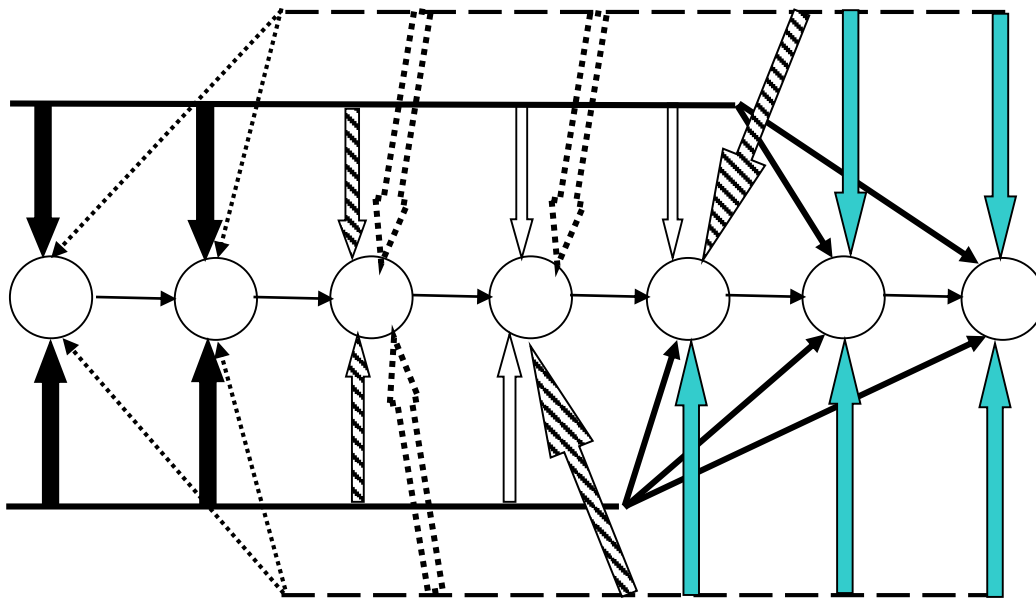


Рис. 1 Перехід від зовнішнього планування та зовнішнього контролю (1-2) до самопланування, самоорганізації, самоконтролю (6-7)

Навчальний процес розпочинається зі сприйняття відомостей, які перетворюються в інформацію та засвоюються у процесі мисленнєвої діяльності, що спрямована на осмислення навчального матеріалу. Один з аспектів, що піддавався дослідженню, - специфіка сприймання у процесі навчання. Критичне мислення, передусім, спрямоване на аналіз інформації, на визначення того, наскільки можна довіряти цій інформації. Серед аспектів проявів критичного мислення називають: ефективну роботу з інформацією, логічність міркувань та висновків, чіткість аргументації.

До критерії рівня сформованості критичного мислення щодо опрацювання відомостей відносять (табл. 2).

Таблиця 2

Критерії рівня сформованості критичного мислення щодо опрацювання відомостей

	Критерії рівня сформованості критичного мислення	Параметри вимірювання рівня сформованості критичного мислення
1	Мотиваційний	Вміння аргументувати та визначати рівень переконливості аргументів
2	Діяльнісний	Вміння визначати виправданість / не виправданість припущень; уміння визначати причинно-наслідкові зв'язки; уміння визначати істинність чи хибність висновків.
	Інформаційний	Адекватна інтерпретація інформації, уміння визначати наскільки логічні зроблені з інформації висновки

Нами у [2] (1997) було визначено, що у процесі роботи з джерелами інформації учень повинен чітко усвідомлювати мету роботи (вивчення нового матеріалу; пошук необхідних даних про вже відомий об'єкт, тощо). Експериментально підтверджено, що усвідомлення мети впливає на наступні дії: складається та здійснюється план роботи, потім відбувається інтеграція, включення отриманих нових відомостей в систему вже наявних.

Відносно першого аспекту серед сучасних здобувачів освіти виділимо наступні групи: 1) індиферентний споживач відомостей (ІС); 2) пасивний споживач відомостей (ПС); 3) активний споживач відомостей, що спроможний без попереднього аналізу використовувати їх на репродуктивному рівні (АСРепр); 4) активний учасник сприймання відомостей, що налаштований на їх аналіз та спроможний використовувати на реконструктивному рівні (АСРекр); 5) активний учасник-дослідник, що не лише аналізує відомості, що знаходять ззовні, але й спроможний доповнювати їх, використовувати на варіативному рівні (АВ); 6) активний учасник-дослідник, що спроможний до ґрунтовного критичного аналізу, спроможний доповнювати наявну інформацію, використовувати на творчому рівні (АТ).

Щодо логічності міркувань та висновків (другий аспект). Рівень розвитку критичного мислення можна продіагностувати, запропонувавши учням після розв'язування серії завдань виду (1) розв'язати завдання виду (2):

$$\begin{cases} 4x + 3y = 10 \\ 4x - 3y = -2 \end{cases} \quad (1) \qquad \begin{cases} 2x + 3y = 7 \\ 2y - 3x = -4 \end{cases} \quad (2).$$

Про низький рівень буде свідчити спроба перейти в ході розв'язування другої системи до рівняння виду $2x + 2y = 3$.

У процесі вивчення теми «Розв'язування трикутників» (9 клас) школярам було запропоновано розв'язати наступні завдання:

- 1) розв'язати задачу «У трикутнику ABC $AC=3$ см, $BC=4$ см, кут C дорівнює 30° . Знайти довжину AB » (пропонувався на наступному уроці після пояснення нового матеріалу, тема «Теорема косинусів»);
- 2) розв'язати задачу «У трикутнику ABC $AC=BC=4$ см, один з кутів 30° . Знайти довжину AB » (пропонувався після вивчення теореми косинусів та теореми синусів);
- 3) дослідити зв'язки теореми косинусів та теореми Піфагора (наприкінці вивчення теми).

Результати представимо у вигляді таблиці (таблиця 3).

Таблиця 3

Результати виконання завдання з теми «Розв'язування трикутників» (9 клас)

Завдання	Результати виконання	1993/1994	2000/2001	2022/2023
1	1.1. Не приступили до виконання завдання	4,3%	0%	7,1%
	1.2. Застосували теорему Піфагора	5,7%	0%	21,4%
	1.3. Застосували теорему косинусів. Розв'язали з недоліками.	18,6%	25%	28,6%

Продовження таблиці 3

	1.4. Застосували теорему косинусів. Розв'язали правильно	71,4%	75%	42,9%
2	2.1. Не приступили до виконання завдання	1,4%	0%	7,2%
	2.2. Застосували теорему Піфагора	0,7%	0%	0%
	2.3. Застосували теорему косинусів. Розглянуто один випадок. Розв'язали з недоліками.	7,2%	3,1%	21,4%
	2.4. Застосували теорему косинусів. Розглянуто один випадок. Розв'язали правильно	42,9%	34,3%	35,7%
	2.5. Застосували теорему косинусів. Розглянуто два випадки. Розв'язали з недоліками.	42,1%	18,8%	21,4%
	2.6. Застосували теорему косинусів. Розглянуто два випадки. Розв'язали правильно	5,7%	43,8%	14,3%
3	3.1. Не змогли усвідомити зв'язки за готовим розв'язанням	7,1%	6,25%	14,3%
	3.2. Усвідомили зв'язки за готовим розв'язанням, що представлене вчителем / іншими учнями	14,3%	18,75%	28,6%
	3.3. Встановили зв'язки під керівництвом вчителя	71,5%	37,5%	50%
	3.4. Самостійно встановили зв'язки	7,1%	37,5%	7,1%

1.1., 2.1. може свідчити про приналежність учня до групи ІС, 1.2, 2.2 – до групи ПС; 2.5 та 2.6 – до групи АВ; 3.4 – до групи АТ.

Зауваження. Кількість учнів, що виконували завдання з алгебри та геометрії, відрізнялася. Для 2000/2001 навчального року для 9 класу є дані лише для учнів, що вивчали математику на поглибленому рівні.

В ході вивчення теми «Числові послідовності» (9 клас) запропонували завдання:

- розв'язати завдання «Перші два члени прогресії 2; 6. Знайти ще два, якщо: а) прогресія арифметична; б) прогресія геометрична» (пропонувалась на уроці узагальнення та систематизації знань з теми).
- розв'язати завдання «Чотири числа є такими, що перші три утворюють геометричну прогресію із знаменником 2, а останні три арифметичну прогресію із різницею 6. Знайти ці числа» (пропонувалась на уроці узагальнення та систематизації знань з теми);

Результати представимо у вигляді таблиці (таблиця 4).

Таблиця 4

Результати виконання завдання з теми «Прогресії» (9 клас)

Завдання	Результати виконання	1993/1994	2000/2001	2022/2023
1	1.1. Не приступили до виконання завдання	6,9%	0%	0%
	1.2. Не зрозуміли завдання	5,2%	0%	21,4%
	1.3. Знайшли лише для арифметичної прогресії	20,7%	0%	50%
	1.4. Знайшли лише для геометричної прогресії	1,7%	0%	0%
	1.5. Виконали повністю	65,5%	100%	50%
2	2.1. Не приступили до виконання завдання	6,9%	0%	30%
	2.2. Не зрозуміли завдання. Розглядали всі чотири члени прогресії і як члени арифметичної прогресії, і як члени геометричної прогресії	8,6%	0%	10%
	2.3. Ідея є. Розв'язали з недоліками.	41,4%	33,3%	40%
	2.4. Розв'язали правильно	43,1%	66,7%	20%

1.1., 1.2, 2.1 може свідчити про приналежність учня до групи ІС, 1.3 та 1.4, – до групи ПС; 2.2 – до групи АСРеп; 2.5 та 2.3 та 2.4 – до групи АВ.

Звичайно, це не є точною діагностикою рівнів розвитку критичного мислення, але цей підхід надає можливість вчителю математики на практиці певною мірою відслідковувати динаміку розвитку критичного мислення учнів у реальному навчальному процесі.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Реалії сучасного життя вимагають від громадян здатності до критичного сприйняття різноманітних відомостей, визначення цілей, прийняття відповідальних рішень, творчого вирішення завдань, зокрема професійних, що вимагає володіння критичним мисленням. Здатність громадян України критично мислити визначатиме вектор розвитку країни. Початок закладається у процесі навчання школярів, тому необхідно надати вчителям, зокрема – вчителям математики інструментарій визначення рівня розвитку критичного мислення, використання якого не ускладнює їх роботу, а полегшує її. У статті запропоновано один з підходів. У перспективі – створення тестових завдань для автоматизованої перевірки та методики їх використання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Терно С.О. Теорія розвитку критичного мислення (на прикладі навчання історії). Запоріжжя: Запорізький національний університет, 2011. 105 с. (Terno S.O. Theory of development of critical thinking (on the example of teaching history). Zaporizhzhia: Zaporizhzhia National University, 2011. 105 p.)
2. Чашечникова О. С. Розвиток математичних здібностей учнів основної школи / Дис... к. пед. наук: 13.00.02 / ІІ АПН України. К., 1997. 208 с. (Chashechnikova O. S. Development of mathematical abilities of primary school students / (DSc thesis abstract) Pedagogical Sciences: 13.00.02 / IP APN of Ukraine. K., 1997. 208 p.)
3. Чашечникова О. С. Теоретико-методичні основи формування і розвитку творчого мислення учнів в умовах диференційованого навчання математики / Дис. д. п. н. за спец. 13.00.02 – теорія та методика навчання (математика). – Сум ДПУ ім. А. С. Макаренка. Суми, 2011. 558 с. (Chashechnikova, O. S. (2011). Theoretical and methodological foundations of the formation and development of students' creative thinking in the conditions of differentiated teaching of mathematics (DSc thesis). Sumy).
4. Anderson, John R. (2005) Cognitive Psychology and Its Implications. Worth Publishers, 2005. 519.
5. Bernstein D. A. (1995). A negotiation model for teaching critical thinking. In D. F. Halpern S. G. Nummedal (Eds.), Psychologists teach critical thinking. [Special Issue]. Teaching of Psychology, 22, 22–24
6. Chashechnikova, O., Odintsova, O., Hordiienko, I., Danylchuk, O., & Popova, L. (2024). Innovative technologies for the development of critical thinking in students. Amazonia Investiga, 13(81), 197–213.
7. Goldstein, E. Bruce (2014) Cognitive Psychology: Connecting Mind, Research and Everyday Experience Cengage Learning. 496
8. Halpern D. F. (Ed.). (1994). Changing college classrooms: New teaching and learning strategies for an increasingly complex world. San Francisco: Jossey-Bass.
9. Halpern D. F. Thought and Knowledge: An Introduction to Critical Thinking. NY: Psychology Press, 2014. 654 p.

Chashechnikova O. The problem of diagnostication of critical thinking in the process of teaching mathemATICS. Practical aspect.

The article considers the problems of diagnosing critical thinking of schoolchildren in the real process of learning mathematics. Based on the analysis of research in the field of cognitive psychology of different years, the ability not only to perceive, but also to analyze and critically evaluate information, establish cause-and-effect relationships, make well-founded conclusions as the basis of the ability to competently set goals for oneself / a group, develop a strategy and tactics for achieving them is considered. The criteria for the level of formation of critical thinking of schoolchildren in the process of solving mathematical problems are highlighted and the levels of their formation are described; the criteria for the formation of critical thinking in relation to the processing of information (motivational, activity, informational). In the process of working with sources of information, the student must clearly understand the purpose of the work (studying new material; searching for necessary data about an already known object, etc.). It has been experimentally confirmed that the awareness of the goal affects the following actions: a work plan

is drawn up and implemented, then integration occurs, the inclusion of the new information obtained into the system of already existing information. Regarding this aspect, among modern education seekers, we distinguish the following groups: 1) an indifferent consumer of information (IC); 2) a passive consumer of information (PC); 3) an active consumer of information, who is able to use it at the reproductive level without prior analysis (ASRepr); 4) an active participant in the perception of information, who is set on its analysis and is able to use it at the reconstructive level (ASRecr); 5) an active participant-researcher, who not only analyzes the information received from the outside, but is also able to supplement it, use it at the variable level (AB); 6) an active participant-researcher, who is capable of thorough critical analysis, is able to supplement the available information, use it at the creative level (AT). Specific practical illustrations of determining levels in mathematics lessons are proposed.

Keywords: *mathematics teaching, critical thinking, criteria for the level of development of critical thinking.*

Подано до друку 24.03.2025

Прийнято до друку 02.04.2025

РОЗДІЛ 3. ПРОБЛЕМА УДОСКОНАЛЕННЯ ПІДГОТОВКИ ВЧИТЕЛІВ ПРЕДМЕТІВ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ

УДК 378.147

DOI 10.24139/2519-2361/2025.01/107-115

І. В. Хом'юк

ORCID ID 0000-0002-2516-2968

В. В. Хом'юк

ORCID ID 0000-0003-1704-570X

Вінницький національний технічний університет

Є. А. Іванченко

ORCID ID 0000-0003-3071-0938

Військова академія (м. Одеса)

РОЗВИТОК КРЕАТИВНОСТІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ ІТ- СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ ЗАСОБАМИ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ

У дослідженні висвітлено проблему розвитку креативності майбутніх ІТ-фахівців в процесі вивчення фундаментальних дисциплін, а саме вищої математики. Проаналізовано погляди вітчизняних та зарубіжних науковців щодо дефініції поняття «креативність» та констатовано, що креативність є складовою компетентності. Підсумовуючи наведені погляди на поняття «креативність», авторами визначено креативність майбутнього фахівця ІТ-спеціальностей як особистісно-професійну якість особистості, яка здатна оперувати творчим та логічним мисленням, здібностями, знаннями та вміннями, що сприяють продукуванню креативних ідей у процесі вирішення певного професійного завдання та побудови алгоритмів для його ефективного розв'язання.

Визначено, що процес розвитку креативності майбутніх фахівців ІТ- спеціальностей, в першу чергу, спрямований на удосконалення мислення, яке характеризується глибиною, гнучкістю, логічністю, широтою, критичністю та реалізується через вплив на мотивацію здійснювати аналітичну діяльність, що передбачає оперування математичними знаннями та вміннями. Авторами виділено структурні складові креативності (мотиваційний, когнітивний, рефлексивний) та охарактеризовано кожну складову досліджуваного поняття.

Для розвитку креативності фахівців ІТ-спеціальностей на заняттях з вищої математики пропонується: застосування гейміфікації в освітньому процесі вивчення вищої математики, використання завдань на комбінування різних підходів, деталізацію, завдань на креативний опис поняття, креативних завдань, які можуть розвивати аналітичне мислення, здатність застосовувати теоретичні знання на практиці. Наведено приклади завдань з різних тем курсу «Вища математика» та виконання їх студентами.

Констатовано, що розвиток креативності студентів ІТ-спеціальностей на заняттях з вищої математики може варіюватися в залежності від їхнього попереднього досвіду, освітнього середовища та індивідуальних навичок, конкретних потреб та методів навчання викладача.

Ключові слова: вища математика, генерування ідей, гейміфікація, ІТ-спеціальності, інноваційність, креативність, креативні завдання, оригінальність.

Постановка проблеми. На сьогоднішній день наслідки російської агресії для України жахливі: країна в руїнах, деякі міста зруйновані повністю, спалені ліси, забруднено ріки та озера, замінована значна частина території, виведена з ладу половина енергосистеми країни, економіка ледь жевріє і найголовніше, втрачено сотню тисяч найкращих людей. В контексті відбудови інфраструктури як критичної, енергетичної так і житлової та відновленні економіки буде запит на нові будівельні матеріали, швидкі будівельні технології, нові логістичні та

управлінські рішення в різних галузях. Всі ці завдання в майбутньому буде вирішувати наша молодь. Саме тому, перед вищою школою постає завдання з підготовки фахівця з розвиненими творчими здібностями, прагненням до самовдосконалення, креативності, здатного швидко генерувати та освоювати технологічні рішення в технічній, комп'ютерній, управлінській та економічній сферах. Як зазначає Л. Гриневич: «Якщо раніше людину треба було «напакувати» знаннями – якнайбільше чітких професійних знань, то зараз ми повинні навчити шукати потрібні знання, вирішувати складні проблеми, критично переосмислювати вал інформації та навчитися це перевіряти» [9].

Невипадково, що сьогодні питанню створенню умов для прояву творчого, креативного потенціалу молоді приділяється особлива увага. Підтвердженню цього, є результати дослідження PISA–2022 з креативного мислення, в якому показники України не відрізняються суттєво від результатів окремо взятих країн Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР). Незважаючи на те, що в країні війна і тестування учні змушені були проходити в укриттях, 59% з них продемонстрували базовий та вищий рівні з креативного мислення. В оцінюванні PISA–2022 Україна отримала 27 балів із 60 можливих, що є середнім результатом і зайняла позицію між 32 й 42 серед 64 країн. Результат України на 6 балів нижчий за середній показник країн ОЕСР. Водночас показники України статистично не відрізняються від результатів Греції та Колумбії, які є членами ОЕСР. Якщо порівнювати з країнами, що мають з Україною подібність щодо соціально-економічного стану або культурну чи історичну спорідненість, то суттєво нижчий результат демонструє Молдова – 24 бали та Болгарія – 21 бал, а результати Естонії та Польщі значно вищі – 36 та 34 бали відповідно [7].

Отже, незважаючи на ситуацію в країні, ми маємо творчо розвинуте підростаюче покоління, яке згодом продовжує здобувати освіту у ЗВО, де потрібно створити умови для подальшого розкриття їхнього креативного потенціалу.

Аналіз актуальних досліджень свідчить, що проблема креативності студентів є актуальною темою в освітній та психологічній науці і не залишається поза увагою вітчизняних та зарубіжних науковців.

Так, Дж. Гілфорд є одним із перших, хто запропонував концепцію дивергентного мислення, що є важливою складовою креативності. Його роботи заклали основи для вимірювання творчих здібностей. Е. Торренс займався розробкою тестів на визначення креативності та досліджував, як творчість розвивається у школярів і студентів, і як можна стимулювати їхню уяву та дивергентне мислення. Автором теорій і методик, спрямованих на розвиток креативного потенціалу є М. Рунко, який вивчав взаємозв'язок між освітою, мотивацією та креативністю. Британський дослідник та популяризатор креативності в освіті К. Робінсон пропонував реформувати систему освіти для підтримки творчого потенціалу студентів. В. Капраніца досліджував зв'язок між навчальними програмами та розвитком креативності у студентів в європейських університетах. «Компонентна теорія креативності» Т. Амабайл пояснює, як мотивація, середовище та знання впливають на творчі досягнення особистості.

Щодо українських науковців, варто відмітити роботи І. Зязюна, В. Андрущенко, І. Козубовської, Н. Листопад, Н. Бібік та ін., в яких висвітлено питання творчої самореалізації особистості в освіті. Вагомий внесок у розуміння психологічних та педагогічних аспектів розвитку творчих здібностей зробили такі науковці як, Г. Костюка, В. Моляко та ін. Український психолог В. Роменець є одним із засновників української психології креативності. Він вивчав творчість як важливий компонент людської діяльності в контексті історико-психологічного підходу. Наукові розробки Т. Титаренко присвячені дослідженням в галузі психології творчості. Особливу увагу вона приділяла життєвим сценаріям, які формуються в процесі креативної діяльності.

Питання креативності в контексті професійного розвитку висвітлено в працях І. Зимівець (дослідження креативності як складової професійного становлення фахівців, вивчала методи розвитку творчого потенціалу в освітньому процесі та на виробництві), Л. Хомич (дослідження зосереджені на розвитку креативності у фахівців в умовах

цифровізації суспільства та впровадження інноваційних технологій у професійну діяльність), Н. Ничкало (розглядала професійний розвиток вчителів, зокрема питання формування їхньої творчої компетентності), В. Рибалка (аналізує розвиток креативності в контексті особистісного та професійного становлення, особливо в педагогічній та психологічній сферах), О. Сухомлинська (досліджувала педагогічну спадщину Василя Сухомлинського, яка має значний акцент на розвиток творчого мислення і професійної креативності педагогів), С. Сисоева (праці пов'язані з питаннями професійного розвитку педагогів і формування креативної компетентності у викладацькій діяльності), О. Пометун (досліджувала розвиток креативного мислення в професійній діяльності педагогів через інтерактивні методи навчання), О. Антонова, Т. Сущенко, А. Горальський, І. Гриненко, О. Дунаєва та ін. (досліджують питання розвитку педагогічної креативності).

Ці науковці пропонують як теоретичні обґрунтування, так і практичні рекомендації щодо інтеграції креативності у професійне середовище.

Проте при такій високій зацікавленості різними аспектами досліджуваної проблеми, питання пов'язані із розвитком креативності студентів технічних спеціальностей в процесі вивчення вищої потребують подальшого вивчення.

Мета статті – розкрити сутність феномену креативність, визначити структурні компоненти креативності майбутніх фахівців ІТ- спеціальностей та визначити шляхи їх розвитку засобами вищої математики.

Виклад основного матеріалу. Однією з основних категорій дослідження є «креативність», тому здійснимо аналіз даної наукової дефініції.

Ретроспективний аналіз показав, що: 1) термін «креативність» латинського походження (create, що означає «створювати»); 2) генезис поняття «креативність» пройшов довгий історичний шлях, змінюючись залежно від культурного, соціального та наукового контексту. Так, у давньогрецькій та римській філософії ідеї творчості асоціювались з божественним натхненням, а в епоху Відродження людина розглядалась як «творець» у мистецтві, науці та культурі. Генії епохи Відродження, такі як Леонардо да Вінчі вважались прикладами креативної особистості; 3) поняття «креативність» у сучасному розумінні почало формуватися з середини ХХ ст., саме тоді у 1950 році американський психолог Дж. Гілфорд здійснив перше наукове дослідження поняття креативності та виділив її як окрему когнітивну здатність, що відрізняється від інтелекту [10].

Отже, можна стверджувати, що поняття «креативність» як науковий термін отримало своє визнання саме завдяки Дж. Гілфорду у 1950-х роках. Згодом дослідження креативності продовжували багато науковців, які розвивали його ідеї та розширювали розуміння цього поняття.

На сьогоднішній день в теорії та практиці педагогічної освіти накопичені значні наукові напрацювання, які можуть слугувати основою вдосконалення різних аспектів проблеми розвитку креативності особистості. Саме тому, існує велика кількість тлумачень терміну «креативність» в сучасній науковій літературі. Наведемо деякі з них у таблиці 1.

Таблиця 1

Тлумачення терміну «креативність»

№	Автор	Тлумачення
1	Е. Торренс [11, с. 136]	«творчі здібності індивіда, що входять до структури обдарованості в якості незалежного чинника і характеризуються здатністю продукувати принципово нові незвичайні ідеї, розв'язувати проблемні ситуації незвичними способами»
2	Сучасний тлумачний психологічний словник [8, с. 225]	«є здатністю породжувати незвичайні ідеї, відхилятися від традиційних схем мислення, швидко вирішувати проблемні ситуації»

Продовження таблиці 1

3	Л. Єрмолаєва-Томіна [2, с. 35]	«...особистісна якість, яка базується на потенціальних можливостях самої людини, актуалізації неусвідомленої потреби бути неповторною, індивідуальною, здібною, але й тою, що приєднується до всезагального через продукти своєї творчості, гармонійно поєднує індивідуальні і соціальні інтереси»
4	О. Дунаєва [1, с. 6]	креативність розглядає у чотирьох основних аспектах як: 1) процес; 2) продукт; 3) особистість (креативні здібності особистості); 4) середовище (сферу, структуру, соціальний контекст, які формують вимоги до продукту творчості); 5) проблему, що підлягає вирішенню (креативність виокремлює додатково аспект проблеми, яку необхідно вирішити)
5.	І. Зязюн [1]	розвиток особистісних якостей учнів (студентів), які дозволяють їм формувати інноваційні ідеї, критично мислити та адаптуватися до змін.

Підводячи підсумок дефінітивного аналізу ключового поняття дослідження, можна констатувати, що «креативність» з огляду на свою складну структуру немає єдиного визначення, українські науковці внесли вагомий вклад у дослідження креативності, адаптуючи та розвиваючи західні теорії у відповідності до специфіки українського контексту. Ми пропонуємо креативність як складову компетентності майбутнього фахівця ІТ-спеціальностей визначати як особистісно-професійну якість особистості, яка здатна оперувати творчим та логічним мисленням, здібностями, знаннями та вміннями, що сприяють продукуванню креативних ідей у процесі вирішення певного професійного завдання та побудови алгоритмів для його ефективного розв'язання.

Процес розвитку креативності майбутніх фахівців ІТ-спеціальностей, в першу чергу, спрямований на удосконалення мислення, яке характеризується глибиною, гнучкістю, логічністю, широтою, критичністю та реалізується через вплив на мотивацію здійснювати аналітичну діяльність, що передбачає оперування математичними знаннями та вміннями.

Основними параметрами, які характеризують креативність, на думку американського психолога Дж. Гілфорда, є здатність до: виявлення й формулювання проблем; генерування великої кількості ідей; продукування найрізноманітніших думок; відповідей на подразники нестандартним способом; вдосконалення об'єкту сприймання, додаючи певні деталі; розв'язування проблеми шляхом реалізації відповідних аналітико-синтетичних операцій (рис. 1).

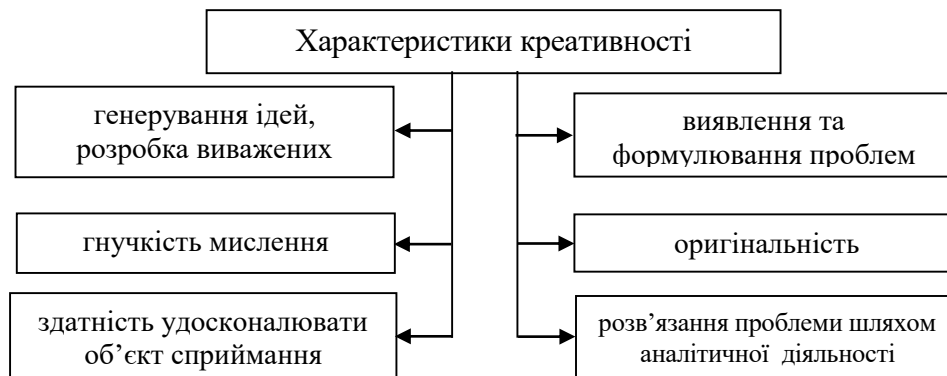


Рис. 1. Основні характеристики креативності за Дж. Гілфордом

На основі аналізу теоретичних джерел з проблеми дослідження було визначено структуру креативності майбутніх фахівців ІТ- спеціальностей (рис. 2).

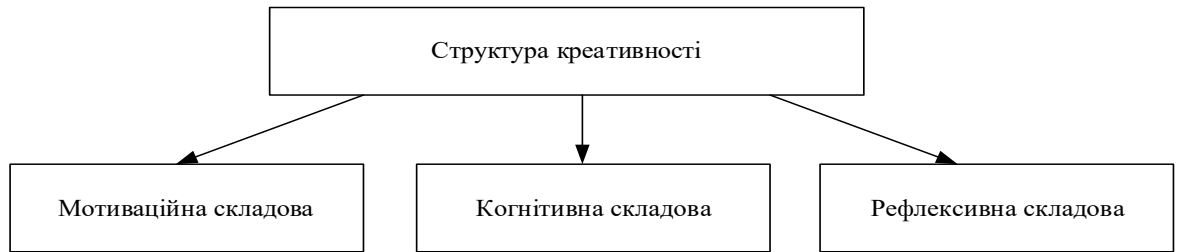


Рис. 2. Складові креативності студентів ІТ-спеціальностей

Охарактеризуємо кожну виділену складову досліджуваного поняття.

Мотиваційна складова характеризується: 1) потребами до творчої діяльності; 2) внутрішньою зацікавленістю (захоплення програмуванням, розробкою програмного забезпечення, інтерес до пошуку нестандартних підходів у вирішенні завдань, задоволення від процесу створення коду, алгоритмів, програм чи цифрових продуктів); 3) бажанням розробляти унікальні програми, веб-додатки, системи штучного інтелекту тощо, зацікавленістю у використанні новітніх технологій, таких як блокчейн, хмарні обчислення чи машинне навчання (прагнення до інновацій); 4) прагненням до саморозвитку (опанування нових мов програмування, інструментів і платформ, прагнуть виявити власну унікальність і оригінальність через свої ідеї, роботи чи проекти); 4) цікавістю та допитливістю (інтерес до розробки соціально значущих проектів, таких як додатки для освіти, охорони здоров'я, екології та участі у хакатонах, конкурсах стартапів, ІТ-олімпіадах); 5) бажанням діяти, створювати нове та вирішувати завдання нестандартним способом (ділитися ідеями, генерувати рішення у командній роботі).

Когнітивна складова характеризується: 1) компетенціями (знаннями, уміннями та навичками), що є необхідні для розробки інноваційних рішень та виконання складних завдань у сфері інформаційних технологій; 2) розвиненим мисленням, яке характеризується швидкістю, гнучкістю (здатність швидко адаптуватися до нових технологій, платформ або мов програмування, уміння змінювати підхід до вирішення задач залежно від нових даних), здатністю до структурування, встановлення зв'язків між різними концепціями, мовами програмування, технологіями, підходами, використання знань з інших сфер (наприклад, математики, фізики чи дизайну) для прийняття інноваційних ІТ-рішень (асоціативне мислення), генерування різноманітних ідей та альтернативних рішення для конкретних технічних завдань (дивергентне мислення); 3) оригінальністю (розробляти унікальні алгоритми, програми, які відрізняються від стандартних або традиційних, пропонувати нові підходи до інтеграції технологій, які ще не використовувалися раніше); 4) використанням творчих методів і підходів для знаходження нових шляхів вирішення завдань, навіть за відсутності повної інформації, розробка прототипів і тестування ідей для подальшого вдосконалення (евристичне мислення); 5) здатністю уявляти структури коду чи архітектури програми перед її реалізацією (образне мислення); 6) умінням розбивати складні проблеми на прості складові для їх глибокого аналізу, здатністю знаходити закономірності в масиві даних чи у поведінці систем (аналітичне мислення).

Рефлексивна складова характеризується здатністю: 1) усвідомлювати свій стиль роботи, підходу до вирішення завдань і творчих можливостей, розуміти власні сильні й слабкі сторони як ІТ-фахівця, творчі можливості та обмеження (самоусвідомлення); 2) аналізувати власні помилки і невдачі у процесі розробки програмного забезпечення чи вирішенні технічних проблем, виявляти причини успіху або недоліків у реалізованих проектах з метою їх покращення чи вдосконалення (самоаналіз); 3) критично оцінювати якість створеного продукту, його функціональність, оптимізацію та відповідність вимогам, об'єктивно оцінювати його оригінальність, цінність та доцільність (оцінка результатів); 4) осмислення методів і прийомів, які були використані в процесі створення нового продукту, що дозволяє вдосконалювати підходи до вирішення завдань у майбутньому; 5) усвідомлювати значення командної роботи й обміну ідеями для вдосконалення продукту; 6) виявляти причини недоліків у реалізованих проектах, аналізувати їх і використовувати

отриманий досвід для вдосконалення майбутніх результатів (навчання на помилках).

Розвиток креативності студентів ІТ-спеціальностей на заняттях з вищої математики може варіюватися в залежності від їхнього попереднього досвіду, освітнього середовища та індивідуальних навичок, конкретних потреб та методів навчання викладача. Можна стверджувати, що креативний розвиток студентів на пряму залежить від креативного потенціалу викладачів ЗВО. Студенти першого курсу, які вступили на навчання у 2024 році, це як раз ті діти, які навчались останні 4 роки дистанційно через пандемію COVID-19 та початок війни в Україні. Це все відклало відбиток на їхній рівень шкільної підготовки та розвиток особистісних якостей, які допомагають продуктивно діяти в ситуаціях невизначеності, виходити за рамки передбачуваного, виявляти спонтанність, а отже, впливають на розвиток креативності. Розвиваючи креативність студентів на заняттях з вищої математики, важливо забезпечити середовище, де вони не бояться помилок і мають свободу експериментувати. Це допомагає не лише оволодіти математичними методами, а й готувати їх до вирішення складних реальних проблем.

Запропонуємо деякі шляхи розвитку креативності студентів на заняттях з вищої математики.

1) *Застосування гейміфікації* в освітньому процесі вивчення вищої математики для створення інтерактивного та мотивуючого середовища. Включення елементів гри в освітній процес (математичні квести, онлайн-вікторини, конкурсні завдання) досить широко розглянуто нами в багатьох дослідженнях [4; 5]. В процесі гри студенти проходять різні рівні, розв'язують різноманітні задачі, і логічні в тому ж числі.

2) *Використання завдань на комбінування різних підходів.*

Наприклад, після вивчення теми «Криві другого порядку» студенти отримали завдання:

Створити унікальний малюнок або візуальний об'єкт, використовуючи рівняння: 1) кола; 2) еліпса; 3) гіперболи; 4) параболи. Описати, як кожна крива була використана, і які математичні властивості допомогли досягти результату.

В роботах оцінювалась: креативність створеного об'єкта; здатність пояснити математичні аспекти малюнка.

3) *Використання завдань на деталізацію.*

Наприклад, після вивчення розділу «Лінійна алгебра» студенти отримали завдання:

Описати, як можна використати матриці для аналізу соціальних мереж.

1. Як створити матрицю зв'язків між людьми? 2. Як знайти ключові вузли в мережі?
3. Як за допомогою матриць оцінити ефективність комунікації?

В роботах оцінювалась: глибина пояснень та рівень деталізації кожного кроку.

4) *Використання завдань на креативний опис поняття.*

Наприклад, описати поняття нескінченності: 1) математично (через приклади); 2) в художньому стилі (як історію чи образ); 3) як фізичне явище.

В роботах оцінювалась: глибина розуміння поняття нескінченності та різноманітність підходів.

5) *Використання креативних завдань з вищої математики, які можуть розвивати аналітичне мислення, здатність застосовувати теоретичні знання на практиці.*

Наприклад, після вивчення розділу «Диференціальне числення» студенти першого курсу двох спеціальностей «Комп'ютерна інженерія» та «Комп'ютерні науки» отримали завдання на гнучкість мислення: «Поясніть, що таке похідна: 1) для математика; 2) для художника; 3) для учня початкової школи; 4) для музиканта.

Оцінювалось: здатність адаптувати складне поняття до різних аудиторій та різноманітних підходів до пояснення.

Серед найбільш оригінальних робіт варто відмітити:

а) комікс про тлумачення похідної:

б) гумористичне тлумачення похідної (як відмічає британський дослідник Філіп Картер креативній особистості притаманна впевненість, самодостатність поведінки та почуття гумору).

Художник пояснює своєму учневі: Похідна – це як лінія, яка показує, наскільки круто

піднімається чи спускається схил. Учень запитує: А що робити, якщо я хочу намалювати схил, де похідна дорівнює нулю? Художник зітхає: Тоді ти малюєш горизонт і розумієш, що пейзаж – це не твоє, а твоє покликання – сучасне мистецтво!

в) фантастична новела «Пояснення. Математичні пригоди», г) казки про похідну; (креативній особистості притаманна розвинена уява, фантазія, художньо-творчі здібності).

д) мультимедійні презентації; е) відеоролики та власноруч написані пісні з музичним супроводом.



Рис. 3 Приклад уривка

б) Використання завдань, спрямованих на генерування якомога більшої кількості ідей.

Наприклад, 1) Які нестандартні способи можна використати, щоб знайти значення інтегралу, не виконуючи безпосереднього інтегрування? 2) Як можна пояснити поняття градієнта за допомогою реальних прикладів із різних сфер життя?

Оцінюється: кількість ідей та оригінальність відповідей.

Застосування цих практик потребує комплексного оцінювання, що включає як кількісні, так і якісні показники. Під час аналізу результатів важливо враховувати не лише правильність розв'язків, а й оригінальність та інноваційність ідей.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Отже, мотиваційна складова креативності майбутнього ІТ-фахівця характеризується прагненням до інновацій, бажанням вирішувати складні технічні завдання та вдосконалювати власні навички у сфері інформаційних технологій. Когнітивна складова базується на поєднанні технічного мислення з інноваційним підходом. Її розвиток вимагає навчання через проєкти, інтеграції міждисциплінарних знань, а також стимулювання самостійного пошуку та дослідження нових технологій. Рефлексивна складова дозволяє особистості не лише творити, ефективно

оцінювати власну роботу, але й удосконалювати себе як творчу особистість через аналіз і осмислення власного досвіду.

Перспективи подальших досліджень вбачаємо у розробці завдань з конкретних розділів курсу вищої математики для студентів ІТ-спеціальностей, що включатимуть елементи критичного мислення та креативного розв'язання проблемних завдань, що дозволятимуть студентам ефективно використовувати математичний інструментарій для аналізу інформації, оцінки її достовірності та генерування нових ідей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Дунаєва, О.М. (2008). Формування педагогічної креативності майбутніх учителів у процесі професійної підготовки (автореф. дис... канд. пед. наук: 13.00.04) Вінниця. (Dunaeva, O.M. (2008). Formation of pedagogical creativity of future teachers in the process of professional training (PhD thesis) Vinnytsia).
2. Єрмолаєва-Томіна, Л. Б. (2003). Психологія художньої творчості: навчальний посібник для вузів. Київ. (Ermolaeva-Tomina, L. B. (2003). Psychology of Artistic Creativity: Textbook for Universities. Kyiv).
3. Хом'юк, І.В. (2013). Використання інтерактивних технологій в процесі вивчення теми «Кратні інтеграли». Дидактика математики: проблеми і дослідження, 40, 165-170. (Khomyuk, I.V. (2013). The use of interactive technologies in the process of studying the topic «Multiple integrals» Didactics of mathematics: problems and research, 40, 165-170).
4. Хом'юк, І.В., Петрук, В.А., Хом'юк, В.В. (2012). Інтерактивні технології навчання вищої математики студентів технічних ВНЗ : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ. (Khomyuk, I.V., Petruk, V.A., Khomyuk, V.V. (2012). Interactive technologies for teaching higher mathematics to students of technical universities: a textbook. Vinnytsia: VNTU).
5. Хом'юк, В. В., Хом'юк, І. В. (2017). Компетентностно-орієнтовані завдання як важливий чинник формування когнітивної складової математичної компетентності майбутніх інженерів. Збірник наукових праць «Актуальні питання природничо-математичної освіти» Сумського держ. педагогічного університету ім. А. С. Макаренка, 1(9), 107-114 (Khomyuk, V. V., Khomyuk, I. V. (2017). Competency-oriented tasks as an important factor in the formation of the cognitive component of mathematical competence of future engineers. Collection of scientific works «Actual issues of natural and mathematical education» Sumy State Pedagogical University named after A. S. Makarenko, 1(9), 107-114).
6. Чи креативні українські 15-річні підлітки: презентовано національний звіт PISA–2022. Режим доступу: <https://mon.gov.ua/news/chy-kreatyvni-ukrainski-15-richni-pidlitky-prezentovano-natsionalnyi-zvit-pisa2022> (Are Ukrainian 15-year-olds creative: the PISA–2022 national report is presented. Retrieved from: <https://mon.gov.ua/news/chy-kreatyvni-ukrainski-15-richni-pidlitky-prezentovano-natsionalnyi-zvit-pisa2022>)
7. Шапар, В. Б. (2005). Сучасний тлумачний психологічний словник. Харків: Прапор. (Shapar, V. B. (2005). Modern Explanatory Psychological Dictionary. Kharkiv: Prapor).
8. Ciupin B. Interviu ministra osvity L.Hrynevych «Holosu Ameryky». Retrieved from: <https://ukrainian.voanews.com/>.
9. Guilford, J. P. (1950). Creativity. American Psychologist, 5(9), 444-454.
10. Torrance, E. P. (1979). The Search for Satori and Creativity. Buffalo N.Y.: Creative Education Foundation.

Khomyuk I. V., Khomyuk V. V., Ivanchenko E. A. Development of creativity of future specialists in IT-specialties using higher mathematics.

Summary. The study highlights the problem of developing creativity in future IT specialists in the process of studying fundamental disciplines, namely higher mathematics. The views of domestic and foreign scientists on the definition of the concept of «creativity» are analyzed and it is stated that creativity is a component of competence. Summarizing the above views on the concept of «creativity», the authors define the creativity of a future IT specialist as a personal and professional quality of a person who is able to operate with creative and logical thinking, abilities,

knowledge and skills that contribute to the production of creative ideas in the process of solving a certain professional task and building algorithms for its effective solution.

It was determined that the process of developing creativity of future IT specialists is primarily aimed at improving thinking, which is characterized by depth, flexibility, logic, breadth, and criticality, and is implemented through the influence on motivation to carry out analytical activities that involve operating with mathematical knowledge and skills. The authors identified the structural components of creativity (motivational, cognitive, reflective) and characterized each component of the studied concept.

To develop creativity of IT specialists in higher mathematics classes, the following are proposed: the use of gamification in the educational process of studying higher mathematics, the use of tasks for combining different approaches, detailing, tasks for creative description of the concept, creative tasks that can develop analytical thinking, the ability to apply theoretical knowledge in practice. Examples of tasks on various topics of the course «Higher Mathematics» and students' works are given.

It was found that the development of creativity of IT students in higher mathematics classes may vary depending on their previous experience, educational environment and individual skills, specific needs and teaching methods of the teacher.

Keywords: higher mathematics, idea generation, gamification, IT specialties, innovation, creativity, creative tasks, originality.

Подано до друку 28.02.2025

Прийнято до друку 14.03.2025

УДК 378.018.8:37.011.3-051:5]:378:016:51]:005.52](045)
DOI 10.24139/2519-2361/2025.01/115-123

Т. М. Махомета
ORCID ID 0000-0003-4825-4707
Уманський державний педагогічний
університет імені Павла Тичини

SWOT-АНАЛІЗ ДЛЯ ІНТЕГРАЦІЇ НАВЧАННЯ ТА ДОСЛІДЖЕНЬ У МАТЕМАТИЧНІЙ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ПРИРОДНИЧИХ НАУК

У статті досліджено потенціал SWOT-аналізу як інструменту інтеграції навчання та досліджень у математичній підготовці майбутніх вчителів природничих наук. Актуальність теми зумовлена необхідністю формування у студентів дослідницької компетентності, здатності до системного аналізу методичних проблем та розробки інноваційних освітніх рішень в умовах реформування вищої освіти України та впровадження STEM-освіти.

Метою дослідження є презентація SWOT-аналізу як інструменту поєднання навчання та досліджень, демонстрація його можливостей на прикладі аналізу методичних аспектів викладання математики, зокрема, при реалізації міжпредметних зв'язків. Для досягнення мети було використано такі методи дослідження: теоретичний аналіз наукової та методичної літератури, порівняння, узагальнення, SWOT-аналіз, аналіз власного досвіду.

Обґрунтовано доцільність використання SWOT-аналізу для формування дослідницької компетентності майбутніх вчителів, виявлено його переваги для системного аналізу, критичного мислення, виявлення проблем, можливостей та складнощів. Розроблено методичні рекомендації щодо застосування SWOT-аналізу здобувачами вищої освіти, наведено приклад аналізу міжпредметних зв'язків при вивченні теми «Похідна та її застосування». Запропоновані методичні підходи можуть бути використані викладачами закладів вищої освіти для вдосконалення математичної підготовки майбутніх вчителів, активізації їхньої дослідницької діяльності, а також самими здобувачами для самостійного

аналізу педагогічних ситуацій та розробки власних методичних рішень. SWOT-аналіз є ефективним інструментом інтеграції навчання та досліджень, що сприяє формуванню дослідницької компетентності, системного мислення та навичок розв'язання проблем.

Перспективним є подальше дослідження впливу SWOT-аналізу на формування різних аспектів дослідницької компетентності майбутніх вчителів природничих наук, розробка та апробація інших дослідницьких завдань із його застосуванням, а також вивчення можливостей поєднання SWOT-аналізу з іншими методами педагогічних досліджень.

Ключові слова: *математична підготовка, майбутні вчителі природничих наук, SWOT-аналіз, дослідницька компетентність, STEM-освіта, системний аналіз, критичне мислення, навчання через дослідження.*

Постановка проблеми. В умовах реформування вищої освіти України, спрямованого на підвищення якості підготовки педагогічних кадрів для природничо-математичної освітньої галузі, особливої актуальності набуває інтеграція навчання та досліджень у професійній математичній підготовці майбутніх вчителів природничих наук. Ця вимога закріплена на законодавчому рівні: Закон України «Про вищу освіту» (Розділ XI, ст. 65) визначає необхідність поєднання освітньої, наукової та інноваційної діяльності у закладах вищої освіти [1], а Стандарт 1.3 ESG 2015, орієнтир забезпечення якості в європейському освітньому просторі, наголошує на важливості створення середовища, яке сприяє дослідницькій діяльності здобувачів [2].

Реалізація зазначених положень зумовлює необхідність пошуку та впровадження інструментів, які не лише забезпечують передачу майбутнім вчителям природничих наук готових знань, але й активно сприяють формуванню та розвитку їхньої дослідницької компетентності, дозволяючи їм системно аналізувати методичні аспекти викладання математики та розробляти власні освітні рішення. Попри задекларовані пріоритети інтеграції навчання та досліджень, у математичній підготовці майбутніх вчителів природничих наук залишаються невирішеними проблеми, пов'язані із практичним втіленням цього підходу та методичним його супроводом, зокрема в контексті STEM-освіти [3, 4]. Традиційні методи, орієнтовані на передачу готових знань, часто не забезпечують належного рівня дослідницької компетентності, необхідної для сучасного вчителя, і, що не менш важливо, бракує дієвих інструментів для інтеграції навчання та досліджень в освітньому процесі загалом. Тому варто дослідити можливості впровадження в освітній процес альтернативних наукових методів, що забезпечують всебічний аналіз та сприяють прийняттю обґрунтованих рішень. Одним із перспективних для такої інтеграції є SWOT-аналіз, що надає можливості для системного аналізу.

Аналіз актуальних досліджень. SWOT-аналіз (Strengths (сильні сторони), Weaknesses (слабкі сторони), Opportunities (можливості), Challenges (складнощі) – це метод стратегічного планування, який виник у 60-х роках XX століття в Стенфордському дослідницькому інституті завдяки працям Р. Стюарта та інших. Завдяки внеску М. Портера, Г. Мінцберга та інших дослідників, він набув поширення в різних сферах, включаючи освіту.

Універсальність SWOT-аналізу дозволяє застосовувати його для вирішення широкого кола завдань в освітньому контексті: від аналізу навчальних програм і оцінки ефективності викладачів до розробки стратегій розвитку закладів освіти. Зокрема, дослідження зарубіжних вчених Гарета Дж. Лонгхерста [7], Ноеля Батіста Ернандеса [8] та інших демонструють ефективність SWOT-аналізу для: аналізу адаптації анатомічної освіти у Великобританії та Ірландії у відповідь на пандемію Covid-19 [7] та оцінки підприємницької компетентності студентів університетів із застосуванням нових методів (плітогенних чисел [8]). Ці дослідження підтверджують адаптивність SWOT-аналізу до різноманітних освітніх потреб і його актуальність в умовах швидких технологічних змін та зростаючої уваги до інтеграції навчання та досліджень.

Особливої значущості SWOT-аналіз набуває в контексті впровадження інтелектуальних освітніх систем (Intelligent Tutoring Systems – ITS) [6]. ITS, що базуються на технологіях штучного інтелекту (ШІ), забезпечують персоналізацію навчання, адаптуючись до

індивідуальних потреб і темпу здобувачів освіти. Вони надають можливості для інтерактивної взаємодії з навчальним матеріалом, аналізу прогресу та отримання персоналізованих рекомендацій. Впровадження таких систем вимагає ретельного аналізу, і саме тут SWOT-аналіз може стати корисним інструментом. Він дозволяє оцінити сильні та слабкі сторони ІТS, виявити потенційні можливості та загрози, пов'язані з їх використанням, а також розробити стратегії для їх ефективної інтеграції в освітній процес.

Однак, незважаючи на потенціал SWOT-аналізу, існують і виклики. Наш досвід використання елементів STEM-освіти в математичній підготовці майбутніх вчителів [5] вказує на недостатню інтеграцію навчання та досліджень у математичній підготовці майбутніх вчителів природничих наук, зокрема в контексті STEM-освіти. Брак дієвих інструментів для системного аналізу методичних проблем ускладнює формування дослідницької компетентності, необхідної для ефективного застосування математики в міжпредметному контексті. З цього погляду SWOT-аналіз, завдяки своїй універсальності, адаптивності та здатності до системного аналізу, може бути ефективним інструментом для подолання зазначених викликів та сприяти інтеграції навчання та досліджень у математичній підготовці майбутніх вчителів.

Мета статті – презентація SWOT-аналізу як інструменту поєднання навчання та досліджень у математичній підготовці майбутніх вчителів природничих наук, демонстрації його можливостей на прикладі аналізу методичних аспектів викладання математики з дослідження методичної проблеми використання міжпредметних зв'язків (математика-фізика, математика-хімія, математика-біологія) при вивченні теми «Похідна та її застосування».

Виклад основного матеріалу. У межах нашого дослідження SWOT-аналіз розглядається як ключовий інструмент посилення дослідницької складової в математичній підготовці майбутніх вчителів природничих наук, що відповідає сучасним вимогам до якості вищої педагогічної освіти.

Методологічна структурованість SWOT-аналізу, що передбачає чіткий розподіл факторів на чотири категорії (сильні та слабкі сторони, можливості та *складнощі*), забезпечує логічну рамку для аналізу як внутрішніх характеристик досліджуваного об'єкта, так і впливу зовнішнього середовища. Універсальність методу дозволяє застосовувати його в освітньому процесі – від аналізу ефективності окремих педагогічних прийомів до визначення стратегічних напрямів розвитку. Простота, доступність та наочність SWOT-аналізу (особливо при візуалізації у формі матриці) сприяють його швидкому опануванню здобувачами вищої освіти та стимулюють розвиток критичного мислення й навичок системного аналізу. Як приклад, розглянемо дослідницьке завдання, що передбачає SWOT-аналіз використання міжпредметних зв'язків (математика-фізика, математика-хімія, математика-біологія) при вивченні теми «Похідна та її застосування».

Методичні рекомендації до виконання дослідницького завдання:

Мета: Виконати SWOT-аналіз використання міжпредметних зв'язків (математика-фізика, математика-хімія, математика-біологія) при вивченні теми «Похідна та її застосування» в шкільному курсі математики з метою виявлення сильних та слабких сторін, можливостей та складнощів.

Завдання:

1. Дослідити методичні аспекти використання міжпредметних зв'язків (математика-фізика, математика-хімія, математика-біологія) при вивченні теми «Похідна та її застосування» в шкільному курсі математики. Для цього:

а) Використовуючи ресурс Google Scholar, знайти та опрацювати 4-5 найбільш релевантних та якісних наукових і методичних публікацій (статті, тези конференцій, методичні розробки), які безпосередньо стосуються зазначеної теми.

б) За результатами аналізу опрацьованих публікацій заповнити таблицю 1.

Таблиця 1

Огляд науково-методичних публікацій з теми «Міжпредметні зв'язки (математика-фізика-хімія-біологія) при вивченні похідної»

Тип публікації/рік	Автор(и)	Назва публікації	Країна (крім України)	Основні аспекти впливу AI на розвиток АС
				Коротко: які зв'язки розглядаються, які методичні прийоми пропонуються, на що спрямований запропонований підхід - на розуміння, мотивацію, практичне застосування тощо, приклади з фізики, хімії, біології

Нагадаємо: SWOT-аналіз – це метод оцінки, який дозволяє ідентифікувати сильні сторони (Strengths), слабкі сторони (Weaknesses), можливості (Opportunities) та складнощі (Challenges) будь-якого об'єкта дослідження. У цьому випадку об'єктом дослідження є використання міжпредметних зв'язків при вивченні похідної.

2. На основі проведеного аналізу здійснити SWOT-аналіз використання міжпредметних зв'язків (математика-фізика, математика-хімія, математика-біологія) при вивченні теми «Похідна та її застосування», звернувши особливу увагу на оцінку їхньої ефективності. Результати оформити у вигляді таблиці 2.

Таблиця 2

SWOT-аналіз використання міжпредметних зв'язків (математика-фізика-хімія-біологія) при вивченні теми «Похідна та її застосування»

Складники SWOT-аналізу	Опис	Приклади
Strengths (сильні сторони)	<ul style="list-style-type: none"> – Які унікальні переваги має використання міжпредметних зв'язків при вивченні похідної? – Які існуючі методичні прийоми/підходи вже демонструють високу ефективність? – Чи існують напрацювання, дослідження або проекти в цій сфері, які мають потенціал для інтеграції та розвитку? 	<p>Підвищення мотивації; глибше розуміння; цілісна картина світу; розвиток дослідницьких навичок; покращення просторової уяви.</p> <p>Прикладні задачі; проєктна діяльність; інтегровані уроки; комп'ютерні моделі/симуляції. STEM-освіта; дослідження з дидактики; цифрові освітні ресурси; міжнародні проєкти.</p>
Weaknesses (слабкі сторони)	<ul style="list-style-type: none"> – Які існуючі недоліки та обмеження використання міжпредметних зв'язків можуть негативно вплинути на якість навчання? – Які аспекти цього підходу викликають найбільше занепокоєння з точки зору їх ефективності та доцільності? – Чи існують проблеми з інтеграцією різних предметів (наприклад, неузгодженість програм)? – Які фактори можуть ускладнити або уповільнити процес впровадження міжпредметних зв'язків? 	<p>Недостатня підготовка вчителів; брак часу; складність підбору прикладів; ризик перевантаження учнів.</p> <p>Формальний підхід; ризик втрати глибини вивчення математики.</p> <p>Неузгодженість програм; різні підходи до викладання.</p> <p>Опір вчителів; брак методичних матеріалів; недостатнє матеріально-технічне забезпечення; адміністративні бар'єри.</p>

Opportunities (можливості)	<p>– Які нові технології, методичні підходи або освітні ресурси можуть бути використані для посилення міжпредметних зв'язків?</p> <p>– Які існують можливості для інтеграції теми "Похідна" з іншими темами/предметами для забезпечення комплексності навчання?</p> <p>– Чи існують потреби в нових методичних розробках, які можуть стати поштовхом для розвитку досліджень у цій сфері?</p>	<p>Інтерактивні симуляції (GeoGebra, Desmos); VR/AR; онлайн-лабораторії; STEM-проекти; кейс-методи; дослідницькі завдання.</p> <p>Зв'язок з фізикою (швидкість, прискорення, сила струму); хімією (швидкість реакції); біологією (швидкість росту, розмноження); економікою (граничні величини).</p> <p>Потреба в розробці: інтегрованих уроків; завдань з міжпредметним змістом; цифрових ресурсів; систем оцінювання міжпредметних компетентностей.</p>
Threats (складнощі)	<p>– Які непередбачені фактори або зовнішні впливи можуть поставити під сумнів ефективність використання міжпредметних зв'язків?</p> <p>– Чи існують нові тенденції в освіті, які можуть вимагати перегляду підходів до міжпредметної інтеграції? – Чи можуть зміни в умовах навчання (наприклад, дистанційне навчання) створювати додаткові складнощі?</p> <p>– Які потенційні ризики можуть бути пов'язані з використанням нових методів/технологій/підходів? (Наприклад, недостатня підготовка вчителів, брак ресурсів, опір з боку учнів/батьків/адміністрації)</p>	<p>Зміна освітніх стандартів; реформи системи освіти; непередбачувані обставини (пандемія, воєнний стан).</p> <p>Перехід на компетентнісне навчання; цифровізація; персоналізація навчання; інклюзивна освіта.</p> <p>Складнощі з організацією практичної діяльності; обмежений доступ до ресурсів; проблеми з комунікацією; зниження мотивації.</p> <p>Недостатня цифрова компетентність вчителів/учнів; брак технічного забезпечення; опір інноваціям; невідповідність нових методів віковим особливостям.</p>

Рекомендації до виконання завдання:

1. Завантажити браузер і в адресному рядку ввести адресу:
<https://scholar.google.com.ua/>

2. У пошуковому рядку Google Академії ввести пошуковий запит.

Наприклад, для дослідження використання міжпредметних зв'язків (математика-фізика, математика-хімія, математика-біологія) при вивченні теми «Похідна та її застосування», можна використовувати такі варіанти пошукових запитів: «міжпредметні зв'язки математика фізика хімія біологія», «похідна міжпредметні зв'язки», «застосування похідної фізика», «застосування похідної хімія», «застосування похідної біологія», «інтегроване навчання математика», «STEM-освіта математика», «методика навчання похідної», «SWOT-аналіз в освіті», «SWOT-аналіз методика навчання».

Рекомендації щодо пошуку інформації в Google Академії:

1) Подвійні лапки для точних фраз: Використовуйте подвійні лапки («...») для пошуку точних фраз. Наприклад: «міжпредметні зв'язки», «застосування похідної», «інтегроване

навчання математика», «STEM-освіта математика», «методика навчання похідної», «SWOT-аналіз методика навчання».

2) Комбінації ключових слів з AND: Використовуйте оператор AND (великими літерами) для пошуку документів, де є всі вказані слова. Наприклад: «міжпредметні зв'язки» AND «похідна» AND «фізика»; «STEM-освіта» AND «математика» AND «методика навчання»; «SWOT-аналіз» AND «освіта» AND «проблеми».

3) Оператор OR (АБО): Використовуйте оператор OR (або АБО – в українській мові), якщо вам потрібно знайти документи, де є хоча б одне з декількох слів або фраз. Наприклад: «застосування похідної» AND («фізика» OR «хімія» OR «біологія»); «інтегроване навчання» АБО «міжпредметні зв'язки».

4) Мінус (-) для виключення слів: Використовуйте мінус (-), щоб виключити слова з результатів пошуку. Наприклад: «методика навчання математики» - старша школа (щоб знайти методику для старшої школи).

5) Пошук у назві (allintitle:): Використовуйте оператор allintitle:, якщо хочете, щоб ключові слова були обов'язково в назві статті. Наприклад: allintitle: «SWOT-аналіз», «освіта».

Результати пошуку для запиту «*похідна міжпредметні зв'язки*» представлено на рис. 1. Зверніть увагу, що кількість знайдених документів – приблизно 861.

Рис. 1. Результати пошуку на запит «*похідна міжпредметні зв'язки*» в Google Академії

3. Результати вивчення публікацій представити згідно опису наведеному в табл. 2.

4. У пошуковому системі Google Академії ввести пошуковий запит англійською мовою: «interdisciplinary connections mathematics physics chemistry biology», «derivative interdisciplinary connections», «applications of derivative physics», «applications of derivative chemistry», «applications of derivative biology», «integrated learning mathematics», «STEM education mathematics», «teaching methods derivative», «SWOT analysis education», «SWOT analysis teaching methods».

Результати пошуку запиту «STEM education mathematics» представлено на рис. 2. Зверніть увагу, що кількість знайдених документів – приблизно 1 950 000.

Додаткові джерела інформації: Окрім Google Академії, рекомендується використовувати і інші джерела: Базы даних наукових публікацій: Scopus, Web of Science (якщо є доступ); наукові бібліотеки; електронна бібліотека НАПН України; електронні архіви педагогічних журналів; вебсайти Міністерства освіти і науки України; вебсайти

закладів післядипломної педагогічної освіти; сайти методичних об'єднань учителів математики, фізики, хімії, біології; професійні форуми та спільноти вчителів.

Рекомендації:

- Критично оцінювати отриману інформацію, порівнюйте дані з різних джерел.
- Робити посилання на використані джерела.

5. Результати пошуку та аналізу джерел оформити у вигляді звіту. Включити заповнену таблицю SWOT-аналізу (табл. 2), вказавши сильні сторони, слабкі сторони, можливості та складнощі використання міжпредметних зв'язків (математика-фізика, математика-хімія, математика-біологія) при вивченні теми «Похідна та її застосування».

6. Навести список використаних джерел, оформлений відповідно до вимог цитування (наприклад, ДСТУ 8302:2015, APA, MLA, Chicago).

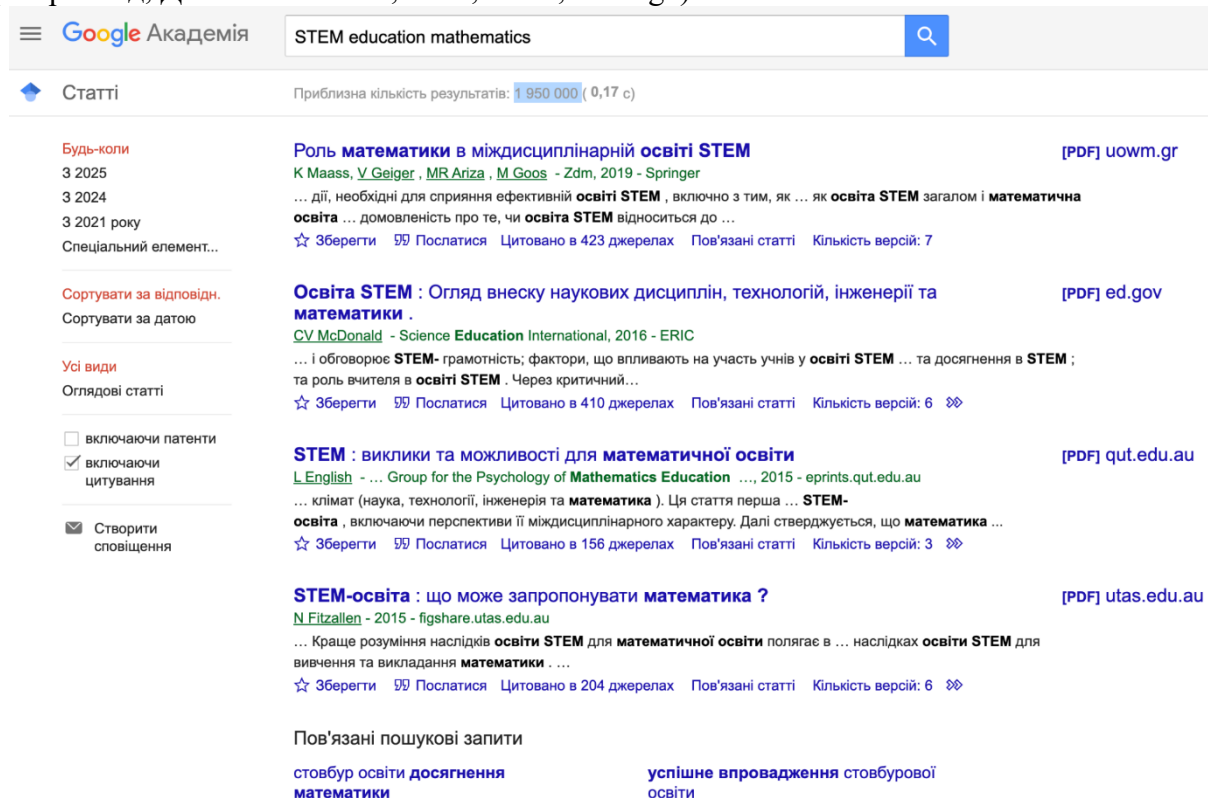


Рис. 2. Результати пошуку на запит «STEM education mathematics» в Google Академії

Особливості оформлення звіту Звіт має бути оформлений чітко, структуровано та логічно. Використана термінологія має відповідати науково-технічному стилю. Всі твердження та висновки мають бути обґрунтованими та підтвердженими посиланнями на використані джерела. Обсяг звіту має відповідати вимогам завдання.

Контрольні запитання:

1. Що таке міжпредметні зв'язки і чому вони важливі в навчанні математики?
2. Які основні види міжпредметних зв'язків ви знаєте? Наведіть приклади.
3. Які переваги дає використання міжпредметних зв'язків при вивченні похідної?
4. Які труднощі можуть виникнути при реалізації міжпредметних зв'язків?
5. Як можна використовувати поняття похідної для ілюстрації явищ у фізиці, хімії, біології? Наведіть конкретні приклади.
6. Які методичні прийоми можна використовувати для реалізації міжпредметних зв'язків на уроках математики?
7. Як можна оцінити ефективність використання міжпредметних зв'язків?
8. Як використовувати SWOT у педагогіці
9. У чому полягає суть SWOT-аналізу?
10. Які сучасні тенденції в освіті сприяють посиленню ролі міжпредметних зв'язків?

Наведені методичні рекомендації є практичним інструментом для здобувачів вищої освіти, що дозволяє їм застосувати SWOT-аналіз у конкретному освітньому контексті. Отримані результати стануть підґрунтям для підсумкових висновків.

Окрім індивідуального застосування, SWOT-аналіз є ефективним інструментом організації колективної дослідницької діяльності, що є значущим для розвитку соціальних навичок здобувачів освіти. Спільне обговорення та аналіз факторів у групах дозволяють врахувати різні перспективи, сприяють розвитку комунікативних навичок, навичок співпраці та критичного мислення. Вагомою перевагою SWOT-аналізу є його адаптивність: формулювання питань у кожній з чотирьох категорій (слабкі сторони, можливості, складнощі) можуть бути модифіковані відповідно до специфіки досліджуваного об'єкта, предмета наукового дослідження чи проблеми. У контексті математичної підготовки майбутніх вчителів природничих наук застосування SWOT-аналізу є один з інструментів підтримки самостійних досліджень здобувачів освіти, зокрема, при аналізі науково-методичних аспектів реалізації міжпредметних зв'язків математики та природничих наук, а також при оцінюванні ефективності використання різноманітних дидактичних підходів і технологій в освітньому процесі. Інтеграція цього методу з можливостями сучасних наукометричних баз даних (наприклад, Google Scholar, Scopus, Web of Science) сприяє формуванню у майбутніх вчителів комплексу дослідницьких компетентностей: навичок структурування інформації, пошуку, відбору та критичного аналізу релевантних джерел, формулювання аргументованих відповідей на дослідницькі питання, виявлення сильних та слабких сторін, можливостей та складнощів досліджуваного підходу, а також розробки практичних методичних рекомендацій.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Застосування SWOT-аналізу в математичній підготовці майбутніх вчителів природничих наук, як інструменту інтеграції навчання та досліджень, відкриває нові можливості для вдосконалення освітнього процесу. Розглянутий метод, завдяки своїй структурованості, універсальності та адаптивності, дозволяє не лише комплексно аналізувати методичні аспекти викладання, але й сприяє формуванню дослідницьких компетентностей у здобувачів освіти, зокрема: навичок системного аналізу, критичного мислення, самостійного пошуку та обробки інформації, а також колективної роботи над вирішенням складних педагогічних завдань. Це, в свою чергу, сприяє підвищенню якості математичної підготовки вчителів природничих наук, дозволяючи їм ефективно впроваджувати принципи STEM-освіти та міжпредметної інтеграції у свою професійну діяльність. Комплексне дослідження впливу SWOT-аналізу на формування дослідницької компетентності майбутніх вчителів природничих наук, зокрема в контексті STEM-освіти, становить один із напрямів наших подальших досліджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Верховна Рада України. (2014, 1 липня). Про вищу освіту (Закон України № 1556-VII). Відомості Верховної Ради України, 37-38, 2004. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18> (Verkhovna Rada of Ukraine. (2014, July 1). Pro vyshchu osvitu [Law of Ukraine On Higher Education] (Law No. 1556-VII). Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy, 37-38, 2004.)
2. Кабінет Міністрів України. (2020, 5 серпня). Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) (Розпорядження № 960-р). Офіційний вісник України, 67, 2144. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text> (Cabinet of Ministers of Ukraine. (2020, August 5). Pro skhvalennia Kontseptsii rozvytku pryrodnycho-matematychnoi osvity (STEM-osvity) [On the approval of the Concept of the development of natural and mathematical education (STEM-education)] (Decree No. 960-p). Ofitsiinyi visnyk Ukrainy, 67, 2144.)
3. Кабінет Міністрів України. (2021, 13 січня). Про затвердження плану заходів щодо реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року (Розпорядження № 131-р). Офіційний вісник України, 9, 418. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/131-2021-%D1%80#Text> (Cabinet of Ministers of Ukraine. (2021, January 13). Pro zatverdzhennia planu zakhodiv shchodo realizatsii Kontseptsii rozvytku pryrodnycho-matematychnoi osvity (STEM-osvity) do 2027 roku [On the approval of the action plan for the

- implementation of the Concept of the development of natural and mathematical education (STEM-education) until 2027] (Decree No. 131-p). Ofitsiynyi visnyk Ukrainy, 9, 418.)
4. Махомета, Т. М., Тягай, І. М. (2023). Використання елементів STEM-освіти у підготовці майбутніх учителів математики. Актуальні питання у сучасній науці, 10(16), 638–645. [https://doi.org/10.52058/2786-6300-2023-10\(16\)-638-645](https://doi.org/10.52058/2786-6300-2023-10(16)-638-645) (Makhometa, T. M., & Tiahai, I. M. (2023). Vykorystannia elementiv STEM-osvity u pidhotovtsi maibutnikh uchyteliv matematyky [Using elements of STEM education in the training of future mathematics teachers]. Aktualni pytannia u suchasnyy nauksi, 10(16), 638–645.)
 5. Design Recommendations for Intelligent Tutoring Systems: Volume 10. (2023). US Army Combat Capabilities Development Command - Soldier Center.
 6. Hernández, N. B., Vázquez, M. Y. L., Caballero, E. G., Cruzaty, L. E. V., Chávez, W. O., & Smarandache, F. (2021). A new method to assess entrepreneurship competence in university students using based on plithogenic numbers and SWOT analysis. International Journal of Fuzzy Logic and Intelligent Systems, 21(3), 280–292.
 7. Longhurst, G. J., Stone, D. M., Duloherly, K., Scully, D., Campbell, T., & Smith, C. F. (2020). Strength, weakness, opportunity, threat (SWOT) analysis of the adaptations to anatomical education in the United Kingdom and Republic of Ireland in response to the Covid-19 pandemic. Anatomical Sciences Education, 13(3), 301–311.
 8. Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area (ESG). (2015). Brussels, Belgium. Retrieved from https://www.enqa.eu/wp-content/uploads/2015/11/ESG_2015.pdf.

Makhometa T. M. Enhancing Learning and Research through SWOT Analysis in Mathematical Training for Future Science Teachers.

Summary. This article explores the potential of SWOT analysis as a tool for integrating learning and research in the mathematical training of pre-service science teachers. The study is relevant due to the need to develop research competence in future educators, enabling them to systematically analyze methodological challenges and create innovative solutions within the context of Ukrainian higher education reform and STEM education.

The primary goal is to present SWOT analysis as a practical tool for bridging theory and practice in mathematics education, demonstrating its application through an analysis of interdisciplinary connections.

The research methodology combines theoretical analysis of literature on learning and research integration, STEM, and interdisciplinary connections in mathematics; comparative analysis of SWOT analysis applications in education; and the author's experience using STEM elements in teacher preparation. The core of the study involves applying SWOT analysis as a research method. The findings demonstrate that SWOT analysis fosters research competence, enhancing systematic analysis, critical thinking, problem identification, and opportunity/challenge recognition. The paper provides methodological guidelines for pre-service teachers to independently use SWOT analysis to evaluate pedagogical situations, especially when integrating interdisciplinary connections between mathematics and science (physics, chemistry, biology) when teaching the derivative. The proposed approaches can be used by university instructors to improve mathematical training and stimulate research activity, and by pre-service teachers themselves for self-directed analysis and methodological development, including the implementation of STEM. In conclusion, SWOT analysis is an effective tool for integrating learning and research, contributing to vital skills, holistic problem-solving, and an evidence-based approach.

Future research directions include investigating the impact of SWOT analysis on various aspects of research competence, developing additional research tasks using SWOT, and exploring combinations of SWOT analysis with other methods.

Keywords: mathematical training, pre-service science teachers, SWOT analysis, research competence, STEM education, systems analysis, critical thinking, inquiry-based learning.

Подано до друку 25.03.2025

Прийнято до друку 09.04.2025

УДК 378.147:[37.011.3-051:51]:37.091.33-028.22:004.087.5
DOI 10.24139/2519-2361/2025.01/124-130

Я. О. Чкана

ORCID ID 0000-0003-3667-3584

Сумський державний педагогічний
університет імені А. С. Макаренка

І. І. Стоцький

ORCID ID 0009-0003-5260-9678

Сумський державний педагогічний
університет імені А. С. Макаренка

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ПРИ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ: РОЛЬ ІНТЕЛЕКТ-КАРТ

У статті досліджується роль когнітивно-візуального підходу в підготовці майбутніх учителів математики, зокрема, застосування інтелект-карт як ефективного засобу структурування знань та розвитку системного мислення. Проаналізовано науково-педагогічні підходи до впровадження методів візуалізації в освітній процес і їхній вплив на якість засвоєння математичних дисциплін.

Показано, що використання інтелект-карт сприяє формуванню логічних зв'язків між математичними поняттями, розвитку критичного мислення та підвищенню мотивації студентів. Досліджено можливості використання спеціалізованого програмного забезпечення для створення та редагування інтелект-карт, а також його роль в активізації пізнавальної діяльності студентів. Підкреслено значення інтеграції інтелект-карт у різні форми навчальної взаємодії, зокрема, групові та індивідуальні заняття, дистанційне навчання й самостійну роботу.

Проведено SWOT-аналіз використання інтелект-карт у професійній підготовці педагогів. Визначено основні переваги цієї технології, серед яких – наочність подання інформації, сприяння розвитку когнітивних навичок і здатність до інтеграції з цифровими інструментами навчання. Разом із тим окреслено ключові виклики їхнього застосування: необхідність методичного супроводу, адаптації технологій до змісту математичної освіти та розвиток цифрової компетентності студентів для ефективної роботи з відповідним програмним забезпеченням.

Перспективи подальших досліджень охоплюють розробку методичних рекомендацій щодо ефективного впровадження інтелект-карт у процес викладання математики, оцінку їхнього впливу на навчальні результати студентів та інтеграцію інших сучасних технологій візуалізації для підвищення якості математичної освіти.

Ключові слова: інтелект-карти, когнітивно-візуальний підхід, майбутні вчителі математики, цифрова компетентність, педагогічні технології, візуалізація знань, критичне мислення.

Постановка проблеми. Сучасна молодь живе і навчається у світі, перенасиченому візуальною інформацією, де увага постійно розподіляється між численними цифровими джерелами. Цифрові пристрої, мультимедійні технології, інтерактивні навчальні платформи, штучний інтелект формують нову когнітивну реальність, у якій традиційні методи викладання втрачають ефективність, адже сучасне покоління учнів звикло до швидкої обробки візуальної інформації та має інший стиль сприйняття навчального матеріалу. Потреба у нових стратегіях навчання, що поєднують абстрактно-логічне мислення з візуальною репрезентацією знань, вимагає адаптації педагогічних підходів та розширення інструментарію викладання. У цьому контексті важливим інструментом підвищення якості математичної освіти виступає когнітивно-візуальний підхід.

Значний науковий інтерес до когнітивно-візуальних методів обумовлюється їх здатністю спростувати засвоєння складних математичних конструкцій. Використання

графічних моделей, схем, діаграм, інтерактивних презентацій, комп'ютерного моделювання створює сприятливе середовище для активного навчання. Такі засоби дозволяють учням легше сприймати структуру математичних понять, розуміти їх взаємозв'язки та застосовувати отримані знання у практичних ситуаціях.

Розвиток професійних компетентностей майбутніх учителів математики у сфері когнітивно-візуального навчання є необхідним етапом їхньої підготовки. Вони повинні володіти не лише глибокими математичними знаннями, а й вмінням адаптувати матеріал до потреб учнів, використовуючи різноманітні засоби когнітивної візуалізації, серед яких сучасні мультимедійні технології займають важливе місце. Інтерактивні дошки, програми для математичного моделювання, анімаційні ресурси та хмарні сервіси, разом із традиційними методами графічної візуалізації, інфографікою та моделями даних, допомагають урізноманітнити освітній процес, зробити його більш доступним і захопливим.

Сучасна дидактика також підкреслює важливість когнітивно-візуального підходу як ефективного засобу навчання, що сприяє розвитку критичного мислення та гнучкості у використанні математичних знань. Вчителі, які оволоділи методиками візуалізації, здатні створювати більш зрозумілі та структуровані навчальні матеріали, підвищуючи мотивацію учнів і рівень засвоєння навчального контенту. У цьому контексті цифрові інструменти відіграють роль каталізатора змін, сприяючи модернізації педагогічної діяльності.

Мета статті – аналіз ефективності застосування сучасних методів візуалізації навчального матеріалу, зокрема, інтелект-карт, у процесі підготовки майбутніх учителів математики.

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати науково-педагогічні джерела, присвячені візуалізації навчального процесу, та визначити тенденції у використанні інтелект-карт у вищій освіті.
2. Провести SWOT-аналіз використання інтелект-карт як технології когнітивної візуалізації інформації у процесі професійної підготовки майбутніх учителів математики.

Аналіз актуальних досліджень. Візуалізація інформації є ключовим компонентом сучасної освіти, що сприяє ефективному сприйняттю, аналізу та засвоєнню навчального матеріалу. У науковому дискурсі поняття візуалізації пов'язане не лише з графічним представленням даних, а й з когнітивними процесами, що відбуваються під час роботи з візуальним контентом. Дослідження в цій галузі охоплюють широкий спектр питань: від визначення ролі візуалізації в навчальному процесі до розробки методик її ефективного використання.

Серед вітчизняних науковців, які аналізували вплив візуалізації на навчання, слід виокремити роботи Н. Житеньової, яка наголошує, що сучасні студенти потребують нових підходів до подання інформації, оскільки традиційні навчальні матеріали не відповідають їхнім когнітивним особливостям [13]. О. Семеніхіна розглядає візуалізацію як процес не лише відтворення, а й конструювання навчального матеріалу, що сприяє його глибшому розумінню [15]. І. Андрощук підкреслює, що візуальне мислення студентів є ключовим у процесі навчання, а використання графічних засобів дозволяє структурувати інформацію і зробити її більш доступною [8].

Окрему увагу вчені приділяють технологіям візуалізації, які дозволяють подати інформацію у наочному форматі, стимулюючи при цьому логічне й образне мислення. Так, Л. Білоусова та В. Житеньова досліджують значення скрайбінгу у навчальному процесі та його вплив на засвоєння складних тем, наголошуючи на його ефективності в педагогічній практиці [9]. Л. Бондаренко обґрунтовує необхідність залучення студентів до створення власних скрайбінг-презентацій як засобу активного навчання [12]. Дослідження А. Вербицького розкриває поняття візуальних і наочних засобів у навчальному процесі, акцентуючи увагу на їхній ролі у формуванні стійких когнітивних зв'язків [10]. Використання інтерактивного таймлайну в освіті аналізувала О. Юркова [17], які наголошували на його здатності забезпечувати динамічне представлення інформації та інтеграцію мультимедійного контенту в навчальний процес.

Аналіз наукових досліджень свідчить про значний інтерес до використання інтелект-карт у навчальному процесі. Це питання розглядали вітчизняні вчені, серед яких О. Абраменко, О. Асауленко, М. Бершадський, О. Бершадська, В. Білецька, О. Вовк,

О. Грищенко, І. Драневська, І. Дробіт, Н. Ісупова, В. Копил, О. Корнієнко, Є. Костюкевич, І. Коцюба, І. Ларіонова, С. Латишева, М. Лейкова, М. Мамонтова, В. Новикова, С. Панасенко, Л. Сазанова, Т. Свалова, О. Стешов, а також зарубіжні дослідники, зокрема, R. Christoph, B. Buzan, T. Buzan, S. Hillar, M. Jésus, K. Knight, D. Konnertz, T. Krasnic, M. Marman, H. Müller, J. Rhodes, I. Svantesson, M. Taylor та інші. Їхні дослідження зосереджені на вивченні принципів побудови та застосування інтелект-карт у викладанні, а також на їхній ефективності у навчальній діяльності.

Ю. Тулашвілі та Н. Олексів [16], Tversky B. [6] розглянули основні підходи до впровадження цього інструменту у викладанні та навели конкретні приклади його використання на заняттях. А. Остапенко [14], Т. Бондар [11] акцентували увагу на значенні цього методу для формування педагогічних навичок та розвитку критичного мислення. О. Аксьонова трактувала поняття «інтелект-карта» як ефективний графічний метод, що сприяє розкриттю потенціалу мозку та розвитку економічного мислення через вирішення інтелектуальних завдань [7]. Це підтверджує універсальність інтелект-карт як інструменту не лише у навчанні, а й у професійній діяльності. Х. Мюллер визначив п'ять основних напрямів застосування інтелект-карт: творче мислення та мозковий штурм; інформаційний менеджмент; планування; презентація; візуалізація взаємозв'язків між елементами знань [3]. Д. Сіббет наголошував, що інтелект-карти дозволяють експліцитно структурувати інформацію навколо центральної теми, інтегруючи малюнки, кольори, текст та зв'язки між поняттями. Він доводив, що створення таких карт допомагає краще організувати інформацію та сприяє глибшому її засвоєнню [5]. Т. Бейтс зазначав, що інтелект-карти є ефективним способом введення та збереження інформації в мозку. Він визначив їх як найпростіший спосіб структурування думок, що дозволяє інтегрувати знання у більш системний формат [1]. Ф. Раствлер вказував на особливу роль інтелект-карт у формуванні стратегій читання та організації знань. Він стверджував, що цей метод ефективний для структурування ідей після мозкового штурму, хоча сам не є найкращим інструментом для генерації ідей [4]. А. Кумс розглядав процес створення інтелект-карт як творчу діяльність, що розвиває навички візуального мислення. Він підкреслював важливість використання кольорів та графічних елементів для покращення запам'ятовування ідей [2].

Отже, актуальні дослідження підтверджують, що візуалізація навчального матеріалу є ефективним інструментом підвищення якості освіти. Вона дозволяє розширити межі традиційного навчання, сприяє формуванню візуального мислення та активізує когнітивні процеси студентів. Важливим завданням залишається подальший розвиток методичних підходів до впровадження візуальних технологій в освітній процес.

Виклад основного матеріалу. Сучасні освітні тенденції спрямовані на використання когнітивно-візуального підходу як засобу підвищення ефективності навчання. Завдяки інтеграції графічних, мультимедійних та інтерактивних елементів навчальний матеріал стає більш структурованим, доступним і зрозумілим для студентів. Одним із ключових аспектів візуалізації є її здатність формувати глибші зв'язки між поняттями, що особливо важливо у викладанні математики.

Однією з найбільш ефективних технологій, що базуються на принципах візуалізації, є інтелект-карти. Вони дозволяють структурувати знання, встановлювати логічні взаємозв'язки та сприяють розвитку системного мислення. У подальших викладках розглянемо особливості застосування цієї технології в освітньому процесі, її переваги, недоліки та можливості інтеграції в систему математичної освіти.

Інтелект-карти (ментальні карти, карти пам'яті, діаграми зв'язків, асоціативні карти, карти думок, когнітивні карти), запропоновані у 1960-х роках британським психологом Тоні Бьюзеном, стали ефективним інструментом для візуалізації, організації та запам'ятовування інформації. Вони являють собою радіальну структуру, у якій центральне поняття розгалужується на основні ідеї, які, своєю чергою, деталізуються на підпункти, що дозволяє не лише структурувати матеріал, але й виявляти взаємозв'язки між окремими елементами інформації. У 1970-х роках інтелект-карти почали активно використовуватися у сфері бізнесу та освіти. Водночас розроблялися перші цифрові програми, які дозволяли створювати й редагувати

інтелект-карти в електронному вигляді. З 1980-х років ця технологія набула значного поширення в освітньому процесі, були запропоновані нові методики використання інтелект-карт у навчанні, зокрема, для організації групової роботи, розв'язання проблемних завдань, графічного представлення складного навчального матеріалу. Розвиток інформаційних технологій у 1990-х роках сприяв удосконаленню програмного забезпечення для створення таких карт, що значно спростило їх застосування в освітньому процесі. На початку XXI століття інтелект-карти стали невід'ємною частиною освітнього середовища, вони почали ефективно використовуватися для викладання різних дисциплін природничого та гуманітарного циклів.

Сучасні онлайн-платформи, такі як MindMeister, Miro, XMind, пропонують широкий спектр можливостей для створення, редагування та спільного використання інтелект-карт. Це дає змогу викладачам і студентам працювати над спільними проєктами, інтегрувати мультимедійний контент та застосовувати візуальні елементи для глибшого розуміння навчального матеріалу.

У навчанні математики інтелект-карти стали важливим інструментом для організації та структурування навчальної інформації. Як засіб візуалізації знань, вони допомагають студентам відстежувати логічні зв'язки між математичними поняттями, краще орієнтуватися у різних математичних теоріях та методах, полегшуючи тим самим запам'ятовування та аналіз навчального матеріалу, сприяючи розвитку критичного мислення.



Рис. 1. Приклад інтелект-карти

Для досягнення більшого ефекту інтелект-карти слід використовувати на різних етапах навчання. На початковому етапі вивчення теми за їх допомогою можна структурувати необхідні математичні поняття та встановити між ними логічні зв'язки. Наприклад, при введенні означення похідної можна створити карту, яка відображає співвідношення між цим поняттям та границею функції, її неперервністю та диференційовністю. При розв'язуванні задач такі карти сприяють формуванню алгоритмічного підходу: студент бачить не лише кінцевий розв'язок, а й логіку його побудови. На етапі закріплення знань використання інтелект-карт дозволяє систематизувати інформацію, виявити ключові аспекти та логічні залежності, встановити міжпредметні зв'язки. Наприклад, під час узагальнення матеріалу з тригонометрії можна створити карту, яка об'єднує тригонометричні функції, їх графіки та основні співвідношення між ними. На етапі підготовки до підсумкових контрольних робіт або іспитів інтелект-карти стають ефективним інструментом для повторення матеріалу. Студенти можуть самостійно створювати узагальнені схеми, що містять ключові формули, теореми та алгоритми розв'язку типових задач. Крім того, вони можуть бути ефективним інструментом самоконтролю, коли студент самостійно перевіряє, чи правильно зрозумів і засвоїв вивчений матеріал.

Особливу роль інтелект-карти відіграють у колективному навчанні. Їх можна використовувати під час групових дискусій або спільного розв'язування задач, що сприяє активному залученню кожного учасника в освітній процес. Наприклад, при вивченні

диференціальних рівнянь різного типу студенти можуть створювати колективні карти, що відображають особливості рівнянь, методи їх розв'язку та приклади застосування. Це дозволяє не тільки краще засвоїти матеріал, але й сформулювати вміння аргументувати свої думки та аналізувати підходи інших учасників.

Серед переваг варто виокремити можливість швидкої візуалізації складних тем, сприяння розвитку критичного мислення та формування системного підходу до розв'язання задач. Однак певними викликами залишаються необхідність навчання студентів методиці створення карт та забезпечення їхньої відповідності науковим принципам викладання. Використання когнітивних карт вимагає від студентів вміння працювати з абстрактною інформацією, узагальнювати та виділяти головне. Крім того, існує ризик суб'єктивного підходу, коли одна й та сама математична концепція може бути інтерпретована по-різному. Для вирішення цієї проблеми важливим є контроль та коригування викладачами створених студентами інтелект-карт, що забезпечує точність і логічну послідовність інформації.

SWOT-аналіз використання інтелект-карт у навчанні математики підтверджує їхню ефективність як методу активного навчання (рис. 2).

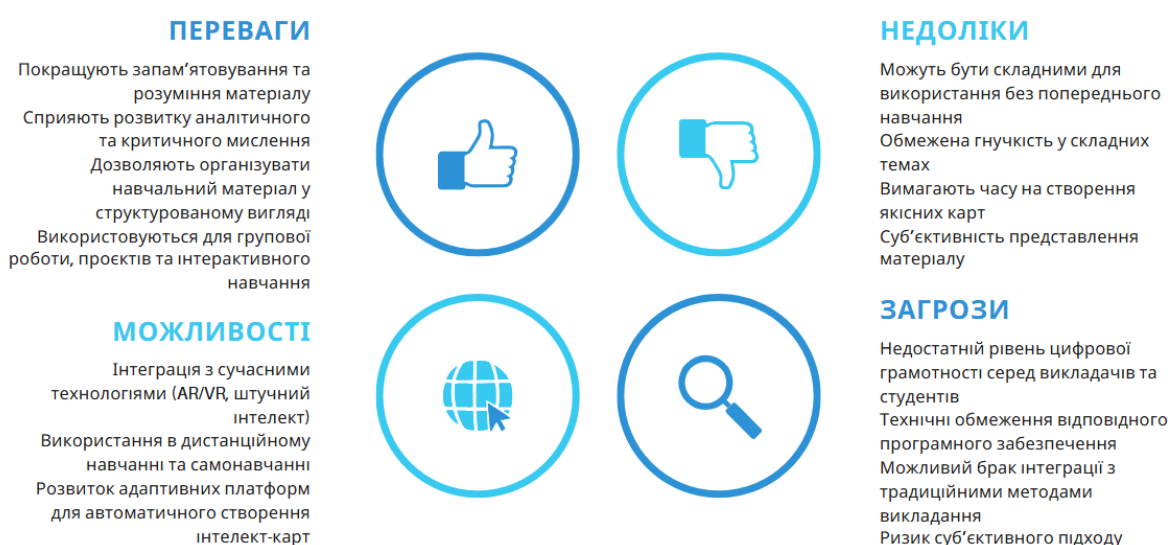


Рис.2. SWOT-аналіз використання інтелект-карт при вивченні математики

Використання інтелект-карт в освітньому процесі сприяє ефективному засвоєнню інформації, покращенню когнітивних навичок, розвитку аналітичного та критичного мислення. Вони є дієвим інструментом для формування навичок самостійного навчання, систематизації знань та стимулювання креативності. Завдяки їхньому застосуванню навчальний процес стає більш інтерактивним і адаптивним до потреб сучасних студентів.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Дослідження підтвердило ефективність використання когнітивно-візуального підходу у процесі підготовки майбутніх учителів математики. Використання візуалізаційних технологій дозволяє адаптувати математичний контент до когнітивних особливостей сучасного покоління студентів, що покращує якість навчання та підготовку майбутніх учителів. SWOT-аналіз засвідчив, що інтелект-карти є дієвим інструментом організації знань, їх використання сприяє розумінню взаємозв'язків між математичними поняттями, кращому засвоєнню складного математичного матеріалу, розвитку критичного мислення, системного аналізу та підвищенню мотивації студентів, стимулює активне навчання та формує навички самостійної роботи. Водночас ефективне використання інтелект-карт передбачає високий рівень цифрової грамотності, а також методичний супровід їх розробки відповідно до наукових принципів викладання.

Подальші дослідження можуть сфокусуватися на кількісному та якісному аналізі результатів навчання студентів за допомогою цього інструменту. Важливим є створення чітких методичних підходів, які допоможуть інтегрувати інтелект-карти в освітній процес.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Bates, T. (2019). *How to Mind Map: 7 Easy Steps to Master Mind Mapping Techniques, Note-taking, Creative Thinking & Brainstorming Skills*. 84 p.
2. Coomes, A. (2021). *Mind Mapping: How to Make You and Your Family Happy*.
3. Muller, H. (2007). *Composing Mind-Maps: Method of Generating and Structuring Ideas*. M: Omega-L.
4. Rustler, F. (2012). *Mind Mapping For Dummies*.
5. Sibbet, D. (2010). *Visual Meetings: How Graphics, Sticky Notes and Idea Mapping Can Transform Group Productivity*, 1st edition.
6. Tversky, B. (1993). Cognitive maps, cognitive collages, and spatial mental models. In A. Frank & I. Campari (Eds.), *Spatial information theory: A theoretical basis for GIS*. Berlin: Springer-Verlag.
7. Аксьонова, О. (2005). Досвід використання методу інтелект-карт в економічному навчанні. Удосконалення змісту та форм організації навчального процесу відповідно до міжнародних стандартів: зб. наук.-метод. конф. (т. 1, с. 3-7). Київ: КНЕУ. (Aksyonova, O. (2005). Experience of using the mind map method in economic education. Improving the content and forms of educational process organization according to international standards. Kyiv: KNEU.)
8. Андрощук, І. В., Андрощук, І. П. (2019). Скрайбінг-презентація як засіб підвищення ефективності освітнього процесу в закладах загальної середньої освіти. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 72(4), 67-80. (Androshchuk, I. V., & Androshchuk, I. P. (2019). Scribing presentation as a means of increasing the efficiency of the educational process in general secondary education institutions. *Information Technologies and Learning Tools*, 72(4), 67-80.)
9. Білоусова, Л. І., Житеньова, Н. В. (2017). Функціональний підхід до використання технологій візуалізації для інтенсифікації навчального процесу. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 57(1), 38-49. (Bilousova, L. I., & Zhytienieva, N. V. (2017). Functional approach to the use of visualization technologies for the intensification of the learning process. *Information Technologies and Learning Tools*, 57(1), 38-49.)
10. Білошапка, Н. М. (2017). Візуалізація як провідна ідея сучасного навчального процесу в умовах інформатизації світу. *Наукові записки Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені В. Винниченка. Серія: Педагогічні науки*, 159, 167-173. (Biloshapka, N. M. (2017). Visualization as a leading idea of the modern educational process in the context of informatization. *Scientific Notes of Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State Pedagogical University. Pedagogical Sciences Series*, 159, 167-173.)
11. Бондар, Т. (2019). Освітні інструменти для розвитку критичного і креативного мислення в умовах інформаційного суспільства. *Філософські обрії*, 42, 133-137. (Bondar, T. (2019). Educational tools for the development of critical and creative thinking in the information society. *Philosophical Horizons*, 42, 133-137.)
12. Бондаренко, Т. В. (2020). Освітні можливості використання геоінформаційних ресурсів Google в процесі візуалізації навчальної інформації. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 76(2), 96-107. (Bondarenko, T. V. (2020). Educational opportunities for using Google geoinformation resources in the process of learning information visualization. *Information Technologies and Learning Tools*, 76(2), 96-107.)
13. Житеньова, Н. В. (2016). Технології візуалізації в сучасних освітніх трендах. *Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету*, 2, 144-157. (Zhytienieva, N. V. (2016). Visualization technologies in modern educational trends. *Open Educational E-Environment of a Modern University*, 2, 144-157.)
14. Остапенко, А. (2024). Використання когнітивних карт для розвитку критичного мислення майбутніх учителів математики. *Новий колегіум*, 3(115), 103-107. (Ostapenko, A. (2024). Using cognitive maps to develop critical thinking of future mathematics teachers. *New Collegium*, 3(115), 103-107.)
15. Семеніхіна, О. (2017). Візуалізація як тренд інноваційного розвитку освіти в Україні. *Інформаційні технології 2017: зб. тез ІУ Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих науковців (с. 227-229)*. Київ: Київський університет ім. Б. Грінченка. (Semenikhina, O. (2017). Visualization as a trend of innovative educational development in

- Ukraine. Information Technologies 2017: Proceedings of the IV All-Ukrainian Scientific and Practical Conference of Young Scientists, Kyiv: V. Hrinchenko University.)
16. Тулашвілі, Ю. Й., Олексів, Н. А. (2016). Методи представлення навчальної інформації з використанням когнітивних карт як засобу навчання. *Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training: Methodology, Theory, Experience, Problems*, 44, 186-190. (Tulashvili, Yu. Y., & Oleksiv, N. A. (2016). Methods of presenting educational information using cognitive maps as a learning tool. *Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training: Methodology, Theory, Experience, Problems*, 44, 186-190.)
 17. Юркова, О. (2017). Розповідаємо складну історію за допомогою таймлайну. Режим доступу: <https://irrp.org.ua/wp-content/uploads/2017/08/Tajmlajn.pptx> (Yurkova, O. (2017). Telling a complex story using a timeline. Retrieved from <https://irrp.org.ua/wp-content/uploads/2017/08/Tajmlajn.pptx>).

Chkana Ya., Stotskiy I. Modern visualization technologies in the training of future mathematics teachers: the role of mind maps.

Summary. The article explores the role of the cognitive-visual approach in the preparation of future mathematics teachers, particularly the use of mind maps as an effective tool for knowledge structuring and the development of systemic thinking. Scientific and pedagogical approaches to the implementation of visualization methods in the educational process and their impact on the quality of learning mathematics are analyzed.

It is shown that the use of mind maps contributes to the formation of logical connections between mathematical concepts, the development of critical thinking, and the enhancement of student motivation. The possibilities of using specialized software for creating and editing mind maps, as well as its role in activating students' cognitive activity, are explored. The significance of integrating mind maps into various forms of educational interaction, including group and individual classes, distance learning, and independent work, is emphasized.

A SWOT analysis of the use of mind maps in the professional training of teachers is conducted. The main advantages of this technology are identified, including the visualization of information, fostering the development of cognitive skills, and the ability to integrate with digital learning tools. At the same time, the key challenges of their application are outlined: the need for methodological support, adaptation of technologies to the content of mathematics education, and the development of students' digital competence for effective work with the corresponding software.

The prospects for further research include the development of methodological recommendations for the effective implementation of mind maps in the teaching of mathematics, evaluating their impact on students' learning outcomes, and integrating other modern visualization technologies to improve the quality of mathematics education.

Keywords: mind maps, cognitive-visual approach, future mathematics teachers, digital competence, pedagogical technologies, knowledge visualization, critical thinking.

Подано до друку 10.03.2025

Прийнято до друку 24.03.2025

UDC 378.147:51+371.385+372.851

DOI 10.24139/2519-2361/2025.01/130-138

K. Niedialkova

ORCID ID 0000-0003-1092-2116

South Ukrainian National Pedagogical University
named after K. D. Ushynsky (Odesa)

**FUTURE MATHEMATICS TEACHERS' TRAINING
TO USE NEW EDUCATIONAL TECHNOLOGIES**

У статті представлено авторську методичну розробку з формування у майбутніх учителів математики вмінь застосовувати одну з нових педагогічних технологій –

Скаффолдингу – на уроках математики, зокрема у профільних класах закладів загальної середньої освіти. Передусім, автор звертає увагу читача на сутність цієї технології та доцільність її використання на уроках математики. Відтак, актуальною стає проблема підготовки майбутніх учителів математики до реалізації зазначеної освітньої технології, дотримання основних принципів її застосування, формування вмій студентів адекватно добирати систему математичних задач, зокрема задач з планіметрії, для досягнення поставленої мети. Автором докладно представлено послідовність реалізації усіх етапів технології Скаффолдингу на прикладі навчання школярів застосування методу введення допоміжного параметру під час розв'язування планіметричних задач підвищеного рівня складності. Продемонстровано, які проблемні питання слід обговорити зі здобувачами вищої педагогічної освіти задля розуміння ними сутності технології Скаффолдингу та умінь ефективно її застосовувати. Подана методична розробка зазнала апробацію на відкритому практичному занятті з курсу «Методика навчання математики» для студентів спеціальності «учитель математики та англійської мови» (заняття з курсу для цих здобувачів проводяться англійською мовою). Реалізація методичної розробки зазнала схвальних відгуків колег по кафедрі математики і методики її навчання, а також позитивних відзивів від студентів, які відзначили корисність проведеної роботи для професійного становлення.

Ключові слова: технологія Скаффолдингу, метод введення допоміжного параметру, планіметрична задача, підготовка вчителя, методична компетентність учителя математики.

Problem statement. Training of future mathematics teachers in pedagogical university for using new educational technologies - in a broad sense - is one of the main tasks of the disciplines of the psychological and pedagogical cycle, in particular the course "Methodics of Teaching Mathematics". One example of a modern, promising technology that it is advisable to introduce to future mathematics teachers and develop skills in its use is Scaffolding technology. It is worth considering the use of any educational technology in the context of solving problems of the advanced level, including various ways of solving, demonstrating the use of some general method for solving mathematical problems, etc. This is precisely what we see as the formation of mathematical and methodological competence of applicants for higher pedagogical education.

Analysis of current researches. Recently, educators have been paying more and more attention to Scaffolding technology, which can be applied in educational environments of various directions and levels. That is, Scaffolding technology is considered as a universal approach to the implementation of the educational process. The term "scaffolding" refers to the process in which a student solves a task with the support of a teacher or another more experienced person. In this case, the task is so complex that the student will definitely not be able to cope with it alone, but with the support of the teacher, he will be able to do it. It is such supports that best reflect the metaphor of "scaffolding" in learning. Without them, the arch will not hold until it is completely finished. This support is referred to as the metaphor of "scaffolding".

The theory of Scaffolding technology in learning was first formulated in 1976 by American psychologists J. Bruner, D. Wood, and G. Ross [12]. Later, principles and criteria for the application of this technology were formulated. Nowadays, Scaffolding technology is implemented in teaching foreign languages [10], in implementing inclusive education [8], and in mathematics education [11]. Colleagues O. Zadorina, V. Motorina, I. Mitelman, and O. Papach explored the problem of applying Scaffolding technology in solving geometric problems of increased complexity [3]. Developing this idea, the author became interested in the problem of teaching schoolchildren the auxiliary parameter method using the Scaffolding technology.

It should be noted that in the current curriculum for advanced mathematics in grades 8-9 of general education institutions in Ukraine [9] the state requirements do not specifically state the need for students to master the method of introducing an auxiliary parameter (unlike, for example, the area method). In the current Ukrainian textbooks for grades 8-9, including geometry textbooks for advanced mathematics [1; 2; 6; 7], we also do not observe any targeted work on mastering the specified method (there are no demonstration examples and problems in the theoretical parts of these textbooks). Analyzing the current mathematics curricula for grades 10-11 of general education institutions in

Ukraine (profile and advanced levels) [9] and geometry textbooks for grade 10 (profile and advanced levels) [4; 5], we can come to the similar conclusion.

The made remarks determine the relevance of the problem. In addition, the question arises of training future mathematics teachers both in the application of the pedagogical technology of Scaffolding as one of the universal and promising ones, and in teaching pupils special methods of solving problems.

The objectives of this research is to demonstrate the methodology for future mathematics teachers' training the application of Scaffolding technology by the example of using the auxiliary parameter method when solving planimetric problems.

Presentation of the main material. Experimental work on teaching students how to use Scaffolding technology by the example of using the auxiliary parameter method when solving planimetric problems was performed with students majoring in "mathematics and English teacher", for whom the course "Methodics of Teaching Mathematics" is taught in English. First of all, it is necessary to familiarize students with the essence of Scaffolding technology (Fig. 1).

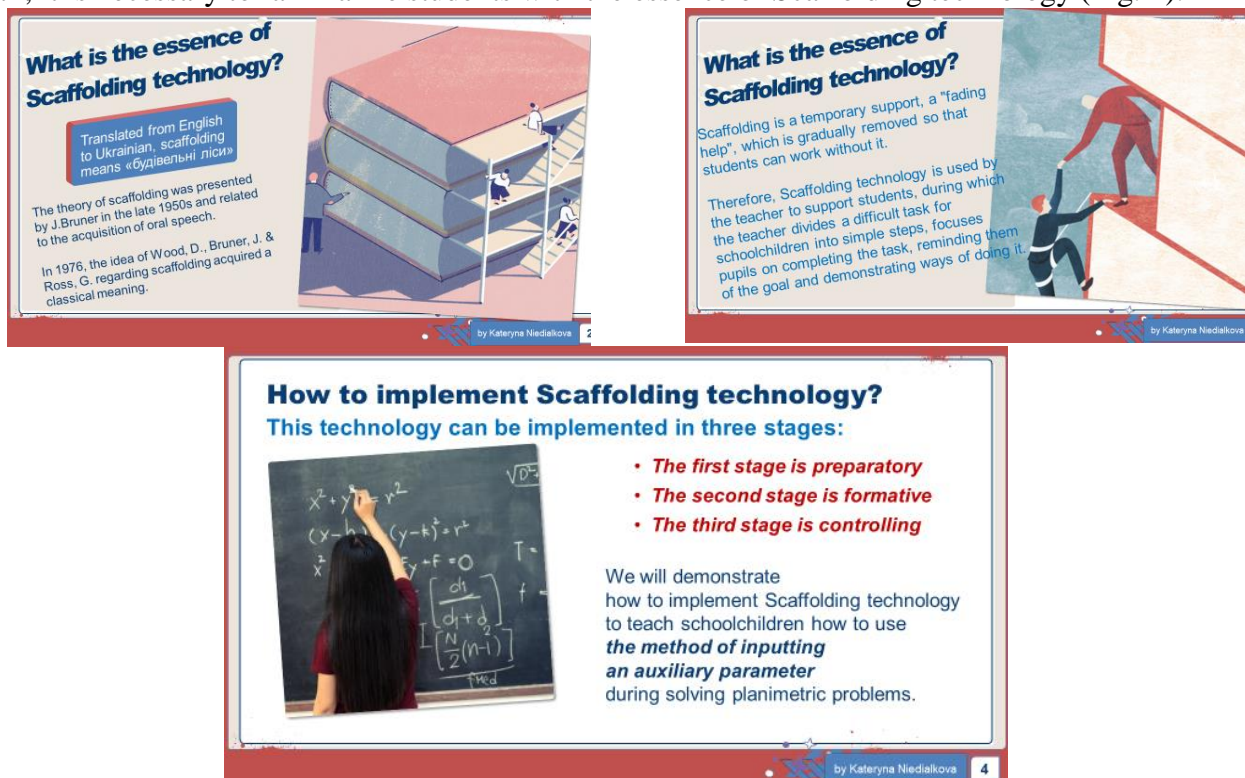


Figure 1. Familiarizing students with the essence of Scaffolding technology

Next, you can move on to implementing Scaffolding technology.

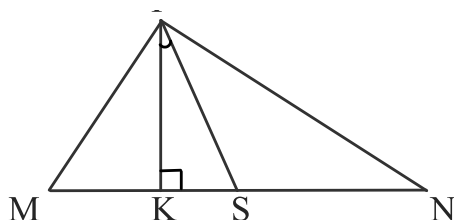
The first stage (preparatory).

I. 1. *Actualization of supporting knowledge (according to Scaffolding technology – reliance on formed knowledge, skills and abilities).*

We discuss with students that when working on the method of inputting an auxiliary parameter, the following can serve as an update of supporting knowledge and skills: activation of the algorithm for reducing fractions, theoretical information on trigonometric functions, formulas for finding perimeters, areas and volumes of figures, etc.

I. 2. *Acquaintance with the essence of the method of inputting an auxiliary parameter (according to Scaffolding technology - demonstration of a solution example, model, sample, etc.).*

Problem 1.



In right triangle MPN, height and median are drawn from vertex of right angle P. Angle β between them is equal to $\arccos \frac{40}{41}$.

Find ratio of the legs.

The problem 1 solution

In accordance with the condition of the problem $\cos \beta = \frac{40}{41}$, or $\frac{PK}{PS} = \frac{40}{41}$.

Let be $PK=h$, then $PS = \frac{41}{40}h$, $KS = \sqrt{PS^2 - PK^2} = \frac{9}{40}h$. Using the property of right triangle: $MS=PS=NS=\frac{41}{40}h$. Then $MK = MS - KS = \frac{4}{5}h$; $NK = NS + KS = \frac{5}{4}h$;

$$MP = \sqrt{MK^2 + PK^2} = \sqrt{\frac{16}{25}h^2 + h^2} = \frac{h}{5}\sqrt{41}; NP = \sqrt{NK^2 + PK^2} = \sqrt{\frac{25}{16}h^2 + h^2} = \frac{h}{4}\sqrt{41}. \text{ So, } \frac{MP}{NP} = \frac{h\sqrt{41}}{5} : \frac{h\sqrt{41}}{4} = \frac{4}{5}.$$

The answer is 4 : 5.

After solving a teacher should give pupils some comments (Fig. 2).

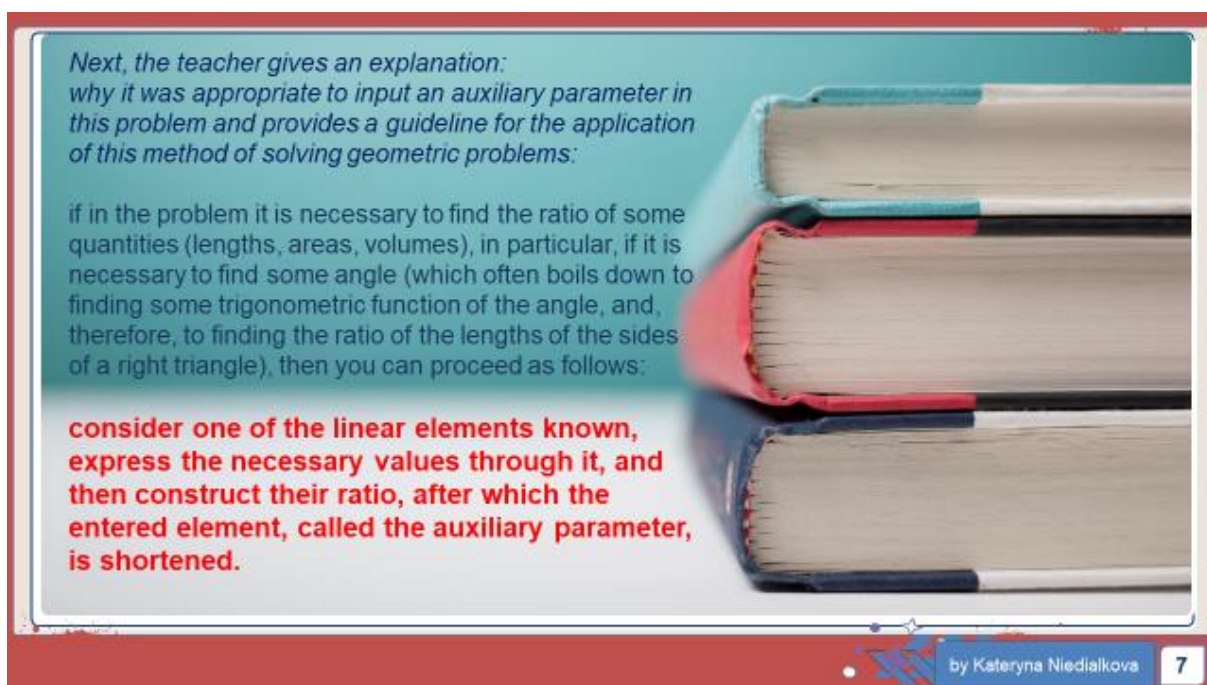
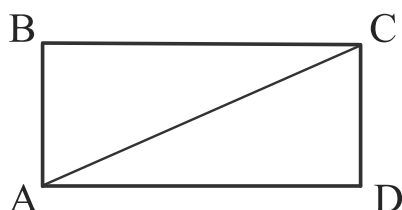


Figure 2. Teacher's comments for using the method of putting an auxiliary parameter

I. 3. *Mastering the method.*

Problem 2.



The diagonal of a rectangle divides its angle in ratio $m : n$.

Find ratio of perimeter of the rectangle to its diagonal.

It is necessary to discuss with future teachers of mathematics the methodics of working on the problem: first of all, we suggest that pupils express ideas for solving this problem (*according to Scaffolding technology - we suggest predicting the further development of events in the context of what they have heard and perceived*). Next, we ask pupils to justify why it is advisable to use the method of inputting an auxiliary parameter to solve this problem and suggest which linear element should be considered as known (*according to Scaffolding technology - leading questions,*

hints, directing the flow of thoughts). Next is a joint work of schoolchildren and a teacher (with teacher's comments).

The problem 2 solution

Given the circumstances ABCD is a rectangle and $\angle BAC : \angle DAC = m : n$. If α is a coefficient of proportion, then $m\alpha + n\alpha = 90^\circ$ and $\alpha = \frac{90^\circ}{m+n}$. It is necessary to find the ratio $\frac{P_{ABCD}}{AC}$. Let be $AB=p$. From right triangle ABC we have: $BC = p \cdot \operatorname{tg} m\alpha$.

So, $P_{ABCD} = 2(p + p \cdot \operatorname{tg} m\alpha) = 2p(1 + \operatorname{tg} m\alpha)$.

$$AC = \sqrt{AB^2 + BC^2} = \sqrt{p^2 + p^2 \operatorname{tg}^2 m\alpha} = \sqrt{p^2(1 + \operatorname{tg}^2 m\alpha)} = \left| \frac{p}{\cos m\alpha} \right| = \frac{p}{\cos m\alpha}.$$

$$\frac{P_{ABCD}}{AC} = \frac{2p(1 + \operatorname{tg} m\alpha) \cdot \cos m\alpha}{p} = \frac{2 \cos m\alpha (\sin m\alpha + \cos m\alpha)}{\cos m\alpha} =$$

$$= 2\sqrt{2} \left(\frac{1}{\sqrt{2}} \sin m\alpha + \frac{1}{\sqrt{2}} \cos m\alpha \right) = 2\sqrt{2} \cos(45^\circ - m\alpha) =$$

$$= 2\sqrt{2} \cos \left(45^\circ - m \cdot \frac{90^\circ}{m+n} \right) = 2\sqrt{2} \cos \frac{45^\circ(n-m)}{m+n}.$$

The answer is $2\sqrt{2} \cos \frac{45^\circ(n-m)}{m+n}$.

At the end of working with this problem, together with the pupils, we derive an algorithm for applying the method of inputting an auxiliary parameter (according to Scaffolding technology - providing clear instructions, determining the set of skills necessary to solve the given problem):

1) choose a linear element that we will consider known (auxiliary parameter), mark it with a letter;

2) express other necessary quantities through it;

3) make an appropriate ratio; if necessary, simplify a resulting expression;

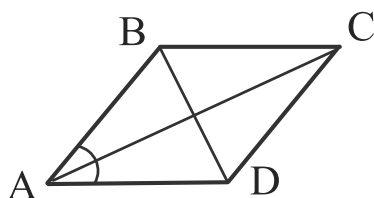
4) shorten an auxiliary parameter;

5) form an answer to the problem.

The second stage (formative).

II. 1. Considering the problem.

Problem 3.



Define an acute angle of a rhombus in which a side is geometric mean of its diagonals.

The first step is to discuss with future teachers of mathematics the methodics of working on the problem:

➤ we suggest that pupils determine, firstly, why it is possible to try to solve this problem by the method of inputting an auxiliary parameter, and, secondly, which linear element should be chosen as an auxiliary parameter.

➤ we emphasize to schoolchildren that this is a defining stage of application of this method (according to Scaffolding technology - we emphasize the important, we find "system-forming" moments that determine the success of further actions).

➤ we give pupils time to think and discuss their ideas. We conclude that a side of the rhombus will act as an auxiliary parameter.

➤ further, using the defined algorithm of application of the method, we give schoolchildren the opportunity to solve the problem at their own pace, while the teacher provides individual help to everyone who needs it.

The problem 3 solution

In accordance with the condition of the problem $AB^2 = AC \cdot BD$.

Let be $AB=a$. Then from the triangle ABC we have:

$AC^2 = 2a^2 - 2a^2 \cos(180^\circ - \alpha) = 2a^2(1 + \cos \alpha) = 4a^2 \cos^2 \frac{\alpha}{2}$, where $\alpha = \angle A$ (by the cosine theorem). From the triangle ABD we have:

$$BD^2 = 2a^2 - 2a^2 \cos \alpha = 2a^2(1 - \cos \alpha) = 4a^2 \sin^2 \frac{\alpha}{2} \text{ (by the cosine theorem).}$$

Given the circumstances $2a \sin \frac{\alpha}{2} \cdot 2a \cos \frac{\alpha}{2} = a^2$; $2 \sin \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\alpha}{2} = \frac{a^2}{2a^2}$;

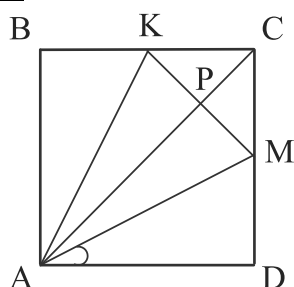
$\sin \alpha = \frac{1}{2}$; $\alpha = 30^\circ$ (based on the fact that $\angle A$ is an acute angle of a rhombus).

The answer is 30° .

It is possible to offer pupils as a homework to find other way to solve this problem, without using the method of inputting an auxiliary parameter, using the teacher's hint (using the condition of the problem and some property of diagonals of a parallelogram, solve the problem algebraically, obtaining a trigonometric equation). At the next stage of work with this problem, a comparative analysis of solution methods from the point of view of rationality will be conducted.

II. 2. *Solving the problem.*

Problem 4.



An isosceles triangle is inscribed in square $ABCD$ so that point K lies on the side BC , point M is on side CD , and $AM=AK$.

Find angle MAD if it is known that $\tan \angle AKM=3$.

It is necessary to discuss with future teachers of mathematics the methodics of working on the problem: students of the class are divided into two groups. The first group is offered to solve the problem using the method of inputting an auxiliary parameter, the second group - in a different way, without using this method. *At this stage of working with Scaffolding technology, its essence is manifested in mutual support, mutual advice from classmates (due to group work), but not from the teacher - "fading" support.*

The problem 4 solution

The first way

We prove that $\angle MAD = \angle KAB$; $KP=CP$; triangle AKP is right-angled. By the condition $\tan \angle AKM=3$, therefore $\frac{AP}{KP} = 3$. Let be $KP=x$, then $AP=3x$, and $AC=4x$. So, $AB = 2\sqrt{2}x$, and $AK = \sqrt{10}x$. Therefore, $\cos \angle KAB = \cos \angle MAD = \frac{AB}{AK} = \frac{2\sqrt{2}x}{\sqrt{10}x} = \frac{2\sqrt{5}}{5}$. That is why $\angle MAD = \arccos \frac{2\sqrt{5}}{5}$.

The answer is $\arccos \frac{2\sqrt{5}}{5}$.

The second way

We prove that $\angle AKP = \angle AMP$; triangle AMP is right-angled.
 $\angle MAD = 45^\circ - \angle PAM = 45^\circ - (90^\circ - \angle AMP) = \angle AMP - 45^\circ = \angle AKP - 45^\circ$.

Then $\tan \angle MAD = \tan (\angle AKP - 45^\circ) = \frac{\tan \angle AKP - \tan 45^\circ}{1 + \tan \angle AKP \cdot \tan 45^\circ} = \frac{3 - 1}{1 + 3} = \frac{1}{2}$.

Отже, $\angle MAD = \arctan \frac{1}{2}$.

The answer is $\arctan \frac{1}{2}$.

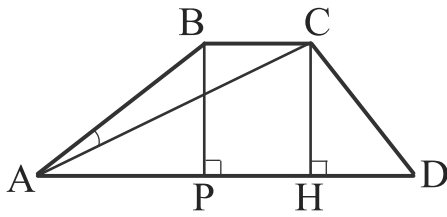
Further work with schoolchildren on this problem consists in:

- 1) presentations by each group of their methods of solving the problem;
- 2) proving the fact that $\arccos (2\sqrt{5})/5 = \arctan 1/2$ (collective work of the class);
- 3) comparison of two ways of solving this problem in terms of rationality.

The third stage (controlling).

III. 1. *Solving the problem.*

Problem 5.



The angle at vertex A of trapezoid ABCD is equal to α , and side AB is twice as large as its smaller base BC.
Find angle BAC.

The methodics of work with schoolchildren on this problem is following: it is assumed that pupils will independently solve this problem, with the following mutual verification. *Adhering to Scaffolding technology, at this stage, as "fading" support, the teacher provides the correct answer to the problem at the beginning of its solution by schoolchildren.* After pupils have checked each other, the correct solution to this problem is demonstrated by a teacher on a slide (screen, board).

The problem 5 solution

The first way

Given the circumstances, $\angle A = \alpha$. Let be $BC=k$, then $AB=2k$. $\angle BAC = \alpha - \angle CAD$.
 $\tan \angle CAD = \tan \angle CAP = \frac{CP}{AP}$ (from triangle ACP).

From triangle ABH we have: $BH = 2k \sin \alpha = CP$; $AH = 2k \cos \alpha$;
 $AP = k + 2k \cos \alpha$.

So, $\tan \angle CAD = \frac{2k \sin \alpha}{k(2 \cos \alpha + 1)} = \frac{2 \sin \alpha}{2 \cos \alpha + 1}$; $\angle CAD = \arctan \frac{2 \sin \alpha}{2 \cos \alpha + 1}$.

That is why $\angle BAC = \alpha - \arctan \frac{2 \sin \alpha}{2 \cos \alpha + 1}$.

Let us give the answer in the laconic form; it needs to consider $\tan \angle BAC$.

$$\begin{aligned} \tan \angle BAC &= \tan \left(\alpha - \arctan \frac{2 \sin \alpha}{2 \cos \alpha + 1} \right) = \frac{\tan \alpha - \frac{2 \sin \alpha}{2 \cos \alpha + 1}}{1 + \tan \alpha \cdot \frac{2 \sin \alpha}{2 \cos \alpha + 1}} = \\ &= \frac{\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} - \frac{2 \sin \alpha}{2 \cos \alpha + 1}}{1 + \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \cdot \frac{2 \sin \alpha}{2 \cos \alpha + 1}} = \frac{2 \sin \alpha \cos \alpha + \sin \alpha - 2 \sin \alpha \cos \alpha}{2 \cos^2 \alpha + \cos \alpha + 2 \sin^2 \alpha} = \frac{\sin \alpha}{2 + \cos \alpha}. \end{aligned}$$

So, $\angle BAC = \arctan \frac{\sin \alpha}{2 + \cos \alpha}$.
The answer is $\arctan \frac{\sin \alpha}{2 + \cos \alpha}$.

It should be noted that giving students the correct answer to this problem at the beginning of the solution directs the course of thought to finding the tangent of $\angle CAD$. Although the solution can be presented in another way, namely:

from triangle ABC using the cosine theorem we have:

$$AC^2 = k^2 + 4k^2 - 2 \cdot k \cdot 2k \cdot \cos(180^\circ - \alpha) = 5k^2 + 4k^2 \cos \alpha.$$

So, $AC = k\sqrt{5 + 4 \cos \alpha}$ (since k is a positive quantity).

From triangle ABP we have: $BP = 2k \sin \alpha = CH$. From triangle CAH we have:

$$\sin \angle CAH = \frac{CH}{AC} = \frac{2k \sin \alpha}{k\sqrt{5 + 4 \cos \alpha}} = \frac{2 \sin \alpha}{\sqrt{5 + 4 \cos \alpha}}; \text{ so, } \angle CAH = \arcsin \frac{2 \sin \alpha}{\sqrt{5 + 4 \cos \alpha}}.$$

Therefore $\angle BAC = \alpha - \arcsin \frac{2 \sin \alpha}{\sqrt{5 + 4 \cos \alpha}}$.

The answer is $\alpha - \arcsin \frac{2 \sin \alpha}{\sqrt{5 + 4 \cos \alpha}}$

III. 2. *The control work.*

Problem 6.

A trapezoid with acute angles α and β is described around a circle. Find the ratio of perimeter of the trapezoid to the length of the circle.

This stage of teaching schoolchildren the method of inputting an auxiliary parameter using Scaffolding technology involves pupils solving the problem on their own with following check by a teacher (with evaluation).

If desired, a teacher can offer not one, but several tasks for applying the method of inputting an auxiliary parameter to evaluate the effectiveness of mastering this method by schoolchildren.

Conclusions and prospects. At the end of such a lesson from the course "Methods of Teaching Mathematics", it is necessary to focus the attention of future mathematics teachers on the following: when pupils work out the method of inputting an auxiliary parameter in this way, **the main principles of Scaffolding technology** are observed:

- 1) *immutability of the assigned task* (in this case, mastering the specified method of solving geometric problems) and
- 2) *change in amount of support for schoolchildren from maximum to minimum*, with the subsequent transition to independent problem solving by pupils.

It is also important to discuss with future teachers of mathematics when, at what stage of studying the school mathematics course, it is appropriate to propose schoolchildren such the sequence of the problems, created in the context of the realization of Scaffolding technology, and for classes of what the mathematical learning level it can be offered. Talking about it, students mostly marked the following: it is advisable to conduct targeted work on mastering the method of inputting an auxiliary parameter by schoolchildren of profiled classes at the end of grade 10 (as part of systematization and generalization), the goals of which are: 1) practicing the method of solving problems; 2) using the trigonometry apparatus when solving problems (which is relevant given the content of the algebra and beginnings of analysis course in grade 10 and provides intra-subject connections of mathematics as an educational subject in a general education school); 3) preparation for effective solving of problems in the geometry course in grade 11 (for finding the ratios of surface areas and volumes of geometric bodies).

The presented methodical creation was tested at an open practical lesson on the course "Methodology of Teaching Mathematics" for students of the specialty "Teacher of mathematics and English" (course classes for these applicants are conducted in English). The implementation of the methodical creation received favorable reviews from colleagues in the Department of Mathematics and Methods of Teaching Mathematics, as well as positive feedback from students who noted the usefulness of the work carried out for professional development.

We see the prospect of further research in this direction in the development of other topics of the school mathematics course in the context of the application of Scaffolding Technology, determining the effectiveness of its use; as well as in training future mathematics teachers in other promising educational technologies.

REFERENCES

1. Yershova, A. P., Holoborodko, V. V., Kryzhanovsky, O. F., Yershov, S. V. (2016) Geometry: textbook for 8th grade general education. textbook. Kharkov : Publishing house "Ranok".
2. Yershova, A. P., Holoborodko, V. V., Kryzhanovsky, O. F., Yershov, S. V. (2017) Geometry: textbook for 9th grade general education. textbook. Kharkov : Publishing house "Ranok".
3. Zadorina, O. M., Mitelman, I. M., Motorina, V. G., Papach, O. I. (2024) Scaffolding as a tool for advanced learning of solving complex geometric problems using the coordinate method and its didactic and methodological support. Innovative Pedagogy: Scientific Journal. Black Sea Research Institute of Economics and Innovation, 74, 33-46. Retrieved from: <http://www.innovpedagogy.od.ua/archives/2024/74/7.pdf>
4. Merzlyak, A. G., Nomirovskiy, D. A., Polonskiy, V. B., Yakir, M. S. (2018) Geometry: beginning of study at an advanced level from grade 8, professional level: textbook for grade 10 of general secondary education institutions. Kharkiv : Gymnasium.
5. Merzlyak, A. G., Nomirovskiy, D. A., Polonskiy, V. B., Yakir, M. S. (2019) Geometry: beginning of study at an advanced level from grade 8, professional level: textbook for grade 11 of general secondary education institutions. Kharkiv : Gymnasium.
6. Merzlyak, A. G., Polonskiy, V. B., Yakir, M. S. (2016) Geometry for general educational institutions with in-depth study of mathematics: textbook for 8th grade general educational institutions. Kharkiv: Gymnasium.
7. Merzlyak, A. G., Polonskiy, V. B., Yakir, M. S. (2017) Geometry for general educational institutions with in-depth study of mathematics: textbook for 9th grade general educational institutions. Kharkiv: Gymnasium.

8. Pavlyukh, V. V. Scaffolding as a strategy for supporting students with special educational needs in inclusion. Retrieved from: https://znayshov.com/FR/23604/nmv_59-163-168.pdf
9. List of educational literature and curricula recommended by the Ministry of Education and Science of Ukraine for the 2024-25 academic year. Retrieved from: <https://salo.li/04A0e76>.
10. Fidkevych, O., Snegireva, V. (2023) Scaffolding in the system of multilingual education methods. *Ukrainian Pedagogical Journal*, 2, 107–114. <https://doi.org/10.32405/2411-1317-2023-2-107-114>.
11. Anghileri, J. (2006) Scaffolding practices that enhance mathematics learning. *Journal of Mathematics Teacher Education*, Vol. 9. № 1, 33–52. <https://doi.org/10.1007/s10857-006-9005-9>
12. Wood, D., Bruner, J., Ross, G. (1976) The Role of Tutoring in Problem Solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 17, 89–100. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1976.tb00381.x>

K. Niedialkova. Future mathematics teachers' training to use new educational technologies.

Summary. *The article presents the author's methodical creation on the formation of students – future mathematics teachers' skills to apply one of the new pedagogical technologies - Scaffolding technology in mathematics lessons, in particular in profiled classes of secondary education institutions. First of all, the author draws the reader's attention to the essence of this technology and the feasibility of its use in mathematics lessons. Therefore, the problem of preparing future mathematics teachers for the implementation of this educational technology, adherence to the basic principles of its application, and forming students' skills to adequately select a system of mathematical problems to achieve the set goal becomes relevant. The author presents in detail the sequence of implementation of all stages of the Scaffolding technology on the example of teaching schoolchildren to use the method of inputting an auxiliary parameter when solving planimetric problems of a high level of complexity. It is demonstrated what problematic issues should be discussed with applicants for higher pedagogical education in order for them to understand the essence of the Scaffolding technology and the skills to effectively apply it. The presented methodical creation was tested at an open practical lesson on the course "Methodology of Teaching Mathematics" for students of the specialty "teacher of mathematics and English" (course lessons for these applicants are conducted in English). The implementation of the methodical development received favorable reviews from colleagues in the Department of Mathematics and Methods of Teaching Mathematics, as well as positive feedback from students who noted the usefulness of the work carried out for professional development.*

Keywords: *Scaffolding technology, method of inputting an auxiliary parameter, planimetric problem, training of a teacher, methodical competence of a mathematics teacher.*

Подано до друку 25.03.2025

Прийнято до друку 09.04.2025

УДК 378

DOI 10.24139/2519-2361/2025.01/138-146

Н. В. Кугай

ORCID ID 0000-0002-9193-1956

Глухівський національний педагогічний
університет імені Олександра Довженка

**ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПРАКТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ
УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ В УКРАЇНІ ТА РЕСПУБЛІЦІ ПОЛЬЩА:
КІЛЬКІСНИЙ ТА ЯКІСНИЙ ВИМІР**

У статті проведено порівняльний аналіз практичної підготовки майбутніх учителів математики в педагогічних університетах України та Республіки Польща. Досліджено структуру та обсяг практичної підготовки в педагогічних університетах України (Глухівський національний педагогічний університет імені Олександра Довженка, Дрогобицький

державний педагогічний університет імені Івана Франка, Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини) та Республіки Польща (Педагогічний університет імені Комісії національної освіти у Кракові). Встановлено, що в обох країнах підготовка майбутніх учителів математики здійснюється за дворівневою системою (бакалаврат і магістратура), але існують відмінності в тривалості навчання та обсязі кредитів ЄКТС. В українських університетах загальний обсяг кредитів, відведених на практику, децю більший, ніж у польському університеті, що свідчить про значну увагу до практичної складової підготовки вчителів математики в Україні. Проаналізовано розподіл видів практик за семестрами та їх безперервність. Виявлено, що в українських педагогічних університетах практика розпочинається раніше. У Педагогічному університеті імені Комісії національної освіти у Кракові практика інтегрована в навчальні дисципліни та проводиться у вигляді практичних занять у закладах освіти. Встановлено, що в Україні студенти магістратури мають значно більший обсяг педагогічної практики (до 16.67% від загальної кількості кредитів), тоді як у Польщі магістерська практика займає 6.67%. Результати дослідження можуть бути корисними для подальшого вдосконалення освітніх програм підготовки вчителів математики в Україні, зокрема шляхом оптимізації структури та інтеграції практичних компонентів у навчальні курси. Перспективи подальших досліджень: аналіз впливу практичної підготовки на якість підготовки вчителів математики; дослідження використання сучасних технологій у практичній підготовці; порівняння структури й змісту педагогічних практик у класичних і педагогічних університетах.

Ключові слова: практична підготовка, порівняльний аналіз, Республіка Польща, майбутні вчителі математики.

Постановка проблеми. Підготовка майбутніх учителів математики є ключовим чинником забезпечення якісної математичної освіти. Особливо важливу роль у цьому процесі відіграє практична підготовка, яка сприяє формуванню педагогічної майстерності, розвитку професійних компетентностей та адаптації до реальних умов навчання. В умовах глобалізації освіти та реформування педагогічної підготовки в Україні актуальним є вивчення досвіду інших країн, зокрема Республіки Польща, де існують схожі освітні традиції, але водночас спостерігаються певні відмінності в підходах до організації практичної складової навчання.

Аналіз актуальних досліджень. Різні аспекти підготовки вчителів математики у зарубіжних країнах висвітлено лише в окремих працях українських науковців, зокрема В. Ачкана [1], Т. Годованюк [3], М. Ковтонюк [4], Н. Кугай [5; 6]. Наразі відсутній комплексний порівняльний аналіз саме практичної підготовки майбутніх учителів математики в Україні та Республіці Польща, що ускладнює визначення ефективних методичних підходів і можливостей для вдосконалення вітчизняної педагогічної освіти. Тому постає проблема визначення кількісних та якісних параметрів практичної підготовки в обох країнах, їх порівняння та виокремлення найкращих практик, які можуть бути імplementовані в освітній процес.

Мета статті – провести порівняльний аналіз структури і обсягу практичної підготовки майбутніх учителів математики в педагогічних університетах України (м. Глухів [7], м. Дрогобич [8], м. Умань [9]) та Республіки Польща (м. Краків [10]).

Виклад основного матеріалу. В обох країнах підготовка майбутніх учителів математики здійснюється за дворівневою системою: бакалаврат і магістратура. В Україні навчання на першому рівні (бакалавраті) триває 4 роки (загальний обсяг кредитів ЄКТС – 240), у Польщі – 3 роки (загальний обсяг кредитів ЄКТС – 180). Навчання в магістратурі для майбутніх учителів математики – 1 рік 4 місяці (Україна), 2 роки (Республіка Польща).

У українських педагогічних університетах (м. Глухів, м. Дрогобич, м. Умань), як правило, підготовка майбутніх учителів математики здійснюється за освітньо-професійною програмою (ОПП) 014.04 Середня освіта (Математика) або 014.04 Середня освіта (Математика, інформатика) (зараз це А4 Середня освіта). З аналізу цих ОПП (2024-2025 н. р.) слідує, що здобувачі освіти проходять низку різноманітних практик (табл. 1).

Таблиця 1

Аналіз практик в українських університетах

Університет	Рівень навчання	Вид практики	Кредити	Семестр	%
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини	Бакалаврат	Навчальна (педагогічна)	6	6	2.5%
		Навчальна (предметна)	6	7	2.5%
		Виробнича (педагогічна)	12	8	5%
	Магістратура	Виробнича (педагогічна)	9	2	10%
Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка	Бакалаврат	Пропедевтична	3	4	1.25%
		Пропедевтична	3	6	1.25%
		Виробнича (педагогічна)	9	7	3.75%
		Виробнича (педагогічна)	9	8	3.75%
	Магістратура	Виробнича (педагогічна) у ЗЗСО	9	3	10%
		Виробнича (педагогічна) у ЗФПО	6	3	6.67%
Глухівський національний педагогічний університет імені Олександра Довженка	Бакалаврат	Педагогічна (безвідривна)	3	3	1.25%
		Педагогічна (в дитячих закладах оздоровлення та відпочинку)	4.5	6	1.88%
		Виробнича (педагогічна)	10.5	8	4.38%
	Магістратура	Безвідривна педагогічна	3	1	3.33%
		Виробнича (в профільній школі)	7	2	7.78%
		Виробнича (у ЗФПО)	3	3	3.33%

Таким чином, загальний обсяг практичної підготовки майбутніх учителів математики:

- Умань (бакалаврат) – 24 кредити (10%)
- Умань (магістратура) – 9 кредитів (10%)
- Дрогобич (бакалаврат) – 24 кредити (10%)
- Дрогобич (магістратура) – 15 кредитів (16.67%)
- Глухів (бакалаврат) – 18 кредитів (7.5%)
- Глухів (магістратура) – 13 кредити (14.44%)

Мета й зміст кожного виду практик, які наведені у таблиці 1, висвітлено в роботі [2].

У Педагогічному університеті імені Комісії національної освіти у Кракові (Uniwersytet Pedagogiczny im. Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie) практика майбутніх учителів математики на першому рівні вищої освіти розподілена таким чином:

1) У 5-му семестрі є навчальна дисципліна «Практичні заняття в початковій школі з дидактики математики» (це в 4-8 класах, II етап початкової школи), які проводяться в школі. Її обсяг – 5 кредитів. Мета: показати способи застосування у процесі навчання математики в початковій школі знань і навичок, отриманих на курсі «Дидактика математики 1», ознайомити студентів з практичними аспектами роботи вчителя математики, сформулювати у студентів ставлення, що сприяє поглибленню їхніх знань та вдосконаленню їхніх професійних навичок. Зміст практики: у початковій школі студенти спостерігають та аналізують уроки вчителя математики; спостерігають та аналізують уроки своїх колег; готують уроки на задану тему, розробляючи конспект, а потім проводять ці уроки відповідно до розробленої та описаної в конспекті концепції [10]. Частково мета й зміст цієї практики співпадає з метою й змістом пропедевтичної практики в українських педагогічних університетах [2].

2) Професійна психологічно-педагогічна практика – 2 кредити – 5 семестр (Безперервна практика (вересень) після завершення IV семестру). Метою психолого-педагогічної практики, що готує до виконання професії вчителя, є ознайомлення зі

специфікою школи/закладу, де проходить практика, включаючи набуття досвіду, пов'язаного з: спостереженням за спонтанними та навмисно проведеними діями вчителів та активністю учнів/вихованців у школі; співпрацею з керівником практики щодо планування та проведення занять; виконанням ролі опікуна-вихователя, зокрема: виховною роботою з учнями/вихованцями, управлінням групою, діагностуванням індивідуальних потреб та специфічних і неспецифічних ситуацій учнів/вихованців та обставин їх виникнення з урахуванням їх правильної ідентифікації, характеристики, глибокого аналізу та опису (у форматі дослідження випадку); зіставленням набутих психолого-педагогічних знань з педагогічною реальністю у практичній діяльності [10].

3) У 6-му семестрі – Практика (професійна педагогічна практика в початковій школі (4-8 класи) з математики) – 6 кредитів. Метою цієї практики є практична підготовка студентів до викладання математики в початковій школі та ознайомлення студентів з практичними аспектами роботи вчителя математики, формування у студентів ставлення, що сприяє поглибленню їхніх знань та вдосконаленню професійних навичок вчителя. Зміст цієї практики: у початковій школі студенти спостерігають та аналізують уроки вчителя математики, готують уроки на задані теми (розробляючи конспекти) та проводять ці уроки, проводять їхнє оцінювання разом зі шкільним керівником практики. Завдання студентів: узгодити з керівником практики детальний графік проходження практики; надати графік академічному керівнику (вказаному на зборах); відвідувати уроки математики у початковій школі (проведені вчителем-керівником практики або колегами з групи) та обговорювати їх з керівником; ознайомитися з навчальними програмами, предметними зошитами; перевіркою коротких контрольних робіт та домашніх завдань; готувати та обговорювати з керівником практики конспекти уроків математики, а потім проводити необхідну кількість уроків; обговорювати проведені уроки з керівником практики; ознайомитися з роботою класного керівника, роботою предметних комісій та педагогічних рад, співпрацею з батьками, роботою математичних гуртків, допомогою слабким та обдарованим учням; з кабінетами, бібліотекою, шкільною документацією; можливо додатково, у межах, визначених Інструкцією з практики, відвідувати та проводити заняття виховного характеру (наприклад, класні години, заняття, під час яких учні готуються до різноманітних конкурсів) [10]. Порівнюючи мету цієї практики, її зміст з метою і змістом практик на бакалавраті українських педагогічних університетів [2], можна зробити висновок про аналогічність її з виробничою практикою в 5-9 класах ЗЗСО України.

Загальний обсяг практики на бакалавраті – 13 кредитів, що становить 7.22% від загальної кількості кредитів.

На другому рівні навчання здобувачі освіти – майбутні вчителі математики – мають два види практик:

1) Практичні заняття в закладах середньої освіти (після 8-річної початкової школи) з дидактики математики (3 кредити) – 3 семестр. Мета – практично підготувати студентів до викладання математики в закладах середньої освіти, зокрема, показати, як застосовувати під час навчання математики на рівні старшої школи знання та навички, отримані на курсах «Дидактика математики 3» і «Дидактика математики 4», а також ознайомити студентів з практичними аспектами роботи вчителя математики. Зміст цієї практики: у рамках практичних занять у старшій школі студенти спостерігають та аналізують уроки вчителя математики; спостерігають також та аналізують уроки своїх колег. Вони готують уроки на задані теми, розробляючи конспекти, а потім проводять ці уроки відповідно до конспектів. Студенти також відіграють консультативну роль на етапі підготовки уроків колег [10].

2) Практика (професійна педагогічна практика в закладі середньої освіти з математики) (5 кредитів) – 4 семестр. Мета – практично підготувати студента до викладання математики в старшій школі, а також ознайомити студентів з практичними аспектами роботи вчителя математики, сформуванню у студентів ставлення, що сприяє поглибленню їхніх знань та вдосконаленню їхніх професійних навичок [10]. Зміст цієї практики корелює зі змістом відповідної практики на бакалавраті.

Для наочності відсоткове відношення кредитів, відведених на реалізацію практик, до загальної кількості кредитів ОПП наведено на рис. 1.

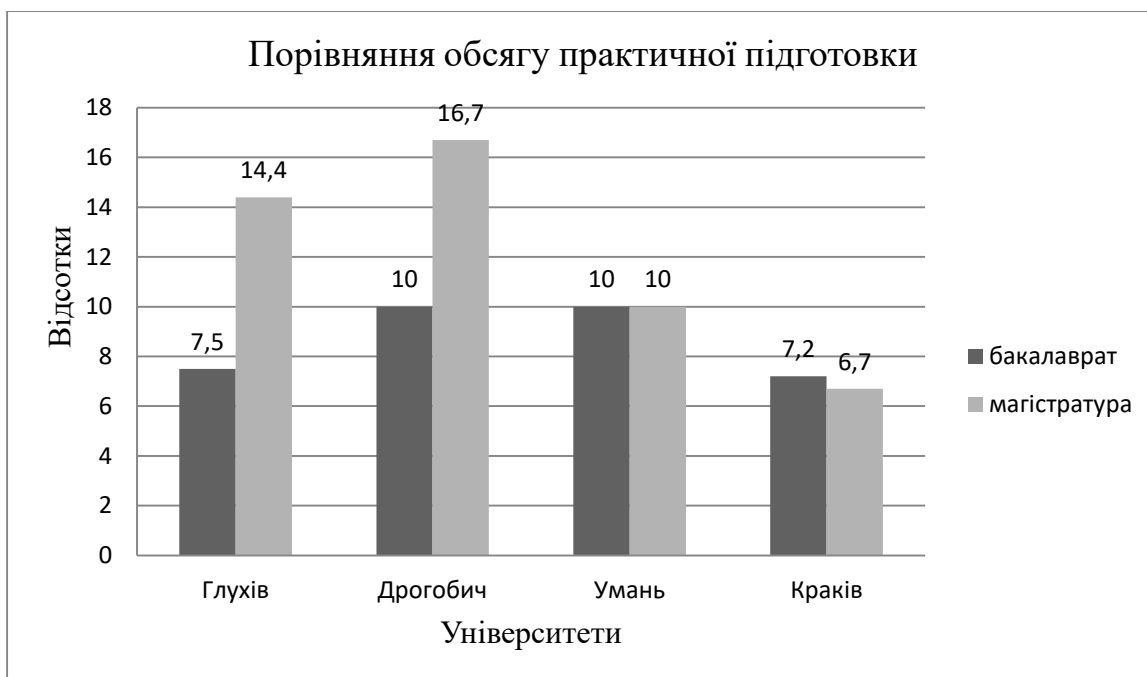


Рис. 1. Практична підготовка (у %) майбутніх учителів математики

Як бачимо, практична підготовка майбутніх учителів математики на першому рівні вищої освіти в досліджуваних університетах відрізняється мало: від 7,2% (Краків) до 10% (Дрогобич та Умань). На другому рівні різниця є суттєвішою. У педагогічних університетах м. Глухова й м. Дрогобича на практичну підготовку магістрантів відведено більший відсоток кредитів порівняно з бакалавратом.

Проаналізуємо розподіл видів практик за семестрами на першому рівні вищої освіти підготовки майбутніх учителів математики (рис.2 і рис.3).

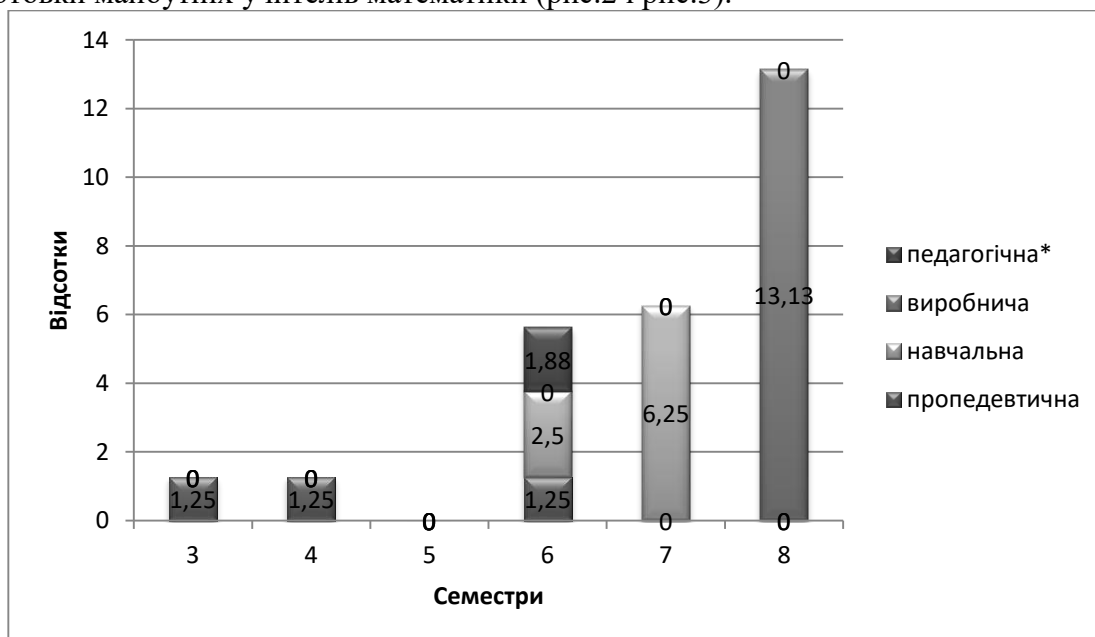


Рис. 2. Розподіл видів практик за семестрами (перший рівень вищої освіти, Україна). Педагогічна* - Педагогічна (в дитячих закладах оздоровлення та відпочинку), м. Глухів

Пропедевтична практика припадає на молодші курси (2 і 3) і становить 1,25% від загальної кількості кредитів. У трьох досліджуваних педагогічних університетах України

виробнича практика реалізується в останньому, 8 семестрі, а в 5-му семестрі не передбачено жодного виду практик.

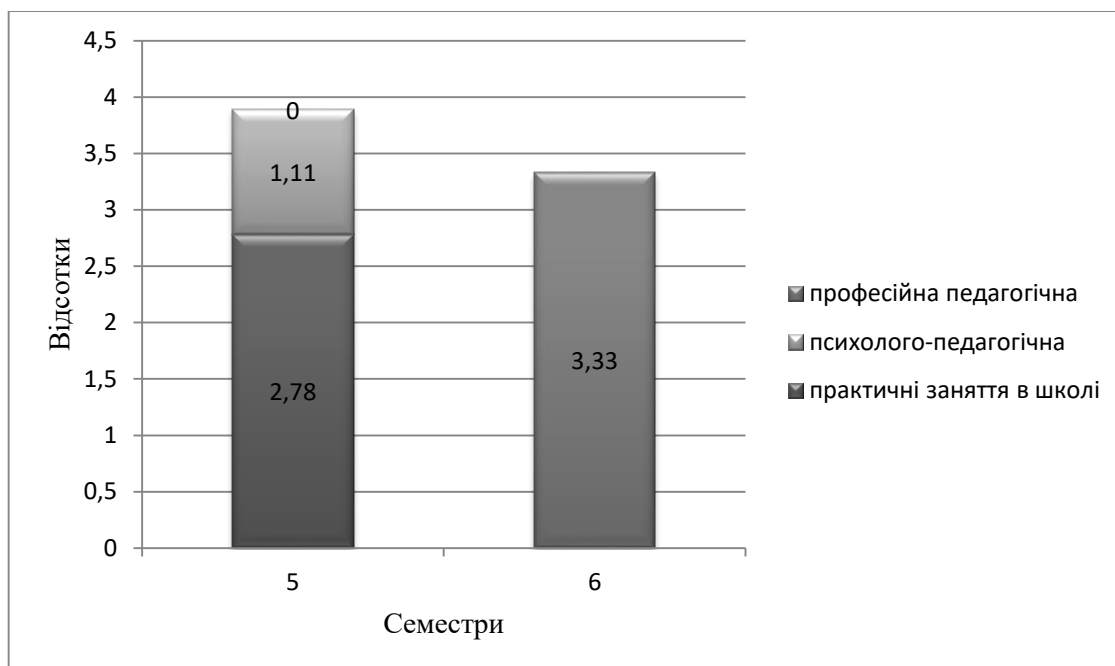


Рис. 3. Розподіл видів практик за семестрами (перший рівень вищої освіти, Краків)

Як бачимо, майбутні вчителі математики педагогічного університету в м. Краківі проходять всю педагогічну практику на останньому, 3 курсі, бакалаврату. Частина практики інтегрована в навчальні дисципліни та проводиться у вигляді окремих практичних занять у школах.

Проаналізуємо безперервність реалізації практик на першому рівні вищої освіти підготовки майбутніх учителів математики (табл. 2).

Таблиця 2

Реалізація практик за семестрами (бакалаврат)

Університети	Семестри					
	3	4	5	6	7	8
Глухів	п			п*		в
Дрогобич		п		п	в	в
Умань				н	н	в
Краків			п.з. п-п	пр	-	-

Тут: п – пропедевтична, п* - Педагогічна (в дитячих закладах оздоровлення та відпочинку), н – навчальна, в – виробнича, п.з. – практичні заняття, п-п – психолого-педагогічна, пр. – професійна педагогічна.

З аналізу слідує: «занурення» здобувачів освіти в педагогічну діяльність найраніше відбувається в Глухівському НПУ ім. О. Довженка; безперервно практика триває в Уманському державному педагогічному університеті імені Павла Тичини й Педагогічному університеті імені Комісії національної освіти у Краківі.

Розподіл видів практик за семестрами на другому рівні вищої освіти підготовки майбутніх учителів математики подано на рис.4 і рис.5.

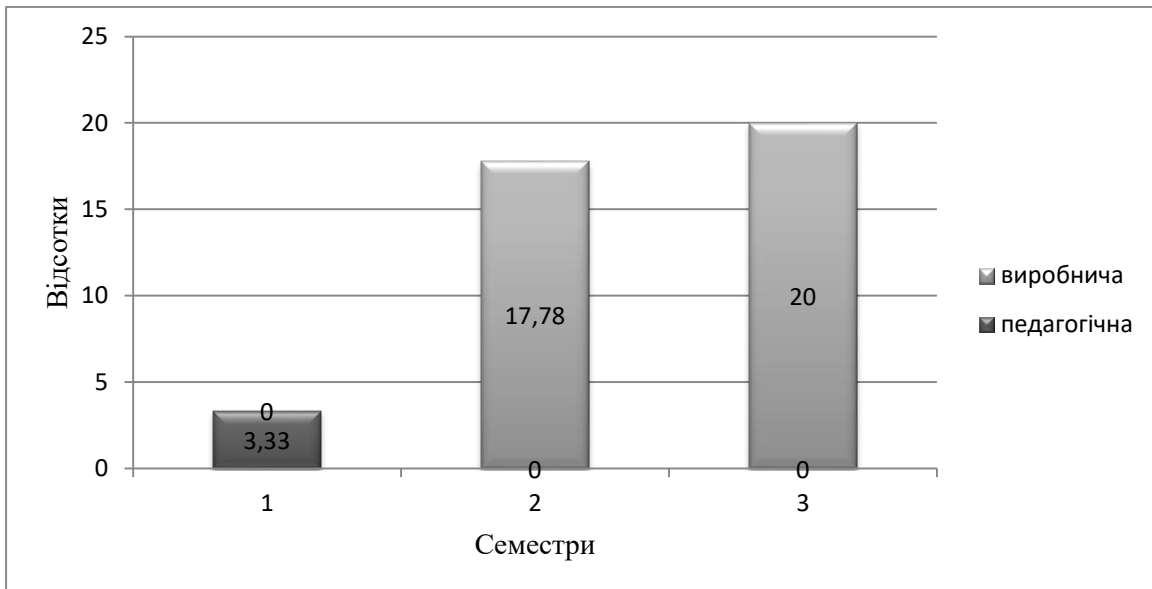


Рис. 4. Розподіл видів практик за семестрами (другий рівень вищої освіти, Україна)

На другому рівні вищої освіти переважає виробнича практика, яка розподілена майже порівно в 2-му й 3-му семестрах.

Як і на першому рівні вищої освіти підготовки майбутніх учителів математики практична підготовка магістрантів реалізується на останньому курсі навчання. Частина практики (3 семестр) відбувається у вигляді практичних занять, які проводять в закладах середньої освіти.

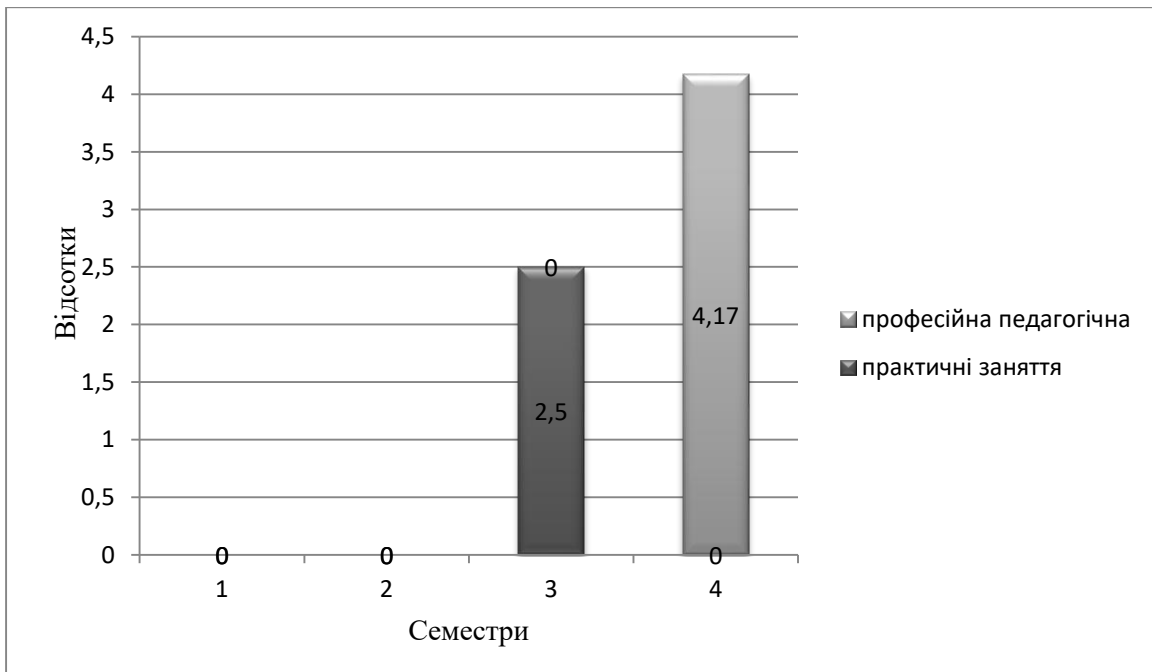


Рис. 5. Розподіл видів практик за семестрами (другий рівень вищої освіти, Краків)

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. З порівняльного аналізу практичної підготовки майбутніх учителів математики в Україні та Республіці Польща слідує, що структура і обсяг практик у цих країнах мають певні відмінності, зумовлені особливостями національних освітніх систем. В українських педагогічних університетах загальний обсяг кредитів, відведених на практику, дещо більший, ніж у педагогічному університеті у м. Кракові, що свідчить про більшу увагу до практичної складової підготовки вчителів математики.

У Глухівському НПУ ім. О. Довженка пропедевтична практика розпочинається з третього семестру, що забезпечує студентам швидше «занурення» в професійну діяльність. Водночас у Педагогічному університеті імені Комісії національної освіти у Кракові практика інтегрована в навчальні дисципліни та проводиться у вигляді практичних занять у закладах освіти. В Україні студенти магістратури мають значно більший обсяг педагогічної практики (до 16.67% від загальної кількості кредитів), тоді як у Польщі магістерська практика займає лише 6.67%. Це може впливати на рівень підготовки випускників до самостійної викладацької діяльності.

Загалом, досвід обох країн має як сильні сторони, так і аспекти, які можуть бути вдосконалені. Результати дослідження можуть бути корисними для подальшого вдосконалення освітніх програм підготовки вчителів математики в Україні, зокрема шляхом оптимізації структури та інтеграції практичних компонентів у навчальні курси. Перспективи подальших досліджень: 1) аналіз впливу практичної підготовки на якість підготовки вчителів математики; 2) дослідження використання сучасних технологій (онлайн-навчання, віртуальні лабораторії, STEM-підхід, цифрових інструментів) у практичній підготовці вчителів математики; 3) порівняння структури й змісту педагогічних практик майбутніх учителів математики в класичних і педагогічних університетах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Ачкан, В. В. (2016). Досвід підготовки вчителів математики до інноваційної педагогічної діяльності у зарубіжних країнах. Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Педагогічні науки, 2(2), 51–56. (Achkan, V. (2016). Experience in preparation of mathematics teachers for innovative of pedagogical activity in foreign countries. Lesya Ukrainka Eastern European National University Scientific Bulletin, 2(2), 51–56).
2. Вовк, М., Соломаха, С., Грищенко, Ю. (2023). Зміст та організаційні засади практичної підготовки майбутніх педагогів у закладах вищої педагогічної освіти України: результати моніторингового дослідження. Вісник кафедри ЮНЕСКО «Неперервна професійна освіта XXI століття», 7, 22-38. [https://doi.org/10.35387/ucj.1\(7\).2023.22-38](https://doi.org/10.35387/ucj.1(7).2023.22-38) (Vovk, M., Solomakha, S., Hryshchenko, Yu. (2023). Content and Organizational Principles of Future Teachers Practical Training in Higher Pedagogical Education Institutions of Ukraine: Monitoring Study Results. UNESCO Chair Journal «Lifelong Professional Education in the XXI Century», 7, 22-38. [https://doi.org/10.35387/ucj.1\(7\).2023.22-38](https://doi.org/10.35387/ucj.1(7).2023.22-38)).
3. Годованюк, Т. (2019). Підготовка майбутніх учителів математики у країнах далекого зарубіжжя. Український педагогічний журнал, 3, 10-20. <https://doi.org/10.32405/2411-1317-2019-3-10-20>. (Hodovaniuk, T. (2019). Preparation of Future Teachers of Mathematics in Far Countries, 3, 10-20. <https://doi.org/10.32405/2411-1317-2019-3-10-20>.)
4. Ковтонюк, М. М. (2013). Сучасні тенденції фахової підготовки майбутніх учителів за кордоном. Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: педагогіка і психологія, 40, 338-343. (Kovtonyuk, M. (2013). Modern trends in professional training of future teachers abroad. Scientific Issues of Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, 40, 338-343).
5. Кугай, Н. В. (2017). Методологічні знання майбутнього вчителя математики. Харків, 336 с. (Kuhai, N. V. (2017). Methodological knowledge of the future teacher of mathematics. Kharkiv)
6. Кугай, Н. (2015). Порівняльний аналіз підготовки майбутніх учителів математики у Польщі та Україні. Український педагогічний журнал, № 2, 23-32. (Kuhai, N. (2015). The Comparative Analysis of Training Future Teachers of Mathematics in Poland and Ukraine. Ukrainian Educational Journal, № 2, 23-32).
7. Глухівський національний педагогічний університет імені Олександра Довженка, факультет ПФМО. Режим доступу: <https://fpfmo.ho.ua/>. (Oleksandr Dovzhenko Hlukhiv National Pedagogical University, Faculty of Natural and Physical-Mathematical Education. Available: <https://fpfmo.ho.ua/>).

8. Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка, факультет фізики, математики, економіки та інноваційних технологій. Режим доступу: <https://dspu.edu.ua/fakultet-fizyky-matematyky-ekonomiky-ta-innovacziynih-tehnologij/>. (Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University, Faculty of Physics, Mathematics and Economics and Innovation Technologies. Available: <https://dspu.edu.ua/fakultet-fizyky-matematyky-ekonomiky-ta-innovacziynih-tehnologij/>).
9. Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини, факультет фізики, математики та інформатики. Режим доступу: <https://fmf.udpu.edu.ua/>. (Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University, Faculty of Physics, Mathematics and Informatics. Available: <https://fmf.udpu.edu.ua/>).
10. Uniwersytet Pedagogiczny im. Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie, Instytut Matematyki. Режим доступу: https://matematyka.uken.krakow.pl/?page_id=228. (University of the National Education Commission, Krakow, Institute of Mathematics. Available: https://matematyka.uken.krakow.pl/?page_id=228).

Kuhai N. V. Comparative analysis of the practical training of future mathematics teachers in Ukraine and the Republic of Poland: quantitative and qualitative dimension.

Summary. The article presents a comparative analysis of the practical training of future mathematics teachers in pedagogical universities in Ukraine and the Republic of Poland. The structure and scope of practical training in Ukrainian pedagogical universities (Oleksandr Dovzhenko Hlukhiv National Pedagogical University, Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University, Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University) and in the Republic of Poland (University of the National Education Commission, Krakow) were examined. It was established that in both countries, the training of future mathematics teachers follows a two-level system (bachelor's and master's programs), but differences exist in the duration of study and the volume of ECTS credits. In Ukrainian universities, the total number of credits allocated for practice is slightly higher than in the Polish university, indicating significant attention to the practical component of teacher training in Ukraine. The distribution of practice types by semester and their continuity was analyzed. It was found that in Ukrainian pedagogical universities, practice begins earlier. At the Pedagogical University of the National Education Commission in Krakow, practice is integrated into academic disciplines and conducted in the form of practical classes in educational institutions. It was determined that in Ukraine, master's students undergo significantly more pedagogical practice (up to 16.67% of the total number of credits), whereas in Poland, master's practice accounts for only 6.67%. The study results may be useful for further improvement of teacher education programs in Ukraine, particularly by optimizing the structure and integrating practical components into academic courses. Future research prospects include analyzing the impact of practical training on the quality of mathematics teacher preparation, exploring the use of modern technologies in practical training, and comparing the structure and content of pedagogical internships in classical and pedagogical universities.

Keywords: practical training, comparative analysis, Republic of Poland, future mathematics teachers.

Подано до друку 20.03.2025

Прийнято до друку 02.04.2025

УДК 37.015.31:502/504-047.22

DOI 10.24139/2519-2361/2025.01/147-155

Ю. В. Харченко

ORCID ID 0000-0002-8960-2440

О. М. Бабенко

ORCID ID 0000-0002-1416-2700

Сумський державний педагогічний
університет імені А. С. Макаренка

ЕКОЛОГІЧНА КОМПЕТЕНТНІСТЬ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ХІМІЇ: ВИКЛИКИ І ШЛЯХИ ФОРМУВАННЯ

Стаття присвячена висвітленню теоретичних засад формування екологічної компетентності майбутніх учителів хімії в контексті сталого розвитку. Авторами проаналізовано сучасні підходи до трактування понять «екологічна компетентність» і «зелені навички» у вітчизняній та зарубіжній науковій літературі. Звернено увагу на співвідношення понять «green skills» і «sustainability competences» у контексті формування екологічного фахівця. Показано, що екологічна компетентність охоплює не лише технічні знання, а й м'які навички, необхідні для екологізації мислення, професійної діяльності та освіти загалом. Обґрунтовано значущість екологічної компетентності як складової професійної підготовки майбутніх учителів хімії, зокрема через її зв'язок із реалізацією засад сталого розвитку в освітньому процесі.

Здійснено аналіз результатів анкетування потенційних роботодавців – керівників закладів освіти Сумської, Київської та Тернопільської областей щодо актуальності екологічної підготовки та формування екологічної свідомості і еконавичок у фахівців педагогічного профілю. Установлено високий рівень запиту на екологічних фахівців, здатних формувати у здобувачів освіти стійкі екологічні цінності. Отримані дані засвідчили необхідність цілеспрямованого формування еконавичок у процесі професійної підготовки.

Розкрито особливості оновлення освітньо-професійної програми спеціальності А4 Середня освіта (Хімія) в СумДПУ імені А. С. Макаренка, спрямованої на підвищення рівня екологічної підготовки майбутніх учителів хімії. Представлено перелік дисциплін і практико-орієнтованих компонентів, що забезпечують формування екологічного мислення, професійної відповідальності та здатності застосовувати принципи зеленої хімії у фаховій діяльності, серед яких «Аналітична хімія докілья», «Теорія хімічного синтезу», «Методика навчання хімії» та практикуми. Зроблено висновок про доцільність інтеграції екологічної компетентності як наскрізного компонента професійної підготовки вчителів природничих дисциплін.

Ключові слова: екологічна компетентність, сталий розвиток, зелені навички, «green skills», еконавички, хімічний синтез, хімія докілья, учитель хімії.

Постановка проблеми. На межі третього тисячоліття людство опинилося перед низкою глобальних екологічних викликів, що несуть загрозу не лише природному середовищу, а й самому існуванню цивілізації. Зміна клімату, виснаження природних ресурсів, втрата біорізноманіття, забруднення атмосфери, ґрунтів і водних систем – це не лише наукові проблеми, а й життєві реалії, що потребують негайних дій. У цьому контексті освіта набуває особливої ваги як інструмент формування нового типу свідомості – екологічної, заснованої на науковому пізнанні, практичній дії та особистій відповідальності.

Екологічна компетентність, що включає не лише знання, а й уміння, цінності, ставлення та готовність до екологічно відповідальної поведінки, має стати складовою життєвої компетентності сучасної людини. Особливо актуальним є її формування в рамках вивчення природничих дисциплін – біології, хімії, географії, які мають потужний потенціал у контексті екологізації навчального процесу [4]. Саме ці дисципліни сприяють глибшому розумінню взаємозв'язків у природі, сутності антропогенного впливу та шляхів подолання екологічних криз.

Сучасна система освіти, зокрема вища педагогічна, має забезпечити підготовку

майбутніх учителів до здійснення еколого-педагогічної діяльності, здатних інтегрувати екологічні знання в навчання та виховання учнів [2]. Від якості такої підготовки залежить формування екологічної свідомості молодого покоління, розвиток екологічної культури суспільства та, зрештою, збереження навколишнього середовища.

Актуальність цієї проблематики підтверджується міжнародним досвідом. У країнах Західної Європи та Японії екологічне виховання розпочинається з раннього віку – з 3-5 років, інтегруючись у загальний зміст освіти [7]. Це забезпечує високу екологічну культуру та активну участь громадян у природоохоронній діяльності. В Україні ж, попри задекларовану концепцію екологізації виховання, переважає теоретичний підхід, а рівень сформованості еконавичок і реальної еколого-педагогічної готовності майбутніх учителів залишається низьким [3]. На тлі пасивності значної частини населення й дефіциту відповідальності за власні дії у взаємодії з довкіллям, формування екологічної компетентності в освіті, особливо в системі професійної підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін, стає одним із пріоритетних напрямів модернізації освітнього простору в контексті цілей сталого розвитку. Лише цілісна, безперервна й практикоорієнтована екологічна освіта здатна забезпечити підготовку нової генерації фахівців, здатних до відповідального природокористування та трансформації екологічних цінностей у повсякденне життя.

Мета статті – обґрунтування доцільності та ефективних підходів до формування екологічної компетентності майбутніх учителів хімії з урахуванням сучасних викликів сталого розвитку, запитів роботодавців та міжнародних підходів до розвитку «зелених» навичок у підготовці майбутніх учителів хімії.

Аналіз актуальних досліджень. Ґрунтовний аналіз наукової літератури показав, що українські науковці оперують поняттям «екологічна компетентність», яка розглядається в роботах С. Бондар, Г. Бордовського, А. О. Гуренкової, С. Глазачова, С. Головіна, О. Колонькової, К. Корсак, В. Маршицької, Г. Папуткової, Н. Пустовіта, В. Стрельнікова, Л. Хоружої, С. Шмалей, І. Ящук та ін. та «екологічна культура», формування якої висвітлено в роботах Л. Білик, Т. Вайда, Н. Грейда, Н. Єфіменко, О. Лазебна, О. Пономарьова, С. Шмалей та ін.

Так, С. Жданова визначає екологічну компетентність як інтегровану професійну якість суб'єкта еколого-педагогічної діяльності, яка проявляється у наступних компетенціях: інформаційно-екологічній, предметно-методичній і ціннісно-мотиваційній [4, с. 78].

За Н. Олійником це – інтегрований результат навчальної діяльності студентів, який формується передусім завдяки опануванню змістом предметів екологічного спрямування і набуттям досвіду використання екологічних знань у процесі вивчення предметів спеціального та професіонального циклів [4, с. 78].

О. Колонькова визначає екологічну компетентність як систему знань, умінь та навичок у сфері екологічної діяльності, що відповідають внутрішній позиції та забезпечують кваліфіковане розв'язання екологічно небезпечних ситуацій [4, с. 78].

Ю. Шапран – як інтегративну якість високомотивованої особистості, у структурі якої виокремлюються ціннісно-мотиваційний, когнітивно-діяльнісний та особистісно-рефлексивний компоненти [6].

С. Рудишин, І. Коренева та В. Самілик уточнюють сутність поняття «екологічної компетентності», враховуючи стратегію сталого розвитку, і трактують екологічну компетентність вчителів природничих дисциплін як здатність активно, відповідально та ефективно реалізовувати стратегію сталого розвитку щодо екологізації суспільної свідомості та економіки з метою збалансованого соціально-економічного розвитку суспільства та збереження природи, спираючись на знання екологічних законів і закономірностей [4].

У закордонній науковій літературі наковці послуговуються переважно термінами-синонімами «eco skills» або «green skills» [8, 9, 14, 16, 17]. Так, М. Pavlova [15] розглядає «generic green skills» (загальні зелені навички) як універсальні компетентності, що є необхідними для забезпечення сталого розвитку в усіх сферах економіки та професійної діяльності, незалежно від галузі чи рівня кваліфікації. Її підхід базується на переконанні, що зелена трансформація економіки вимагає не лише технічних знань, а й зміни мислення, ставлення та поведінки людей, що працюють у різних секторах. Зелені навички не

обмежуються лише технічними знаннями щодо збереження енергії чи управління відходами. Вони охоплюють широкий спектр когнітивних, міжособистісних, внутрішньоособистісних і технологічних компетентностей, що стосуються сталого розвитку.

Авторка пропонує чітку класифікацію загальних зелених навичок на 4 основні категорії:

- когнітивні компетентності (сюди входять екологічна свідомість, готовність навчатися сталому розвитку, системний та ризик-аналіз, уміння оцінювати та розуміти необхідність змін, а також інноваційні навички для розробки «зелених» рішень);
- міжособистісні компетенції (ця категорія включає навички координації, управління, ведення бізнесу для міждисциплінарних підходів, комунікації та переговорів для розв'язання конфліктів, а також маркетингові навички для просування екологічно чистих продуктів);
- внутрішньоособистісні компетенції (до цієї групи належать адаптивність, навички, що допомагають опанувати нові «зелені» технології, та підприємницькі навички для використання можливостей низьковуглецевих технологій);
- технологічні компетентності (моніторинг і оцінка споживання ресурсів (вода, енергія, матеріали), управління екологічними ризиками, мінімізація негативного впливу на довкілля, тбт практичні інструменти, що дозволяють впроваджувати екологічно орієнтовані технології у виробничих процесах).

Авторка підкреслює, що визначені нею загальні зелені навички узгоджуються з ключовими «м'якими» навичками, які вже цінуються роботодавцями, але при цьому вони контекстуалізовані з урахуванням екологічної свідомості та розуміння сталого розвитку. Вона також наголошує, що ці чотири категорії загальних зелених навичок є основою для навчальних ресурсів і необхідні для розвитку в здобувачів освіти важливих навичок, які допоможуть покращити поточний та майбутній стан планети.

Зауважимо, що дослідження зелених навичок «green skills» у світовій науковій спільноті доповнилося новим напрямком – компетентностями сталого розвитку «sustainability competences» [12; 13; 14], які на перший погляд, можуть здатися ідентичними. Однак у концептуальних рамках зелені навички пов'язані, перш за все, з навколишнім середовищем, і тому можуть бути визначені як техніко-наукові навички, пов'язані з розвитком зелених робочих місць, необхідних для вирішення сучасних екологічних катастроф та проблем, пов'язаних зі зміною клімату [17]. Компетентності сталого розвитку можна визначити як ключові компетенції, що сприяють усім вимірам сталого розвитку, тобто компетенції, корисні для цілісного людського розвитку [10] і управління переходом до сталого розвитку та забезпечення зміни парадигми на основі цілісного людського розвитку. Останні є фундаментальними для розвитку внутрішньоособистісних компетенцій для підвищення обізнаності про екосистеми, міжособистісних компетенцій для сприяння співпраці, необхідної для вирішення проблем глобального управління, системного мислення, для інтегрованого вирішення проблем у складних адаптивних системах [11], а також компетенцій, орієнтованих на передбачення та дії для подолання непередбачуваних майбутніх сценаріїв.

Виклад основного матеріалу. На кафедрі біології людини, хімії та методики навчання хімії Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка одним із провідних напрямків освітньої діяльності, як навчальної, так і позанавчальної, є формування екологічної компетентності та культури свідомого споживання [1; 5]. Підготовка здобувачів вищої освіти за спеціальністю А4 Середня освіта (Хімія) здійснюється на рівнях бакалавра та магістра, з особливим акцентом на еколого-хімічну складову освітньо-професійних програм і на формування та розвиток екологічної компетентності майбутніх учителів хімії.

З метою вивчення запиту роботодавців на екологічну складову професійної підготовки, протягом 2023-2024 років нами було проведено анкетування керівників закладів освіти, які виступають потенційними роботодавцями випускників нашого ЗВО, щодо еконавичок, як складових сформованої екологічної компетентності. Опитування охопило 35 закладів фахової передвищої, професійної (професійно-технічної) освіти

Сумської, Київської, Тернопільської областей (рис. 1), чисельність педагогічного колективу в яких переважно коливається в межах 20-60 осіб (рис. 2).

Назва закладу освіти

35 ответов

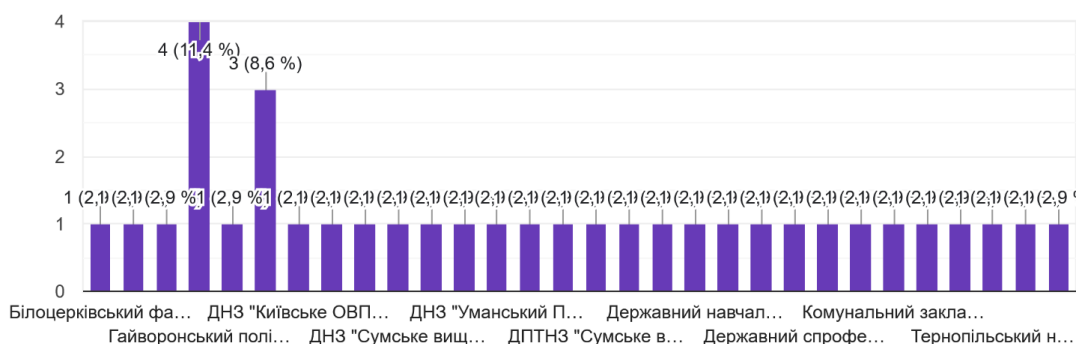


Рис 1. Заклади освіти, охоплені анкетуванням

Скільки викладачів працює у Вашому закладі освіти?

35 ответов

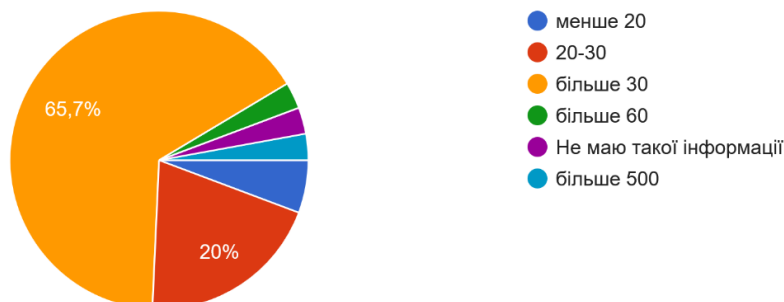


Рис 2. Контингент викладачів у закладах освіти, охоплених анкетуванням

У процесі формулювання запитань анкети ми спиралися на розуміння екологічних навичок (еконавичок) як складової м'яких навичок (soft skills) [15], що мають важливе значення для сталого розвитку.

На запитання «Наскільки важливо, на Вашу думку, щоб викладачі володіли як професійними (специфічними для роботи), так і ключовими компетенціями та м'якими навичками?» переважна більшість респондентів – 88,6% погодились, що володіння м'якими навичками, включаючи еконавички, є надзвичайно важливо (рис. 3). Жоден із опитаних не вважав їх неактуальними або несуттєвими.

Аналогічна тенденція спостерігалася й щодо здобувачів освіти. Так, на запитання «Наскільки важливо, на Вашу думку, щоб здобувачі мали можливість отримувати як професійні (специфічні для роботи), так і ключові компетентності та м'які навички завдяки високоякісному наданню освітніх послуг?» – 88,6% керівників закладів зазначили, що це є надзвичайно важливо (рис. 4). Ці результати є підтвердженням зростаючого запиту на екокомпетентних фахівців у сфері освіти.

Наскільки важливо, на Вашу думку, щоб викладачі володіли як професійними (специфічними для роботи), так і ключовими компетенціями та м'якими навичками?

35 ответов

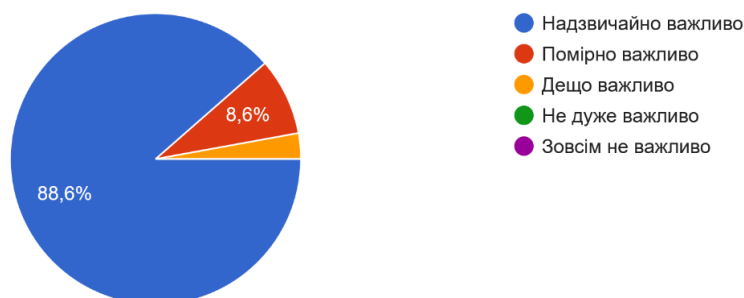


Рис 3. Відповіді респондентів щодо важливості володіння м'якими навичками

Наскільки важливо, на Вашу думку, щоб здобувачі мали можливість отримувати як професійні (специфічні для роботи), так і ключ...вдяки високоякісному наданню освітніх послуг?

35 ответов

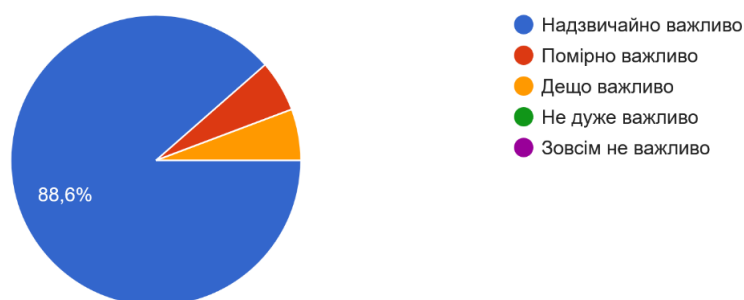


Рис. 4. Відповіді респондентів щодо важливості формування м'яких навичок у здобувачів

Ключовим у нашому дослідженні було з'ясування позиції роботодавців щодо необхідності формування екосвідомості у майбутніх фахівців. Як свідчать результати, представлені на діаграмі (рис. 5), 100% опитаних вважають формування екосвідомості у здобувачів освіти важливим (з них 85,7% – надзвичайно важливим і 14,3 – помірно важливим). Такі результати свідчать про те, що екологічна компетентність розглядається не лише як особиста риса, а як інтегрована професійна якість, необхідна сучасному педагогу.

Наскільки важливо, на Вашу думку, готувати екосвідомих спеціалістів?

35 ответов

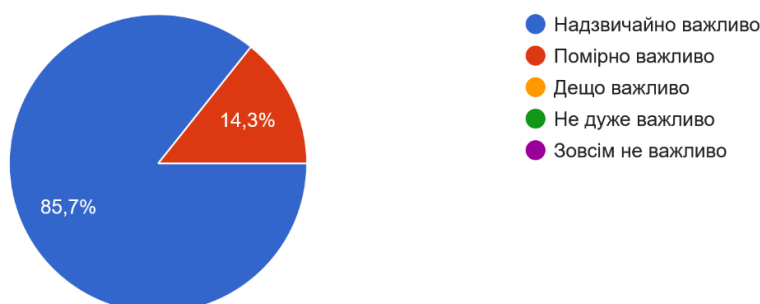


Рис 5. Відповіді респондентів щодо необхідності формування екосвідомості

Цінними для аналізу виявились відповіді роботодавців на запитання «Які компетентності, на Вашу думку, важливо формувати у спеціалістів Вашого закладу освіти?», що відображають очікування роботодавців щодо професійного портрета викладача. І для педагогічних закладів освіти, які займаються підготовкою майбутніх учителів, така інформація є важливою. Як видно, із результатів (рис. 6), варіант «Прагнення до збереження навколишнього середовища» обрали 85,7%, «Дотримання правил і норм екологічної безпеки (щодо захисту довкілля від шкідливого впливу виробництв)» – 74,3%, «Оволодіння основами енергоефективності та енергозбереження» – 74,3%, «Прагнення до свідомого споживання» – 71,4% опитаних. Це свідчить про розширення запиту на формування поведінкових стратегій, пов'язаних зі сталим розвитком, ще на етапі професійної підготовки майбутніх педагогів.

Які компетентності, на Вашу думку, важливо формувати у спеціалістів Вашого закладу освіти?

35 ответов

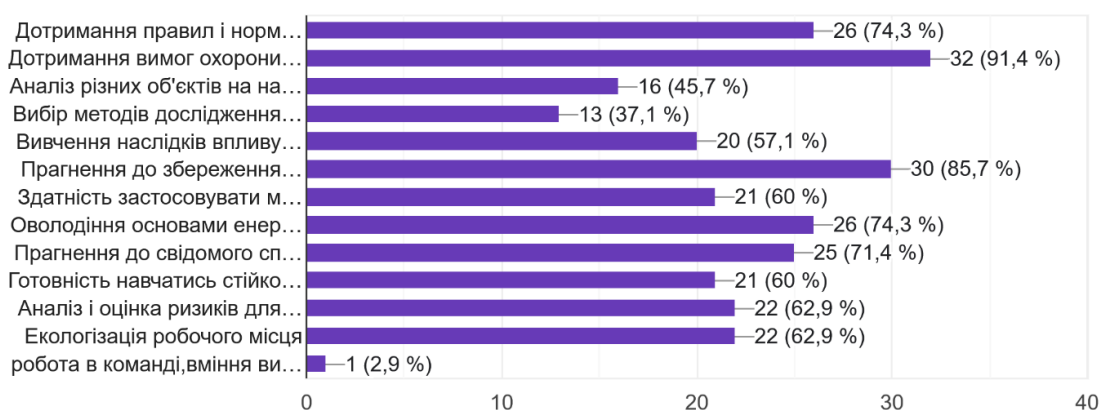


Рис. 6. Очікування роботодавців щодо компетентностей педагогічних працівників

З якими ж труднощами при формуванні м'яких навичок стикались респонденти? Результати показують (рис. 7), що основними проблемами є недостатність матеріально-технічної бази та обладнання та відсутність навчальних/методичних матеріалів.

Які, на вашу думку, існують бар'єри для розвитку професійних і м'яких навичок при підготовці спеціалістів Вашим навчальним закладом?

35 ответов

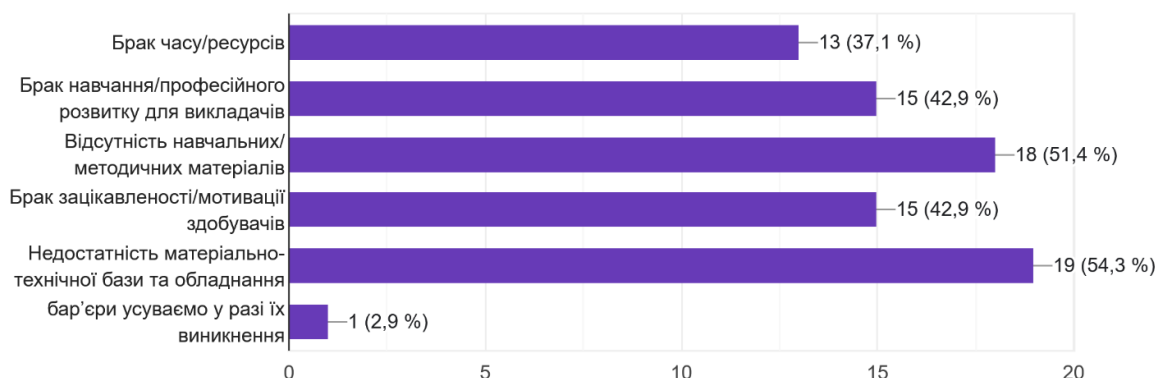


Рис. 7. Приклади викликів при підготовці спеціалістів

З огляду на чітко окреслений у сучасному освітньому середовищі запит на формування екосвідомого педагога, здатного не лише володіти екологічною компетентністю, а й ефективно транслювати її здобувачам освіти, було здійснено перегляд і цільове доповнення змісту освітньо-професійної програми «Середня освіта (Хімія)» другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю А4 Середня освіта (Хімія). Одним із пріоритетів модернізації програми стало впровадження освітніх компонентів, спрямованих на осмислення екологічних викликів сьогодення та формування компетентностей, необхідних для реалізації засад сталого розвитку у фаховій діяльності вчителя хімії.

Зокрема, до переліку обов'язкових дисциплін включено такі курси, як «Аналітична хімія довкілля» та «Теорія хімічного синтезу», у межах яких майбутні педагоги набувають ґрунтовних знань про основні токсиканти навколишнього середовища, джерела їх походження (як природні, так і антропогенні), механізми їх міграції у біосфері, а також методи їх виявлення, кількісного аналізу та знешкодження. Важливим аспектом вивчення зазначених дисциплін є розвиток екологічного мислення й професійної відповідальності за наслідки хімічного впливу на довкілля.

Особливу роль у формуванні екологічної компетентності відіграє опанування концептуальних засад «зеленої хімії», яка розглядається як ключовий сучасний напрям екологізації хімічної науки. В межах вивчення «Теорії хімічного синтезу» студенти ознайомлюються з принципами сталого проектування хімічних процесів на всіх етапах їх життєвого циклу – від вибору екологічно безпечної сировини, розробки енергозберігаючих технологій та використання поновлюваних джерел енергії до впровадження методів рециклінгу й безпечної утилізації кінцевих продуктів. Основною метою «зеленої хімії» є мінімізація екологічного сліду хімічного виробництва, створення безпечних для здоров'я людини та природи речовин і матеріалів, а також зменшення залежності від невідновлюваних ресурсів.

Для посилення практикоорієнтованої складової підготовки було запроваджено спеціалізовані курси: «Практикум з хіміко-екологічного моніторингу довкілля», в межах якого студенти опановують методики аналізу реальних проб об'єктів навколишнього середовища, та «Практикум з синтезу хімічних речовин», який спрямований, зокрема, і на оволодіння навичками екологічно безпечного лабораторного синтезу із врахуванням принципів зеленої хімії.

Крім того, методологічні підходи до формування екологічної компетентності здобувачів освіти розкриваються в курсі «Методика навчання хімії», у межах якого майбутні вчителі опановують сучасні дидактичні стратегії інтеграції екологічного змісту в процес викладання хімії в закладах освіти.

Таким чином, освітня програма реалізує комплексний підхід до формування екологічної компетентності майбутніх педагогів-хіміків, поєднуючи теоретичну обізнаність, експериментальну підготовку та педагогічну майстерність, що є необхідною умовою підготовки фахівця нової генерації – екологічно відповідального, професійно компетентного та здатного сприяти формуванню сталого світогляду у здобувачів освіти.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Проведене нами дослідження показало, що формування екологічної компетентності майбутніх учителів хімії є необхідною складовою їхньої професійної підготовки в умовах сучасних екологічних викликів і переходу до моделі сталого розвитку. Одержані результати засвідчують наявність чітко вираженого запиту роботодавців на фахівців, здатних не лише володіти екологічними знаннями, а й формувати екосвідомість у здобувачів освіти. Важливою складовою для забезпечення ефективного комплексного формування і розвитку екологічної компетентності є включення у освітні програми екологічно орієнтованих навчальних дисциплін і практикоорієнтованих компонентів. Важливим напрямом подальших досліджень вбачається удосконалення методик інтеграції зелених навичок і компетентностей сталого розвитку в професійну підготовку педагогів, з урахуванням запитів ринку праці та глобальних тенденцій у сфері освіти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Бабенко, О. М., Харченко, Ю. В., Гавенко, К. В. (2024). Роль міжнародного співробітництва у розвитку екологічної компетентності молоді. Дев'ять Сумські наукові географічні читання: збірник матеріалів. (Суми, 4-5 жовтня 2024 р.). м. Суми. 2024. С. 3-6. (Babenko, O. M., Kharchenko, Yu. V., Havenko, K. V. (2024). The role of international cooperation in the development of ecological competence of youth. Ninth Sumy scientific geographical readings: collection of materials. (Sumy, October 4-5, 2024). Sumy. 2024. P. 3-6.).
2. Білянська, М. М., Ярошенко, О. Г. (2017). Компоненти та рівні готовності студентів до організації еколого-педагогічної діяльності: теоретичний аспект. Науковий вісник Миколаївського національного університету імені ВО Сухомлинського. Педагогічні науки, (1), 21-25. (Bilyanska, M., Yaroshenko, O. (2017). The components and levels of students' readiness to organize ecologo-pedagogical activity: theoretical aspect. Scientific Bulletin of the Mykolaiv National University named after V. V. Sukhomlynsky. Pedagogical Sciences, (1), 21-25.).
3. Мандрик, О. М., Мальований, М. С., Орфанова, М. М. (2019). Екологічна освіта для сталого розвитку. Ecological Safety & Balanced Use of Resources, 19(1). (Mandryk, O. M., Malyovany, M. S., Orfanova, M. M. (2019). Ecological education for sustainable development. Ecological Safety & Balanced Use of Resources, 19(1)).
4. Рудишин, С. Д., Коренева, І. М., Самілик, В. І. (2016). Екологічна компетентність як загальна компетентність вчителів природничих дисциплін. Український педагогічний журнал, (3), 74-83. (Rudyshyn, S. D., Koreneva, I. M., Samilyk, V. I. (2016). Ecological competence as a general competence of teachers of natural sciences. Ukrainian Pedagogical Journal, (3), 74-83.).
5. Харченко Ю. В., Дашутіна А. А. (2024). Органічне виробництво та споживання: дослідження в контексті Сумської області. Слобожанський науковий вісник. Серія Природничі науки, 2, 58-64. (Kharchenko, Yu. V., Dashutin, A. A. (2024). Organic production and consumption: research in the context of the Sumy region. Slobozhanskyi naukovyi visnyk. Series Natural Sciences, 2, 58-64.).
6. Шапран, Ю. П. (2015). Сутнісні ознаки, структурні компоненти і вимірювання екологічної компетентності студентів-біологів педагогічного університету. Педагогічна освіта: теорія і практика, (18), 322. (Shapran, Y. P. (2015). Essential features, structural components and measurement of ecological competence of biology students of the pedagogical university. Pedagogical education: theory and practice, (18), 322.).
7. Шумілова А. (2015). Формування екологічної свідомості школярів еколого-освітніми заходами НПП «Слобожанський». Вісник ХНУ ім. В. Каразіна. Серія: «Екологія», 13, 104–111. (Shumilova, A. (2015). Formation of environmental awareness of schoolchildren through ecological and social activities of the Slobozhanskyi National Nature Reserve. Bulletin of the V. Karazin KhNU. Series: Ecology, 13, 104–111.).
8. Abd Hamid, M. Z., Hassan, Z., Nordin, M. S., Kamin, Y., Atan, N. A., Suhairom, N. (2019). Generic green skills in teaching and learning: Meaning and implementation. Universal Journal of Educational Research, 7(12A), 121-126.
9. Balcarova, T., Pitrova, J., Pilařová, L. (2023). Sustainability and green skills education: current state of student's knowledge in four EU countries. In ICERI2023 Proceedings (pp. 5598-5604). IATED.
10. Cabral, C. and Dhar, R.L. (2021), Green competencies: insights and recommendations from a systematic literature review. Benchmarking: An International Journal, 28(1), 66-105. <https://doi.org/10.1108/BIJ-11-2019-0489>.
11. Folke, C., Biggs, R., Norström, A. V., Reyers, B., Rockström, J. (2016). Social-ecological resilience and biosphere-based sustainability science. Ecology and Society, 21(3). <http://www.jstor.org/stable/26269981>.
12. Francesconi, D., Symeonidis, V., Agostini, E. (2021). FridaysForFuture as an enactive network: Collective agency for the transition towards sustainable development. Frontiers in Education, 6. 10.3389/educ.2021.636067.
13. Francesconi, D., Tarozzi, M., Bykachev, K., Välimäki, T., Turunen, H., Simovska, V. (2022).

- Quality of life movement: Historical overview of the policies and challenges for the future of education. Policy Futures Educ, 21, 147821032211054. 10.1177/14782103221105462.
14. Montanari, S., Agostini, E., Francesconi, D. (2023). Are we talking about green skills or sustainability competences? A scoping review using scientometric analysis of two apparently similar topics in the field of sustainability. Sustainability, 15(19), 14142.
 15. Pavlova, M. (2018). Fostering inclusive, sustainable economic growth and «green» skills development in learning cities through partnerships. International Review of Education: Journal of Lifelong learning, 64(3), 339-354.
 16. Sern, L. C., Zaime, A. F., Foong, L. M. (2018). Green skills for green industry: A review of literature. In Journal of Physics: Conference Series, 1019(1), 012030.
 17. Vona, F., Marin, G., Consoli, D., Popp, D. (2015). Green skills. w21116. National Bureau of Economic Research.

Kharchenko Yu. V., Babenko O. M. Ecological competence of future chemistry teachers: challenges and development pathways.

Summary. The article is devoted to highlighting the theoretical foundations of developing ecological competence in future chemistry teachers within the context of sustainable development. The authors analyze modern approaches to interpreting the concepts of «ecological competence» and «green skills» in both Ukrainian and international scientific literature. Particular attention is paid to the relationship between the terms «green skills» and «sustainability competences» in the context of shaping environmentally conscious professionals. It is shown that ecological competence encompasses not only technical knowledge, but also soft skills essential for greening thinking, professional activity, and education in general. The importance of ecological competence as an integral component of future chemistry teachers' professional training is substantiated, particularly through its connection to the implementation of sustainable development principles in the educational process.

The article presents an analysis of a survey conducted among potential employers – heads of educational institutions in Sumy, Kyiv, and Ternopil regions – regarding the relevance of ecological training and the development of ecological awareness and green skills in pedagogical specialists. A high demand for environmentally conscious professionals capable of fostering sustainable ecological values in learners has been identified. The findings indicate the need for targeted development of green skills in the course of professional training.

The article outlines the key features of the updated educational and professional program for specialty A4 Secondary Education (Chemistry) at Sumy State Pedagogical University named after A. S. Makarenko, aimed at enhancing the level of ecological training for future chemistry teachers. A list of academic disciplines and practice-oriented components is provided, which support the development of ecological thinking, professional responsibility, and the ability to apply the principles of green chemistry in professional activities. These include «Environmental Analytical Chemistry», «Theory of Chemical Synthesis», «Methods of Teaching Chemistry», and hands-on practicums. The conclusion emphasizes the expediency of integrating ecological competence as a cross-cutting component of the professional training of natural science teachers.

Keywords: ecological competence, sustainable development, «green skills», ecoskills, chemical synthesis, environmental chemistry, chemistry teacher.

Подано до друку 20.03.2025

Прийнято до друку 02.04.2025

РОЗДІЛ 4. ОПТИМІЗАЦІЯ НАВЧАННЯ ДИСЦИПЛІН ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ ЗАСОБАМИ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

УДК 378.147

DOI 10.24139/2519-2361/2025.01/156-163

І. В. Хом'юк

ORCID ID 0000-0002-2516-2968

С. А. Кирилашук

ORCID ID 0000-0002-8972-3541

В. В. Хом'юк

ORCID ID 0000-0003-1704-570X

Вінницький національний технічний університет

ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ КРЕАТИВНОСТІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ ІТ- СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ ЗАСОБАМИ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ

У дослідженні висвітлено проблему розвитку креативності майбутніх ІТ-фахівців в процесі вивчення фундаментальних дисциплін, а саме вищої математики. Визначено, що процес розвитку креативності майбутніх фахівців ІТ спеціальностей, в першу чергу, спрямований на удосконалення мислення, яке характеризується глибиною, гнучкістю, логічністю, широтою, критичністю та реалізується через вплив на мотивацію здійснювати аналітичну діяльність, що передбачає оперування математичними знаннями та вміннями. Авторами виділено структурні складові креативності (мотиваційний, когнітивний, рефлексивний) та охарактеризовано кожен складову досліджуваного поняття.

Визначення рівня креативності студентів на заняттях з вищої математики можна оцінювати через здатність студентів знаходити нестандартні підходи до вирішення задач, генерувати нові ідеї та використовувати міждисциплінарні знання.

За критерії оцінювання креативності студентів ІТ-спеціальностей на заняттях з вищої математики пропонується обрати: оригінальність розв'язків (нестандартність підходів, уміння пропонувати нестандартні, творчі чи нові способи розв'язування математичних задач, доведення теорем); гнучкість мислення (кількість різних ідей, здатність знаходити альтернативні методи розв'язування задач); глибина розуміння (здатність глибоко аналізувати математичні проблеми, бачити приховані закономірності або зв'язки між темами з різних математичних розділів або інших дисциплін); реалізованість (здатність втілювати ідеї в практичні рішення). Ці критерії охоплюють як технічну, та і творчу складову роботи з математичними завданнями та допоможуть оцінити творчі здібності студентів в контексті вивчення вищої математики.

Для оцінювання рівня креативності студентів у контексті виконання математичних завдань розроблена шкала з п'ятьма рівнями: низький (елементарний), задовільний (репродуктивний), достатній (продуктивний), високий (творчий).

Наведено приклади завдань з різних тем курсу «Вища математика» для оцінювання рівня креативності.

Ключові слова: вища математика, гнучкість мислення, глибина розуміння, ІТ-спеціальності, креативність, критерії, креативні завдання, оригінальність, реалізованість.

Постановка проблеми. Креативні особистості відіграють ключову роль у науково-технічному прогресі суспільства, адже їхні оригінальні та новаторські ідеї й винаходи стимулюють розвиток країни та формують її інтелектуальний потенціал. Саме тому, сучасна система освіти вимагає від викладачів не лише передачу знань, а й формування у студентів навичок критичного мислення, творчого підходу до вирішення проблем та здатності генерувати нові ідеї. У цьому контексті важливим є розвиток креативності, яка є основою інноваційного мислення. Навчання вищої математики, яке часто асоціюється з

логікою та строгою структурою, насправді має величезний потенціал для стимулювання творчих здібностей студентів. Математика не лише формує аналітичне мислення, а й відкриває можливості для творчого пошуку шляхів вирішення задач, побудови нових моделей та використання міждисциплінарного підходу.

Аналіз актуальних досліджень. Дослідження у сфері розвитку креативності в процесі навчання математики охоплюють широкий спектр тем, зокрема інтерактивні методи викладання, використання нестандартних завдань, впровадження технологій, а також психологічні аспекти творчого мислення. Проблема креативності студентів є актуальною темою в освітній та психологічній науці і не залишається поза увагою вітчизняних науковців.

Дослідження впливу компетентнісного підходу на розвиток креативності студентів в Україні проводили такі науковці: С. Дімітрова-Бурлаєнко [1] (аналізувала поняття «креативна компетентність» майбутніх інженерів, підкреслюючи необхідність розмежування категорій «творчість» і «креативність» залежно від результату діяльності); М. Ткач [6] (вивчала проблему розвитку креативності студентів у контексті професійної освіти, акцентуючи увагу на необхідності розвитку самотворчих якостей особистості).

Вплив нестандартних математичних задач на формування креативності досліджують: О. Чашечникова [8] наголошує на важливості залучення студентів першого курсу до інноваційного процесу творчого пошуку, що сприяє розвитку їхньої креативності; О. Матяш та А. Терепа [2] розглядають теоретичні та методичні аспекти формування творчого мислення учнів у процесі навчання математики, що може бути адаптовано для студентів. Їхні роботи демонструють, що використання задач із реального життя та міждисциплінарних кейсів сприяє розвитку як аналітичного, так і творчого мислення.

Н. Твердохліб [5] вивчає вплив цифрових технологій на розвиток креативності у студентів технічних спеціальностей. У своїх роботах вона акцентує увагу на використанні математичних програм (наприклад, Maple, Mathcad) для створення моделей та візуалізації даних. Цей підхід допомагає студентам краще розуміти абстрактні математичні поняття та генерувати нові ідеї.

Вагомий внесок у розуміння психологічних та педагогічних аспектів креативності зробили такі науковці як Л. Рябовол [4] (вивчає креативність як предмет психолого-педагогічних досліджень, визначаючи основні аспекти проблеми та напрями наукових досліджень у цій галузі); В. Павленко [3] (вивчає сутність, структуру та закономірності креативності, аналізуючи різні підходи до розуміння цього феномену).

Українські науковці зробили вагомий внесок у дослідження розвитку креативності студентів. Їхні роботи акцентують увагу на інтеграції сучасних технологій, використанні нестандартних задач та створенні психологічно сприятливого середовища. Проте при такій високій зацікавленості різними аспектами досліджуваної проблеми, питання пов'язані із розвитком креативності студентів технічних спеціальностей в процесі вивчення вищої потребують подальшого вивчення.

Мета статті – визначити критерії, показники та рівні оцінювання креативності майбутніх фахівців ІТ- спеціальностей засобами вищої математики.

Виклад основного матеріалу. Ми пропонуємо креативність як складову компетентності майбутнього фахівця ІТ спеціальностей визначати як особистісно-професійну якість особистості, яка здатна оперувати творчим та логічним мисленням, здібностями, знаннями та вміннями, що сприяють продукуванню креативних ідей у процесі вирішення певного професійного завдання та побудови алгоритмів для його ефективного розв'язання.

Процес розвитку креативності майбутніх фахівців ІТ спеціальностей, в першу чергу, спрямований на удосконалення мислення, яке характеризується глибиною, гнучкістю, логічністю, широтою, критичністю та реалізується через вплив на мотивацію здійснювати аналітичну діяльність, що передбачає оперування математичними знаннями та вміннями.

На основі аналізу теоретичних джерел з проблеми дослідження було визначено структуру креативності майбутніх фахівців ІТ- спеціальностей (рис.1).

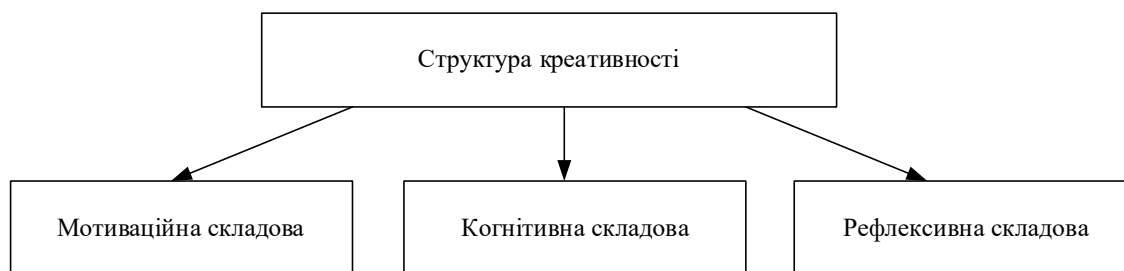


Рис. 1. Складові креативності студентів ІТ- спеціальностей

Мотиваційна складова креативності студентів ІТ-спеціальностей характеризується такими показниками як: 1) внутрішня зацікавленість (захоплення програмуванням, розробкою програмного забезпечення, інтерес до процесу створення коду, алгоритмів, програм чи цифрових продуктів); 2) позитивне ставлення до обраної спеціальності (інтерес до розробки соціально значущих проєктів, участі у хакатонах, конкурсах стартапів, ІТ-олімпіадах); 3) прагнення до інновацій (бажанням розробляти унікальні програми, веб-додатки тощо, зацікавленість використання новітніх технологій); 4) прагнення до саморозвитку (опанування нових мов програмування, інструментів і платформ).

Когнітивна складова характеризується: 1) компетенціями (знаннями, уміннями та навичками), що є необхідні для розробки інноваційних рішень та виконання складних завдань у сфері інформаційних технологій; 2) розвиненим мисленням, яке характеризується швидкістю, гнучкістю (здатність швидко адаптуватися до нових технологій, платформ або мов програмування), здатністю до структурування, встановлення зв'язків між різними концепціями, мовами програмування, технологіями, використання знань з інших сфер для прийняття інноваційних ІТ-рішень (асоціативне мислення), генерування різноманітних ідей та альтернативних рішень для конкретних технічних завдань (дивергентне мислення); 3) оригінальністю (розробляти унікальні алгоритми, програми які відрізняються від стандартних або традиційних, пропонувати нові підходи до інтеграції технологій, які ще не використовувалися раніше); 4) використанням творчих методів і підходів для знаходження нових шляхів вирішення завдань, навіть за відсутності повної інформації, розробкою прототипів і тестування ідей для подальшого вдосконалення (евристичне мислення); 5) здатністю уявляти структури коду чи архітектури програми перед її реалізацією (образне мислення); 6) умінням розбивати складні проблеми на прості складові для їх глибокого аналізу, здатністю знаходити закономірності в масиві даних чи у поведінці систем (аналітичне мислення).

Виходячи з вищесказаного, за основні показники в оцінюванні сформованості когнітивної складової ми пропонуємо обрати такі: 1) уміння генерувати нові та унікальні ідеї; 2) уміння створювати нові зв'язки між ідеями, об'єктами чи поняттями; 3) здатність пропонувати декілька рішень для однієї проблеми; 4) здатність адаптуватися до нових умов та швидко переключатися між завданнями або підходами залежно від нових даних; 5) здатність аналізувати складні ідеї, визначати їхню сутність та будувати зв'язки.

Рефлексивна складова характеризується здатністю: 1) усвідомлювати свій стиль роботи, підходу до вирішення завдань і творчих можливостей, розуміти власні сильні й слабкі сторони як ІТ-фахівця (самоусвідомлення); 2) аналізувати власні помилки і невдачі у процесі розробки програмного забезпечення чи вирішенні технічних проблем, виявляти причини успіху або недоліків у реалізованих проєктах з метою їх покращення чи вдосконалення (самоаналіз); 3) критично оцінювати якість створеного продукту, його функціональність, оптимізацію та відповідність вимогам, об'єктивно оцінювати його оригінальність, цінність та доцільність (оцінка результатів); 4) осмислення методів і прийомів, які були використані в процесі створення нового продукту, що дозволяє вдосконалювати підходи до вирішення завдань у майбутньому; 5) усвідомлювати значення командної роботи й обміну ідеями для вдосконалення продукту; 6) виявляти причини недоліків у реалізованих проєктах, аналізувати їх і використовувати отриманий досвід для вдосконалення майбутніх результатів (навчання на помилках).

За основні показники в оцінюванні сформованості рефлексивної складової ми пропонуємо обрати такі: 1) здатність аналізувати свої дії та підходи під час виконання творчих завдань та оцінювати ефективність прийнятих рішень; 2) уміння знаходити та виправляти помилки в своїх рішеннях на основі рефлексії; 3) уміння об'єктивно оцінювати власні ідеї, визначати їх сильні та слабкі сторони; 4) уміння передбачати результати своїх рішень і їх вплив на кінцевий продукт або процес.

Виникає питання: «Якими критеріями можна оцінити креативність майбутнього ІТ-фахівця?»

Визначення рівня креативності студентів на заняттях з вищої математики є складним, але цікавим завданням. Креативність у цьому контексті можна оцінювати через здатність студентів знаходити нестандартні підходи до вирішення задач, генерувати нові ідеї та використовувати міждисциплінарні знання.

За критерії оцінювання креативності студентів ІТ-спеціальностей на заняттях з вищої математики ми пропонуємо обрати: *оригінальність розв'язків* (нестандартність підходів, уміння пропонувати нестандартні, творчі чи нові способи розв'язування математичних задач, доведення теорем); *гнучкість мислення* (кількість різних ідей, здатність знаходити альтернативні методи розв'язування задач); *глибина розуміння* (здатність глибоко аналізувати математичні проблеми, бачити приховані закономірності або зв'язки між темами з різних математичних розділів або інших дисциплін); *реалізованість* (здатність втілювати ідеї в практичні рішення).

Ці критерії охоплюють як технічну, та і творчу складову роботи з математичними завданнями та допоможуть оцінити творчі здібності студентів в контексті вивчення вищої математики.

Для оцінювання рівня креативності студентів у контексті виконання математичних завдань можна розробити шкалу з п'ятьма рівнями: низький (елементарний), задовільний (репродуктивний), достатній (продуктивний), високий (творчий).

Кожен рівень супроводжується детальними критеріями та відповідною кількістю балів.

Низький (елементарний) (I) рівень креативності (0-25 балів) характеризується стандартними відповідями студентів, які слідують шаблонним підходам, спроби знайти альтернативні шляхи розв'язання задач відсутні, їх відповіді поверхневі, без деталей чи додаткових пояснень, ідеї обмежуються базовими знаннями, без прояву гнучкості чи інноваційності. Студент виконує завдання, але не виявляє творчого мислення або сприймає задачу лише в рамках звичайного алгоритму.

Задовільний (репродуктивний) (II) рівень креативності (26-50 балів) характеризується наявністю деяких спроб студентів знайти альтернативні рішення, але відповіді здебільшого очевидні, вони використовують знайомі підходи із мінімальними відхиленнями від стандарту, ідеї можуть бути частково оригінальними, але не глибокими чи продуманими, виявляється їхня певна ініціатива, але результати залишаються середніми. Студент намагається вийти за межі стандартного підходу, але лише частково, використовує здебільшого лише відомі алгоритми.

Достатній (продуктивний) (III) рівень креативності (51-75 балів) визначається помітними спробами студентів експериментувати з різними способами розв'язання завдань, їхні відповіді демонструють здатність до логічних і нестандартних висновків, ідеї цікаві, але іноді не до кінця реалізовані або недостатньо обґрунтовані, вони здатні застосувати міждисциплінарні знання. Студент демонструє базовий рівень креативності, використовуючи поєднання стандартних та нових підходів, проявляє елементи творчості з опорою на відомі знання.

Високий (творчий) рівень (IV) креативності (76-100 балів) характеризується оригінальними розв'язками студентів, які використовують нові ідеї чи методи, вони пропонують декілька альтернативних шляхів розв'язання задачі, їхні відповіді глибокі, чітко аргументовані, із детальним поясненням, виявляють гнучкість у мисленні та вміння адаптувати знання до різних умов. Студент демонструє значну творчу ініціативу, адаптуючи ідеї до завдань та пропонуючи нестандартні рішення, використовує інноваційні підходи із глибоким аналізом, присутня інтеграція знань із різних дисциплін, що забезпечує новизну рішень.

Кожне завдання для визначення рівня креативності, яке ми пропонували студентам на заняттях з вищої математики оцінюється за окремими критеріями: оригінальність: 0–25 балів; гнучкість: 0–25 балів; глибина: 0–25 балів; реалізованість: 0–25 балів. Сумарний бал за всіма критеріями визначає рівень креативності студента.

Завдання, які надавались студентам були різнопланові, починаючи з простіших і поступово ускладнюючи їх.

Наведемо деякі приклади з них.

Приклад 1. Трикутник задано вершинами А (-3; 1; 1), В (-1; 3; 1) і С(1; 1; 1). Обчислити площу трикутника. Запропонуйте декілька варіантів розв'язування задачі, обґрунтуйте кожен з них та оберіть найбільш раціональний спосіб. Специфікою задачі є те, що трикутник – прямокутний і обчислення його площі значно спрощується.

Способи, які запропонували студенти для обчислення площі: формула Герона (привела до громіздких обчислень), використання скалярного добутку та формули $S = \frac{1}{2} ab \sin \alpha$, використання векторного добутку та формули $S = \frac{1}{2} |a \times b|$, де хто знайшов площу за формулою $S = \frac{1}{2} ah$, використавши спочатку знання з аналітичної геометрії.

Приклад 2 (геометрична задача з нестандартними умовами). На площині задано три точки А (0; 0), В (1; -1,5) та С(2; 3). Необхідно побудувати прямокутник так, щоб одна з його діагоналей збігалася з відрізком АС. Знайдіть координати вершин прямокутника, якщо це можливо, і поясніть свою стратегію побудови. Якщо розв'язати задачу неможливо, запропонуйте інші варіанти використання цих трьох точок для побудови фігур, що мають симетрію.

Оцінювання здійснювалось за критеріями:

1. Оригінальність (0–25 балів): чи запропоновані нестандартні способи побудови або трансформації геометричних фігур? Чи використані творчі методи роботи з умовами задачі?

2. Гнучкість (0–25 балів): чи розглянуто кілька можливих варіантів побудови прямокутника або інших фігур? Чи запропоновано альтернативні способи використання вихідних даних?

3. Глибина (0–25 балів): наскільки детально описаний процес побудови фігури?

Чи враховані всі геометричні властивості, зокрема симетрії, діагоналі, кути?

4. Реалізованість (0–25 балів): чи побудова можлива в реальних умовах (на площині)? Чи коректно враховані властивості прямокутника та вихідних точок?

Приклад 3. Завдання на знаходження альтернативних розв'язків.

Знайдіть область визначення функції: $f(x) = \frac{\ln(x^2 - 4)}{\sqrt{x - 2}}$. Вказати щонайменше два різні

способи представлення обмежень для x .

Час виконання: 10 хвилин. Критерії оцінювання: кількість способів, логічність та правильність кожного підходу.

Приклад 4. Завдання на генерацію ідей.

Знайдіть якнайбільше способів використання числа π поза математикою.

Час виконання: 5 хвилин. Критерії оцінювання: кількість ідей, оригінальність, глибина мислення.

Оскільки ми розвиваємо креативність саме студентів ІТ-спеціальностей, тому наведемо приклад адаптованого завдання з вищої математики для перевірки їх креативності.

Приклад 5. Адаптоване завдання з вищої математики для перевірки креативності студентів ІТ-спеціальностей.

Тема: Аналіз функцій та оптимізація процесів.

Мета: Оцінити вміння студентів застосовувати математичні методи для вирішення прикладних задач та проявляти творчий підхід у складних ситуаціях.

Завдання: Ви працюєте над розробкою алгоритму для онлайн-магазину, який рекомендує користувачам найзручніший час для здійснення покупок, щоб уникнути перевантаження системи. Для цього необхідно:

1. Побудова математичної моделі:

Припустимо, що потік покупців у магазині протягом дня описується функцією:

$$f(t) = 50 + 30\sin\left(\frac{\pi}{12}t\right) + 20e^{-0.1t}$$

Знайдіть проміжки часу, коли потік покупців мінімальний та максимальний.

2. Аналіз задачі: знайдіть періоди, коли швидкість зміни кількості покупців (похідна функції $f'(t)$) найбільша. Як ви можете використати цю інформацію для оптимізації роботи сервера?

3. Творча частина: запропонуйте альтернативну функцію, яка може описувати поведінку покупців у сезонні періоди (наприклад, перед святами). Обґрунтуйте свій вибір. Подумайте, як можна використовувати цю модель у поєднанні з алгоритмами прогнозування для покращення користувацького досвіду.

4. Розширене завдання: розробіть метод, який дозволить автоматично коригувати модель у реальному часі на основі отриманих даних про кількість відвідувачів. Якщо модель виявляє аномалії (наприклад, різке зростання покупців у несподіваний час), як запрограмувати систему для швидкої адаптації?

5. Візуалізація: побудуйте графік функції $f(t)$ та її похідної $f'(t)$. На графіку позначте точки максимуму, мінімуму та моменти швидкої зміни. Якщо можливо, запропонуйте візуальне рішення для інтерфейсу магазину, яке демонструє рекомендовані часи для покупок.

Ця задача дозволяє перевірити здатність студентів поєднувати теоретичні знання вищої математики з практичними навичками програмування та аналізу даних, що є важливими для IT-спеціалістів.

Оцінка завдання за критеріями:

1. Оригінальність (25 балів): завдання є нестандартним, оскільки поєднує класичні методи аналізу функцій з практичними аспектами IT. Водночас, воно досить популярне для задач оптимізації в прикладних проектах.

2. Гнучкість (25 балів): завдання дозволяє розширення та адаптацію: студенти можуть запропонувати власні моделі, використовувати додаткові дані, а також пропонувати ідеї з прогнозування та адаптації системи в реальному часі.

3. Глибина (25 балів): завдання передбачає математичний аналіз, побудову графіків, розробку алгоритмів адаптації та можливість інтеграції в реальні системи. Це вимагає від студента як аналітичного мислення, так і здатності до моделювання.

4. Реалізованість (25 балів): завдання можна реалізувати в навчальних умовах. Використання математичних моделей та програмних інструментів, таких як Python або Matlab, дозволяє довести практичну цінність запропонованих рішень.

Приклад 6 (Завдання на візуалізацію). Побудуйте графік функції, який описує реальний процес, наприклад, зміну температури протягом дня. Опишіть, чому саме така форма графіка відповідає реальності.

Час виконання 15 хвилин. Критерії оцінювання: відповідність графіка реальності, креативність у виборі процесу.

Крім того, варто залучати в освітній процес більше відкритих задач, тобто задач без чітко визначеного алгоритму розв'язання (наприклад, дослідження певних властивостей функцій або пошук моделей для реальних процесів). Такі завдання дозволяють перевірити наскільки студенти готові експериментувати, робити припущення та перевіряти їх.

З метою розвитку креативності студентів IT-спеціальностей першого курсу навчання двох спеціальностей «Комп'ютерна інженерія» та «Комп'ютерні науки» (104ст.) Вінницького національного технічного університету в процесі вивчення вищої математики нами використовувались розроблені завдання на протязі семестру, після чого використовуючи критерії оцінювання креативності отримано наступні результати.

Зведена порівняльна таблиця рівнів креативності студентів ІТ-спеціальностей (кількість студентів / %)

Групи	Кількість студентів	Рівень креативності			
		високий	достатній	задовільний	низький
ПКТ	46	8/17	12/27	11/24	15/32
КІ	58	7/12	8/14	18/31	25/43

Для наочності отриманих результатів нами побудовано гістограму (рис.2) рівнів креативності студентів ІТ-спеціальностей.

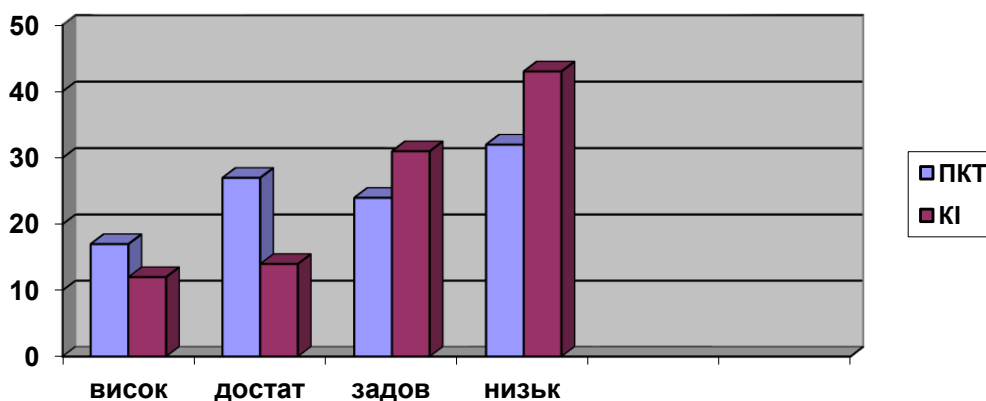


Рис. 2 Рівні креативності студентів першого курсу

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Отже, процес розвитку креативності майбутніх фахівців ІТ спеціальностей, в першу чергу, спрямований на удосконалення мислення, яке характеризується глибиною, гнучкістю, логічністю, широтою, критичністю та реалізується через вплив на мотивацію здійснювати аналітичну діяльність, що передбачає оперування математичними знаннями та вміннями.

Перспективи подальших досліджень вбачаємо у розробці інноваційних технологій навчання – створення авторських підходів, що стимулюватимуть нестандартне мислення та творчий підхід до розв'язання математичних задач, вивченні ефективності застосування ігрових методів та розробки практичних проєктів як засобів розвитку креативного мислення. Ці напрямки досліджень дозволять не лише покращити якість математичної підготовки майбутніх ІТ-фахівців, а й розвинути їхнє креативне мислення, що є критично важливим у сфері інформаційних технологій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Дімітрова-Бурлаєнко, С. Д. (2018). Креативна компетентність як складова професійної компетентності сучасного інженера. Матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. «Інноваційні наукові дослідження у галузі педагогіки та психології»: Запоріжжя : КПУ, 134-136. (Dimitrova-Burlayenko, S. D. (2018). Creative competence as a component of the professional competence of a modern engineer. Materials of the All-Ukrainian scientific-practical conference «Innovative scientific research in the field of pedagogy and psychology»: Zaporizhzhia: KPU, 134-136.).
2. Матяш, О. І., Терєпа, А. В. (2018). Математика у творчості. Творчість у математиці: монографія. Вінниця. (Matyash, O. I., Terpa, A. V. (2018). Mathematics in Creativity. Creativity in Mathematics: Monograph. Vinnytsia).
3. Павленко, В. В. (2015). Креативність: сутність, структура, закономірності формування і розвиток. Збірник праць «Педагогічна освіта: Теорія і практика. Педагогіка. Психологія». Київ, ун-т ім. Б. Грінченка, 23, 15–21. (Pavlenko, V. V. (2015). Creativity: essence, structure, patterns of formation and development. Collection of works «Pedagogical education: Theory and practice. Pedagogy. Psychology». Kyiv, B. Grinchenko University, 23, 15–21.).
4. Рябовол, Л. Т. (2020). Креативність як предмет психолого-педагогічних досліджень вітчизняних вчених. Наукові записки ЦДПУ. Серія: Педагогічні науки. Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка, 190, 42-47. (Ryabovol, L. T. (2020). Creativity as a subject of

- psychological and pedagogical research by domestic scientists. Scientific notes of the Central Ukrainian State Pedagogical University. Series: Pedagogical sciences. Kropyvnytskyi: RVV Central Ukrainian State Pedagogical University named after V. Vynnychenko, 190, 42-47.)
5. Твердохліб, Н. В. (2015). Проблема розвитку креативності особистості у психолого-педагогічних наукових дослідженнях. Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Педагогіка і психологія, 43, 399-402. (Tverdokhlib, N. V. (2015). The problem of developing individual creativity in psychological and pedagogical scientific research. Scientific notes of the Mykhailo Kotsiubynskiy Vinnytsia State Pedagogical University. Series: Pedagogy and Psychology, 43, 399-402.)
 6. Ткач, М. М. (2019). Проблема розвитку креативності студентів упродовж професійної підготовки. Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 5. Педагогічні науки: реалії, перспективи, 66, 191-196. (Tkach, M. M. (2019). The problem of developing students' creativity during professional training. Scientific journal of the National Polytechnic University named after M. P. Dragomanov. Series 5. Pedagogical Sciences: Realities, Prospects, 66, 191-196.)
 7. Хом'юк, І.В., Петрук, В.А., Хом'юк, В.В. (2012). Інтерактивні технології навчання вищої математики студентів технічних ВНЗ : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ. (Khomyuk, I.V., Petruk, V.A., Khomyuk, V.V. (2012). Interactive technologies for teaching higher mathematics to students of technical universities: a textbook. Vinnytsia: VNTU).
 8. Чашечникова, О. С. (2011). Створення творчого середовища в умовах диференційованого навчання математики: монографія. Суми. (Chashechnikova, O. S. (2011). Creating a creative environment in differentiated mathematics education: monograph. Sumy.)

Khomyuk I.V., Kyrylashchuk S.A., Khomyuk V.V. Determining the level of creativity of future specialists in it specialties using higher mathematics.

Summary. The study highlights the problem of developing creativity of future IT specialists in the process of studying fundamental disciplines, namely higher mathematics. It was determined that the process of developing creativity of future IT specialists is primarily aimed at improving thinking, which is characterized by depth, flexibility, logic, breadth, and criticality, and is implemented through the influence on motivation to carry out analytical activities that involve operating with mathematical knowledge and skills. The authors identified the structural components of creativity (motivational, cognitive, reflective) and characterized each component of the studied concept.

Determining the level of creativity of students in higher mathematics classes can be assessed through the ability of students to find non-standard approaches to solving problems, generate new ideas, and use interdisciplinary knowledge.

The following criteria for assessing the creativity of IT students in higher mathematics classes are proposed: originality of solutions (non-standard approaches, ability to propose non-standard, creative or new ways of solving mathematical problems, proving theorems); flexibility of thinking (number of different ideas, ability to find alternative methods of solving problems); depth of understanding (ability to deeply analyze mathematical problems, see hidden patterns or connections between topics from different mathematical sections or other disciplines); feasibility (ability to implement ideas into practical solutions). These criteria cover both the technical and creative components of working with mathematical problems and will help assess students' creative abilities in the context of studying higher mathematics.

To assess the level of creativity of students in the context of performing mathematical tasks, a scale with five levels has been developed: low (elementary), satisfactory (reproductive), sufficient (productive), high (creative).

Examples of tasks from various topics of the course «Higher Mathematics» are given to assess the level of creativity.

Keywords: higher mathematics, flexibility of thinking, depth of understanding, IT specialties, creativity, criteria, creative tasks, originality, feasibility.

Подано до друку 05.03.2025

Прийнято до друку 25.03.2025

УДК 001.89: 378: 510

DOI 10.24139/2519-2361/2025.01/164-173

Д. Є. Терменжи

ORCID ID 0000-0002-0539-5545

Державний податковий університет, м. Ірпінь

Н. М. Лосєва

ORCID ID 0000-0002-2194-134X

Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя, м. Ніжин

О. А. Ярова

ORCID ID 0000-0002-0522-8368

Державний податковий університет, м. Ірпінь

РОЗВИТОК СУЧАСНИХ ПЕДАГОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗАСОБАМИ ПРОЕКТУВАННЯ ІНДИВІДУАЛІЗОВАНОГО НАВЧАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ СОЦІАЛЬНИХ МЕДІА (НА ПРИКЛАДІ НАВЧАННЯ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ)

Стаття присвячена висвітленню основних етапів власного педагогічного дослідження з проектування індивідуалізованого навчання студентів вищої математики з використанням можливостей соціальних медіа. Ми згодні з педагогом, що феномен індивідуалізації навчання набуває актуальності з появою дітей «digital-native», народжених у світі технологій, сучасні здобувачі освіти відрізняються від своїх попередників, адже вони народились і розвиваються у середовищі великого обсягу інформації, основними каналами комунікації для них є соціальні медіа. Під терміном «соціальні медіа» ми розуміємо сукупність інтернет-сервісів та платформ, які надають можливість користувачам здійснювати комунікацію, споживати, створювати й розповсюджувати контент. Головним завданням педагогів сьогодні ми вбачаємо у можливості «говорити зі студентом його мовою» за допомогою соціальних медіа. Авторами описано три етапи власного педагогічного дослідження, яке проходило у Державному податковому університеті під час навчання вищої математики здобувачів освіти першого року навчання. На першому етапі дослідження здійснювалось вивчення стану проблеми, виявлення основних вимог щодо до організації індивідуалізованого навчання, основних тенденцій, зокрема, шляхів використання соціальних медіа. Було проведено опитування і виявлено найпопулярніші серед студентів соціальні медіа. На другому етапі педагогічного дослідження авторами було створено та впроваджено у навчальний процес математичний навчальний акаунт в Instagram (@mathclub_dpu), математичну спільноту у Telegram та групові чати з вищої математики для студентів у Viber. На третьому етапі здійснювалось оцінювання створених математичних спільнот у різних месенджерах, навчального математичного акаунту у Instagram та удосконалення методики їх застосування у освітньому процесі здобувачів першого курсу Державного податкового університету під час навчання вищої математики. Студентам (64 особи) було запропоновано пройти завершальне опитування у Google Forms. Результати опитування доводять позитивний вплив застосування соціальних медіа у навчання вищої математики.

Ключові слова: педагогічне дослідження, педагогічний експеримент, індивідуалізоване навчання, соціальні медіа, соціальні мережі, месенджери, методика навчання математики, вища математика

Постановка проблеми. Сучасна система вищої освіти перебуває в стані динамічних змін, викликаних глобалізаційними процесами, розвитком інформаційно-комунікаційних технологій та зростаючими вимогами до підготовки фахівців. У цьому контексті особливої актуальності набувають сучасні педагогічні дослідження, проведення яких є необхідним фактором для вдосконалення методів навчання, забезпечення якості освіти та формування компетентного спеціаліста.

Науковці [9] визначають науково-педагогічне дослідження як «особливу форму процесу пізнання педагогічної дійсності, систематичне цілеспрямоване вивчення її явищ і

процесів, в якому використовуються засоби і методи науки і яке завершується формулюванням знання про досліджуваний об'єкт». Головною метою педагогічного дослідження вони називають «відкриття об'єктивних закономірностей навчання, виховання і розвитку особистості, свідоме і цілеспрямоване застосування вже відомих законів у практиці навчально-виховної роботи» [9].

Одним із перспективних напрямів педагогічних досліджень, на нашу думку, є проектування індивідуалізованого навчання, яке поєднує традиційні та інноваційні підходи до викладання певної дисципліни. У своїй роботі «Індивідуалізація навчання у закладах загальної освіти як педагогічна проблема» педагог С. В. Алексеева [1] підкреслює, що «феномен індивідуалізації навчання набуває актуальності з появою дітей «digital-native», народжених у світі технологій. Педагог впевнена, що сучасні «цифрові діти» відрізняються від своїх попередників, адже вони народились і розвиваються у середовищі великого обсягу інформації [1].

Студенти нового тисячоліття характеризуються здатністю до «мультизадачності», тобто виконання багатьох завдань одночасно [11]. Педагоги одностайні у думці, що нове покоління цінує себе як особистість (персоналізація), ці діти мають прискорене переключення (коротка концентрація), вони сприймають інформацію з мінімальною кількістю слів, що складається з картинки або короткого відео (простота в комунікації), основним каналом комунікації стають інформаційні канали YouTube та соцмережі» [1].

Отже, головним завданням педагогів сьогодні є «говорити зі студентом» його мовою, щоб залучити його до навчального процесу, який буде більш індивідуалізованим, а тому і активнішим, насиченішим, захопливішим і більш цікавим для нього [11]. Перебіг комунікаційних процесів в сучасному суспільстві має мультимодальний характер і пов'язаний із масовою діджиталізацією та використанням соціальних медіа. Під поняттям «соціальні медіа» ми розуміємо «сукупність інтернетсервісів та платформ, які надають можливість користувачам здійснювати комунікацію, споживати, створювати й розповсюджувати контент» [2]. З використанням можливостей соціальних медіа, як підкреслює С. В. Алексеева [1], індивідуалізація навчання стає тим інструментом, що дає можливість розробки індивідуальної освітньої траєкторії; конструювання індивідуального освітнього маршруту; вибору індивідуального темпу навчання, форм і методів, засобів, способів контролю, рефлексії.

Аналіз актуальних досліджень. Відмітимо, що педагогічних досліджень з проблеми індивідуалізації навчання різних дисциплін на різних ланках освіти проведено багато. Так, український педагог О. С. Чашечникова у своєму дослідженні [8] розглядає індивідуалізацію навчання як одну з умов розвитку творчого мислення учнів при навчанні математики. Різні аспекти проблеми організації індивідуалізованого навчання розглядаються у дисертаційних педагогічних дослідженнях: індивідуалізація інклюзивного навчання учнів початкової школи (Н. Ратушняк), індивідуалізація самостійної навчальної діяльності з математичних дисциплін студентів (А. Бугра), індивідуалізація навчальної діяльності учнів з фізики засобами інноваційних технологій (С. Стецик), історичний аспект індивідуалізації навчання студентів природничо-математичних спеціальностей у вищих педагогічних навчальних закладах України (М. Пісоцька).

В умовах пандемії, а також повномасштабної війни в Україні вітчизняна система вищої освіти вимушена була пристосовуватися до нових викликів й активно застосовувати в освітньому процесі дистанційну та змішану форму навчання. У 2023 році групою українських учених було проведено ґрунтовне педагогічне дослідження питання індивідуалізації навчання як засобу компенсації освітніх втрат учнів в умовах воєнного стану закладів загальної середньої освіти (О. Малихін, Н. Арістова, С. Алексеева) та початкової школи (О. Барановська) у змішаному навчанні.

Багато сучасних педагогічних досліджень присвячені феномену соціальних медіа, їх використання у освіті: соціальні мережі в сфері освіти (Р. Гуревич), соціальні мережі як ефективне середовище в освітньому процесі (М. Зацерківна, В. Халіманенко), віртуальні навчальні спільноти у формуванні полікультурної компетентності учнів (І. Іванюк), використання соціальних мереж у коледжах та університетах США (Ю. Дюлічева),

соціальні мережі у навчанні фізики (Ю. Єчкало), соціальні медіа як інструмент освіти для миру (К. Годлевська), соціальна мережа Facebook у навчанні англійської мови (І. Карпа), освітній потенціал месенджерів як навчального середовища у мовній підготовці іноземних студентів (Н. Моргунова, Л. Кісіль), використання месенджера telegram як засобу підтримки освітнього процесу в умовах карантинних обмежень (О. Носенко, Ю. Носенко, Р. Шевчук), соціальні мережі як ефективне середовище комунікації в мовній підготовці іноземних студентів (В. Юфименко), електронні соціальні мережі в роботі з дітьми та молоддю з особливими освітніми потребами (А. Яцишин, В. Коваленко).

Відаючи належне напрацюванням науковців щодо питань теорії та практики індивідуалізації навчання у вищій школі, проблема організації індивідуалізованого навчання студента нового покоління з використанням соціальних медіа досліджена недостатньо. Фокус нашого дослідження зроблено на навчанні вищої математики, адже саме ця дисципліна відіграє ключову роль у розвитку логічного, аналітичного та критичного мислення, навчаючи студентів системно підходити до розв'язання професійних задач. Курс покликаний формувати та розвивати ключові та математичні компетентності [6], що є важливим для розуміння структурованих закономірностей у різних сферах знань.

Мета статті – висвітлення основних етапів власного педагогічного дослідження з проектування індивідуалізованого навчання студентів вищої математики з використанням мультимодальних можливостей соціальних медіа.

Виклад основного матеріалу. Педагогічне дослідження проводилося в три етапи: початковий (констатувальний), основний, оцінювальний (оцінка та корекція). Під час усіх етапів дослідження систематично аналізувалися отримані результати, вдосконалювалася методика індивідуалізованого навчання студентів вищої математики з використанням можливостей соціальних медіа.

Перший етап. Метою першого етапу було вивчення стану дослідженості проблеми, виявлення основних вимог щодо організації індивідуалізованого навчання, основних тенденцій, зокрема, використання соціальних медіа у навчанні.

Вивчалися першоджерела щодо проблеми дослідження, досліджувалась теорія на практика індивідуалізації навчання у вищій школі, роботи іноземних та вітчизняних методистів, педагогів-практиків, нормативні документи Міністерства освіти й науки України, робочі програми з вищої математики, різноманітні навчальні посібники, проводилось анкетування здобувачів освіти першого рівня (бакалавр) Державного податкового університету, інтерв'ювалися викладачі вищої математики. Проводились спостереження за викладанням вищої математики, вивчався передовий педагогічний досвід викладачів Державного податкового університету та Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя.

Аналіз наукової літератури дав змогу визначити основні поняття, що стосуються окресленої проблеми дослідження. Так, сутність поняття «індивідуалізація навчання» та його багатоаспектність було ґрунтовно розглянуто у дослідженні педагогів М. Grant та D. Basye, які у своїй книзі «Personalized Learning: A Guide for Engaging Students with Technology» констатують, що індивідуалізоване навчання передбачає надання здобувачам освіти такої індивідуальної психолого-дидактичної підтримки, яка гарантує оволодіння студентами змістом освіти відповідно до встановлених академічних стандартів [10].

Дослідники наголошують, що сучасних дітей об'єднує активне використання соціальних медіа. Результати досліджень показують, що студенти активно ведуть відеоблоги, зокрема, челенджі – ролики, у яких виконують різноманітні завдання та заохочують інших повторити їх, а також стріми – онлайн-трансляції з розважальним або інформаційним контентом. Для покоління «digital-native» реальний і віртуальний світи тісно взаємопов'язані, а участь в онлайн-спільнотах часто має для них більше значення, ніж фізична присутність у певному місці [1]. Ця особливість сучасних студентів значно впливає на процес навчання та пізнання світу. Студенти проводять багато часу за читанням дописів у соціальних мережах, скролінгом стрічки новин, переглядом коротких відеороликів (YouTube Shorts, Instagram Reels тощо), а тому соціальні мережі та месенджери мають

великий потенціал для використання цих сервісів у навчанні. Вони можуть стати ефективним інструментом для навчання, оскільки дозволяють швидко обмінюватися матеріалами, обговорювати завдання та отримувати зворотний зв'язок. Використання чатів і групових обговорень сприяє співпраці між студентами та викладачами, роблячи процес навчання більш інтерактивним. Крім того, освітній контент у вигляді відео, тестів і статей, поширений через соціальні платформи, допомагає урізноманітнити навчальний процес і підвищити мотивацію студентів.

З метою виявлення найбільш популярних серед здобувачів освіти соціальних мереж та месенджерів, студентам було запропоновано пройти опитування щодо соціальних медіа у навчанні та у повсякденному житті. В опитуванні взяли участь 64 студента першого курсу Державного податкового університету. Результати опитування представлено у діаграмі (рис. 1).

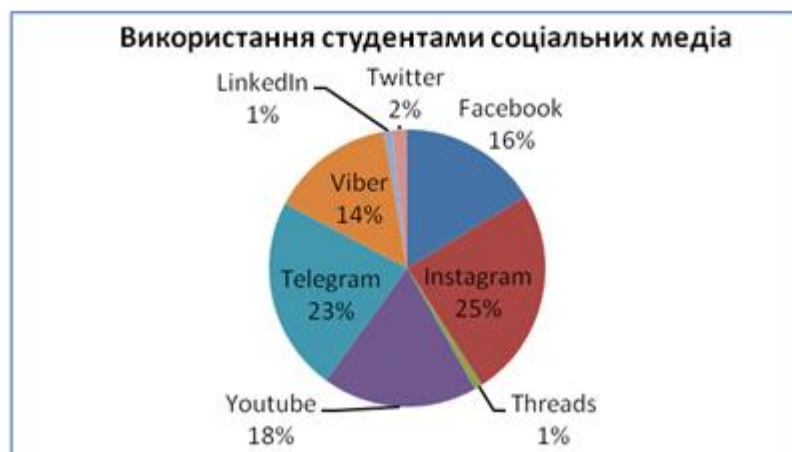


Рис. 1. Результати опитування студентів

Анкетування проводилось за допомогою опитувальника в Google Forms. Було виявлено, що 86% студентів мають акаунти у декількох соціальних мережах, 72% завжди на зв'язку у месенджерах, а найпопулярнішими сервісами серед студентів є Instagram (25%), Telegram (23%), YouTube (18%), Facebook (16%), Viber (14%). Майже усі студенти (95%) використовують соціальні мережі та месенджери для спілкування та читання новин.

На цьому етапі дослідження було зроблено висновок, що

- 1) використання соціальних медіа надає можливість для реалізації індивідуалізованого навчання студентів вищів, застосування чатів і групових обговорень сприяє співпраці між студентами та викладачами, роблячи процес навчання більш інтерактивним та вмотивованим;
- 2) специфіка предмету «Вища математика» дозволяє ефективно використовувати можливості соціальних медіа на різних навчального процесу: на заняттях, для організації і управління самостійною роботою студента, для здійснення контролю.

Окрім цього, відповідно до результатів опитування було обрано соціальні мережі (Instagram) та месенджери (Viber, Telegram), які будуть використані нами у навчанні студентів вищої математики. Результати констатувального експерименту підтвердили необхідність використання можливостей соціальних мереж та месенджерів у навчанні вищої математики, спрямованого на реалізацію індивідуалізованого навчання. З огляду на це, виділено теоретичні положення дослідження, сформульовано гіпотезу дослідження та завдання дослідження.

Другий етап. Підчас основного етапу нами було реалізовано ідеї індивідуалізованого навчання вищої математики з використанням соціальних медіа. Відповідні питання цього етапу дослідження оприлюднювалися у виступах авторів на конференціях в Україні та Канаді [12] та науково-методичному семінарі при Державному податковому університеті.

На цьому етапі нами було створено математичний навчальний акаунт в Instagram (@mathclub_dpu), який активно використовувався нами у навчанні вищої математики у першому семестрі 2024/2025 навчального році студентів першого курсу Державного податкового університету. Підкреслимо, що завдяки своїй візуальній природі та інтерактивним можливостям цей сервіс є потужним інструментом у індивідуалізованому навчанні, адже

допомагає врахувати індивідуальні особливості сприйняття матеріалу (стилі навчання) студентів. Навчальний акаунт ми використовували як платформу для публікації коротких навчальних дописів (рис. 2), анімаційних відео, графічних пояснень математичних концепцій та інтерактивних опитувань у сторіз. Це, на нашу думку, також допомагає студентам засвоювати матеріал у неформальній обстановці та повторювати ключові теми у зручному форматі. Крім того, через коментарі та хештеги студенти можуть ділитися власними розв'язаннями задач і обговорювати труднощі, що сприяє формуванню активної навчальної спільноти.

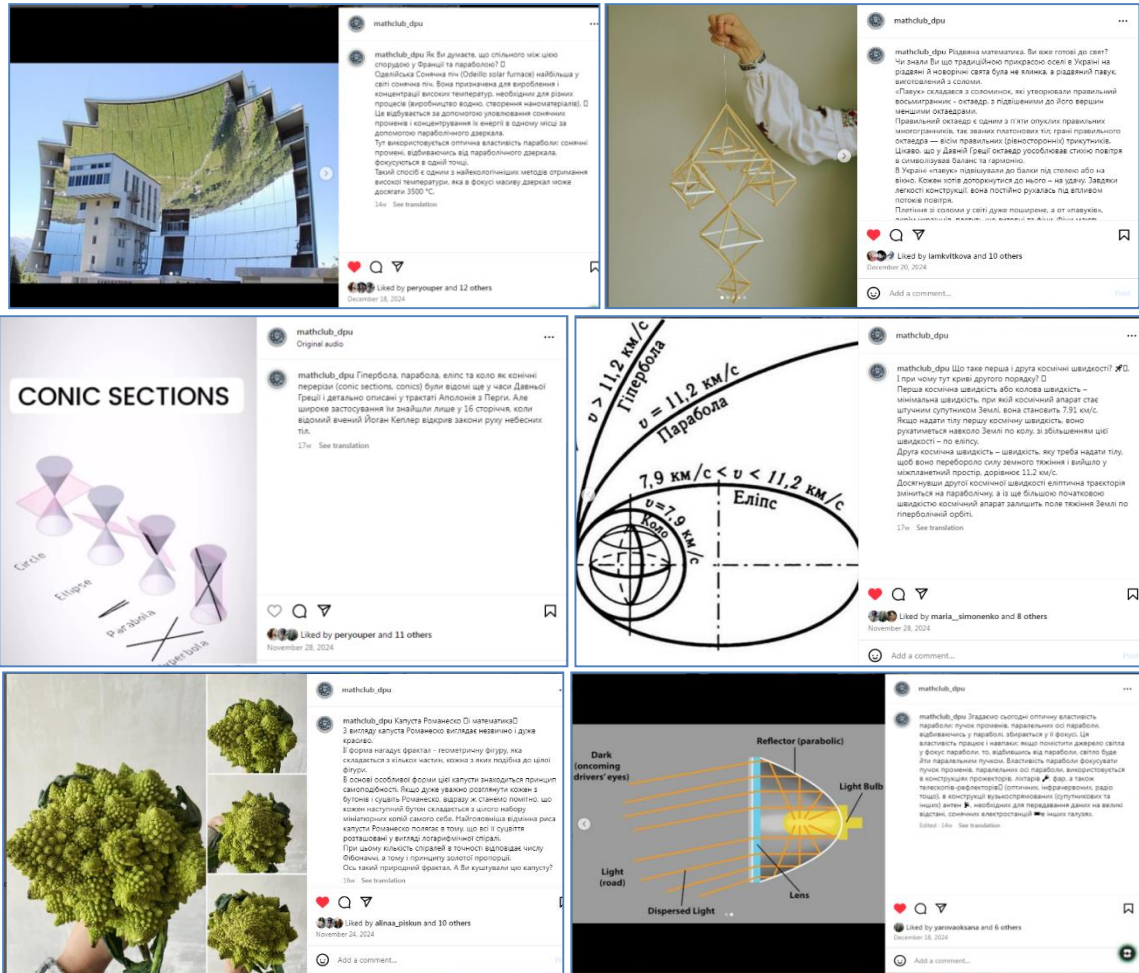


Рис. 2. Навчальні дописи у mathclub_dpu

Також ми застосовували навчальний акаунт mathclub_dpu в Instagram для анонсів лекцій, вебінарів і корисних ресурсів, це мотивує студентів до регулярного навчання.

Підкреслимо, що нами широко використовувались можливості сторіз (stories) навчального акаунту mathclub_dpu в Instagram для проведення опитувань, реалізації зворотнього зв'язку, швидких тестів або математичних вікторин (рис. 4).

Окрім того, формат Reels дає можливість пояснювати математичні методи за допомогою анімованих схем, демонстрації експериментів, що робить матеріал більш доступним та наочним. Такий підхід особливо корисний для студентів, які краще сприймають інформацію через візуальні образи (візуали) та дію (кінестети) [3]. Як підкреслюють українські учені (О. Семеніхіна та М. Друшляк) «у процесі візуалізації з використанням мультимедійних технологій реалізується основний дидактичний принцип наочності, виявляються глибинні внутрішні взаємозв'язки, формуються асоціативні зв'язки, підтверджується знання теоретичного підґрунтя факту та його інтерпретації» [7].

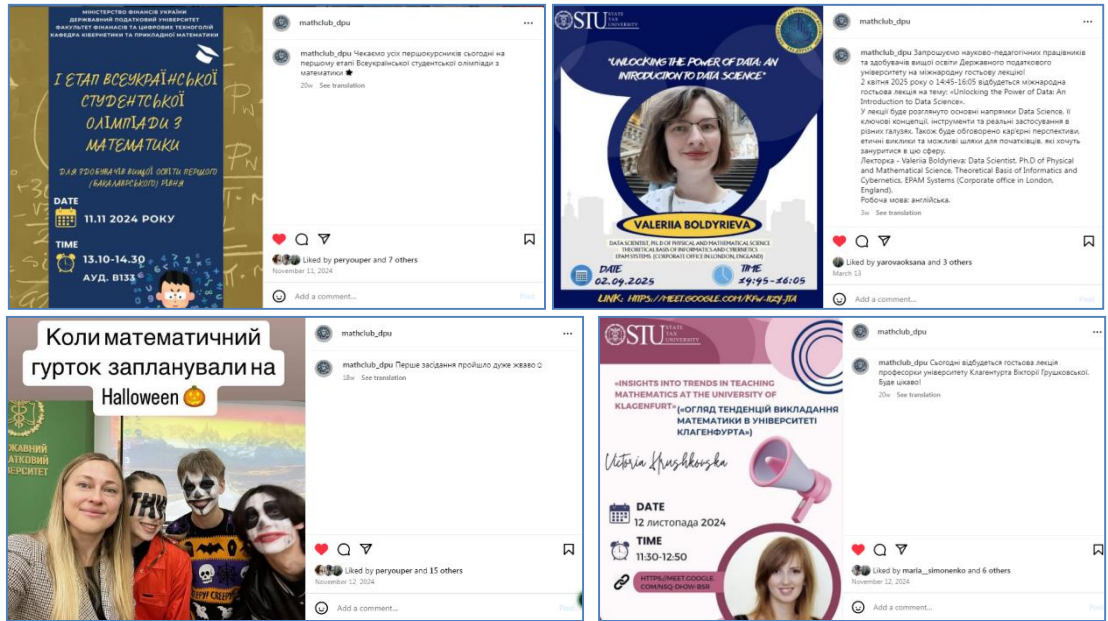


Рис. 3. Інформаційні та розважальні дописи у mathclub_dpu

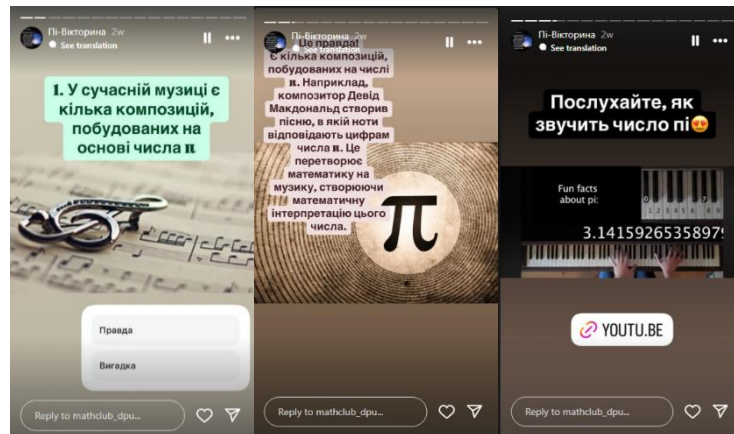


Рис. 4. Фрагмент інтерактивної вікторини у mathclub_dpu

Ми згодні з педагогами, що використання месенджерів у навчанні вищої математики відкриває нові можливості для покращення комунікації між викладачами та студентами. Завдяки таким платформам, як Viber, Telegram та Facebook Messenger, можна оперативно обмінюватися повідомленнями, файлами та посиланнями на навчальні матеріали, що сприяє більш гнучкому та доступному освітньому процесу. У дослідженні (Носенко) презентовано ґрунтовний порівняльний аналіз месенджерів за чотирма критеріями (комерційність, функціональність, архітектура, безпека) [5].

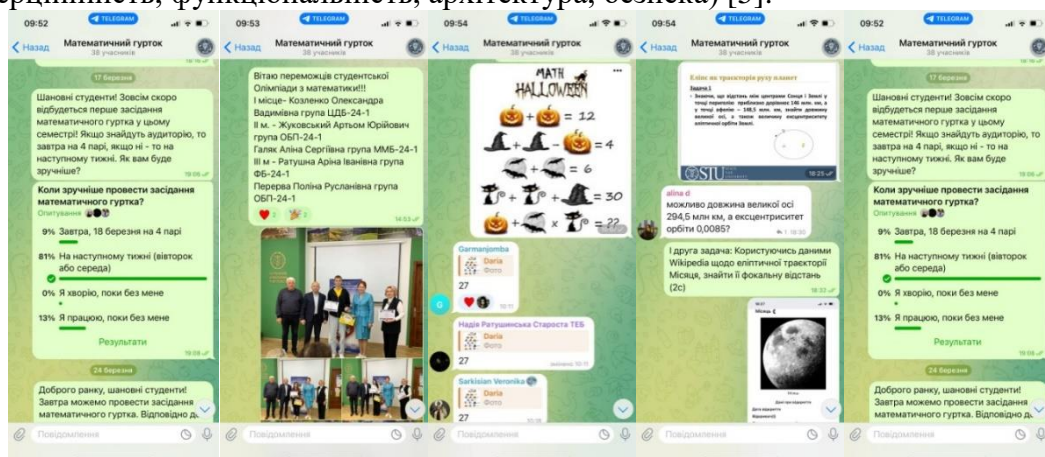


Рис. 5. Математична спільнота у Telegram

Нами було створено математичну спільноту у Telegram (рис. 5) та групові чати з вищої математики для студентів у Viber (рис. 6). Ми обрали саме ці месенджери, оскільки вони є найпопулярнішими серед наших студентів згідно до опитування.

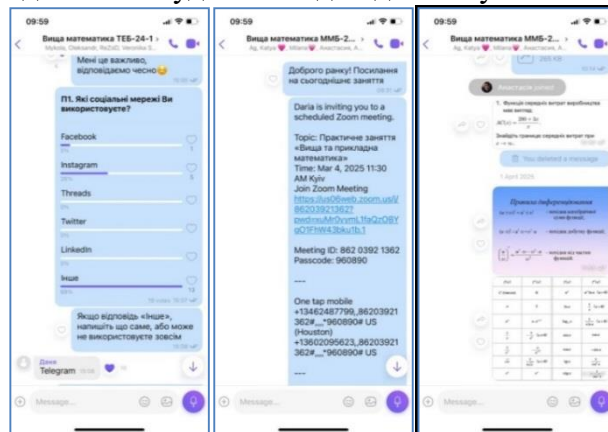


Рис. 6. Груповий чат з вищої математики для студентів у Viber

Серед важливого функціоналу месенджера Telegram педагоги [5] відзначають можливість створення чат-ботів, що є перспективним інструментом підтримки освітнього процесу на основі штучного інтелекту. Більшість месенджерів дозволяють проводити голосові та відео конференції (наприклад Telegram та Viber). У своєму дослідженні українськими ученими Н. С. Моргунова та Л. М. Кісіль було ґрунтовно проаналізовано дидактичні можливості багатьох месенджерів. Педагоги підкреслюють, що Viber пропонує найбільшу кількість емодзі, стікерів та фонів для чату; надає можливість створення контрольних опитувань з вибором правильної відповіді, відкритих чатів та одночасного з'єднання з багатьма мобільними пристроями. Однак разом з цим у Viber дозволено обмін файлами лише певних форматів [4].

Однак, як підкреслюють педагоги, використання месенджерів у навчальному процесі має свої особливості та виклики. Незважаючи на перераховані переваги використання месенджерів в освіті, необхідно назвати й певні недоліки. Такими, на погляд науковців [4], можна вважати розпорошеність уваги на інші подразники (наприклад, повідомлення від інших осіб); відсутність мережевого етикету; ситуативну залежність від якості інтернет-з'єднання, технічної оснащеності; ускладнення засвоєння інформації студентом з причини поверхового її сприйняття; загроза виникнення залежності від соціальних мереж, невміння організувати час у реальному житті.

Третій етап, оцінювальний. На цьому етапі здійснювалось оцінювання та удосконалення створених математичних спільнот у різних месенджерах, навчального математичного акаунту у Instagram та методикау їх застосування у освітньому процесі здобувачів першого курсу Державного податкового університету під час навчання вищої математики. Метою цього етапу стало визначення ефективності запропонованих соціальних медіа.

Студентам першого курсу Державного податкового університету (64 особи) було запропоновано пройти завершальне онлайн-опитування з метою оцінювання ефективності використання соціальних медіа у навчанні вищої математики у Google Forms (рис.7).

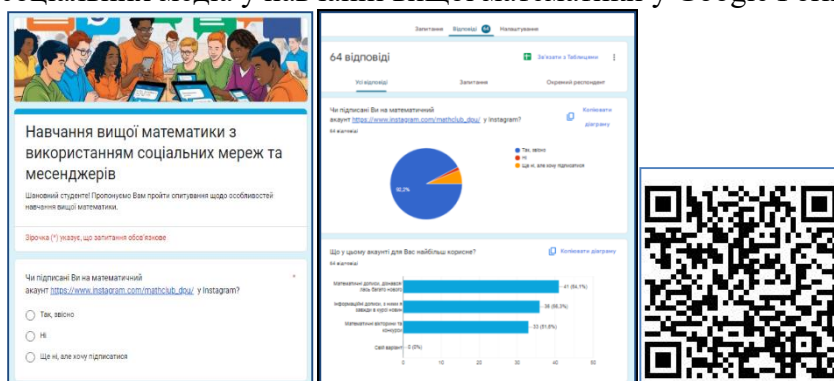


Рис. 7. Анкета завершального опитування у Google Forms, статистика відповідей і посилання на анкету

Було виявлено, що усі студенти відмітили позитивний ефект використання соціальних медіа у навчанні: «навчання стало більш зрозумілим та цікавим» (62%), «краще запам'ятовується навчальний матеріал» (64%), «легше знаходити однодумців та проконсультуватися з викладачем» (48%), «зручніше обмінюватися навчальним контентом» (44%). Переважна більшість студентів (90,6%) хотіли, щоб інші дисципліни теж використовували соціальні медіа (рис.8).

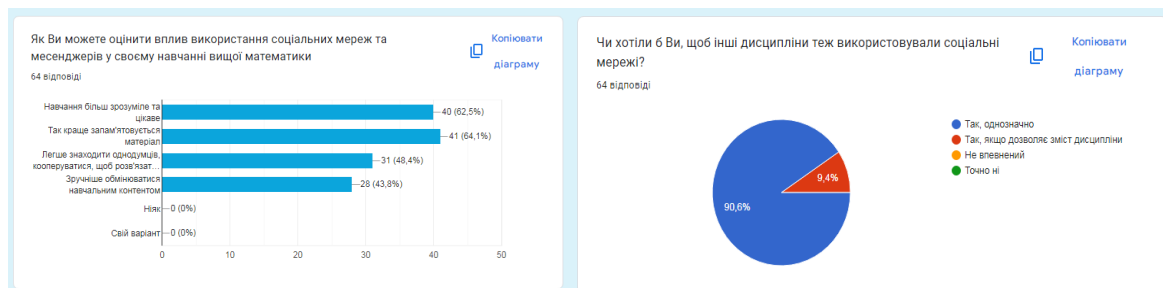


Рис. 8. Результати завершального опитування у Google Forms

Загалом, на третьому етапі дослідження відбулося уточнення понятійного апарату, корекція методичних рекомендацій щодо використання сервісів соціальних медіа у навчанні вищої математики, кількісний та якісний аналіз результатів опитування.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. За результатами цього педагогічного дослідження нами готуються до публікації методичні рекомендації для учителів та викладачів математики щодо особливостей використання соціальних медіа у навчанні математики. Створений математичний навчальний акаунт mathclub_dpu може використовуватися як студентами закладів вищої освіти, так і учнями загальноосвітніх навчальних закладів для розширення світогляду, опрацювання певних тем з математики, реалізації міжпредметних зв'язків математики з різними науками, а також студентами-магістрантами, які у майбутньому планують займатися педагогічною діяльністю. До подальших напрямів наших досліджень належить розробка та впровадження системи навчальних відео з різних тем курсу вищої математики, особливу увагу приділивши математичному аналізу; розроблення методики використання створених відеоматеріалів у навчальному процесі; проведення повноцінного математичного експерименту та математичної інтерпретації його результатів; запуск власного навчального Youtube «Вища та прикладна математика» каналу для студентів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Алексеева, С.В. (2021) Індивідуалізація навчання у закладах загальної освіти як педагогічна проблема. Scientific Collection «InterConf», (42): with the Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference «Theory and Practice of Science: Key Aspects». Rome, Italy: Dana, 2021. Pp. 290-296. (Aliexsieieva, S.V. (2021) Individualization of learning in secondary educational institutions as a pedagogical issue Scientific Collection «InterConf», (42): with the Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference «Theory and Practice of Science: Key Aspects». Rome, Italy: Dana, 2021. Pp. 290-296).
2. Каплуненко, В.О., Бондаренко, С.В. (2020) Основні підходи до визначення поняття соціальні медіа (огляд зарубіжних та вітчизняних досліджень). Вісник студентського наукового товариства ДонНУ імені Василя Стуса. 2020. № 2(12). С. 236-240. (Kaplunenko, V.O., Bondarenko, S.V. (2020) Key Approaches to Defining the Concept of Social Media: A Review of International and Ukrainian Studies Bulletin of the Student Scientific Society of Vasyl Stus Donetsk National University 2020. № 2(12). pp. 236-240).
3. Лосєва, Н.М., Губар, Д.Є. (2012) Індивідуалізоване навчання аналітичної геометрії з використанням інтерактивних засобів. Вища освіта України. Дод. 3 до №1, Том III. Темат. вип. «Міжнародні Челпановські психолого-педагогічні читання». С. 360-366. (Losyeva, N.M., Gubar, D.Ye. (2012) Individualized Learning of Analytical Geometry with Applying of Interactive Tools. Higher Education of Ukraine. Supplement 3 to No. 1, Volume III. Thematic Issue: «Chelpanov International Psychological and Pedagogical Readings». P. 360-366).

4. Моргунова, Н.С., Кісіль, Л.М. (2022) Освітній потенціал месенджерів як навчального середовища у мовній підготовці іноземних студентів. Інформаційно-комунікаційні технології в освіті. Вип. 48, Т.1. С. 213-217. (Morgunova, N.S., Kisil, L.M. (2022) Educational potential of using messengers as a learning environment in language training of foreign students. Information and Communication Technologies in Education. Issue 48, Vol. 1. pp. 213-217).
5. Носенко, О.В., Носенко, Ю.Г., Шевчук, Р.М. (2023) Використання месенджера Telegram як засобу підтримки освітнього процесу в умовах карантинних обмежень Інформаційні технології і засоби навчання, 2023, Том 94, №2 С. 114-127. (Nosenko, O.V., Nosenko, Yu.G, Shevchuk, R.M (2023) Using Telegram messenger as a tool of supporting the educational process under quarantine restrictions. Information Technologies and Learning Tools, Volume 94, №2, pp. 114-127).
6. Раков, С.А., Вашуленко, О.П., Горех, В.П., Милянник, А.І, Пузирьов, В.В. (2009) Три виміри логікоматематичної компетентності. Вісник. Тестування і моніторинг в освіті № 12., С.6-15. (Rakov, S.A., Vashulenko, O.P., Gorekh, V.P., Mylyanyk, A.I., Puzyrov, V.V. (2009) Three dimensions of logical-mathematical competence. Bulletin. Testing and Monitoring in Education № 12. pp. 6-15).
7. Семеніхіна, О.В. Друшляк, М.Г. (2016) Візуалізація знань як актуальний запит інформаційного суспільства до сфери освіти Матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Інноваційні технології в процесі підготовки фахівців».С.156-160. (Semenikhina, O.V., Drushliak, M.G. (2016) Knowledge visualization as a relevant request of the information society to the field of education. Proceedings of the International Scientific and Practical Internet Conference «Innovative Technologies in the Process of Training Specialists». pp. 156-160).
8. Чашечникова, О.С. (2005) Врахування домінуючих репрезентативних систем як одна з умов розвитку творчого мислення учнів при навчанні математики. Матеріали методологічного семінару АПН. «Теоретико-методологічні проблеми розвитку особистості в системі неперервної освіти». Київ. С. 445-450. (Chashechnykova, O.S. Consideration of dominant representative systems as one of the conditions for the development of students' creative thinking in teaching mathematics. Materials of the methodological seminar of the Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine, «Theoretical and methodological problems of personality development in the system of continuous education». Kyiv. pp. 445-450).
9. Чернілевський, Д.В., Томчук, М.І., Дубасенюк, О.А., Антонова, О.С., Захарченко, В.І., Вознюк, О.В., Сіранчук, Н.З. (2012) Методологія, методика і методи організації науково-педагогічних досліджень. Методологія наукової діяльності: навч. посіб., вид. 3-тє, переробл. за ред. Д.В. Чернілевського, Вінниця : Нілан-ЛТД. С. 216-241. (Chernilevskiy, D.V., Tomchuk, M.I., Dubaseniuk, O.A., Antonova, O.Ye., Zakharchenko, V.I., Vozniuk, O.V., Siranchuk, N.Z. (2012) Methodology, methods and techniques of organizing scientific-pedagogical research. Methodology of scientific activity: textbook, 3rd ed., revised. Ed. by D.V. Chernilevskiy, Vinnytsia: Nilan-LTD. pp. 216-241).
10. Grant, M., Basye, D. (2014) Personalized Learning: A Guide for Engaging Students with Technology. International Society for Technology in Education. 194 p.
11. Gubar, D. (2013) Designing of educational interactive Analytical Geometry Portal for teaching of pre-service mathematicians. Scientific Youth: Education and Science. Abstracts of the III International Scientific-Practical Internet-Conf. Luhansk : SI "LNU. P. 99-101.
12. Termenzhy, D. (2024) Implementation of person-centered approach in pre-service mathematicians' training by using VARK model of learning. Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference «Scientific Research: Modern Innovations and Future Perspectives» Montreal, Canada. P. 235-241.

Termenzhy D., Losyeva N., Yarova O. The development of contemporary pedagogical research through the designing of individualized teaching using social media (a case study in higher mathematics education).

Summary. The article is dedicated to describing the key stages of a pedagogical research project focused on designing individualized higher mathematics training for university students with applying of social media tools. Authors agree with educators that the phenomenon of individualized teaching is gaining relevance due to the emergence of “digital-native” students those born into a world of advanced technologies. Contemporary learners differ significantly from previous generations, as they grow and develop in an environment saturated with information, and their primary channels of communication use social media platforms. The term “social media” we understand as a set of internet-based services and platforms that allow users to communicate, consume, create, and disseminate content. Authors believe that one of the key tasks of modern educators is to “speak the students’ language” by using social media as a pedagogical tool. The authors describe three stages of their pedagogical research conducted at the Tax State University during the higher mathematics training of first-year students. At the first stage, the study focused on identifying the current state of the problem, defining the key requirements for organizing individualized learning, and exploring trends of the integration of social media in education. A survey was conducted to identify the most popular social media platforms among students. During the second stage, the researchers created and implemented several social media-based educational tools into the learning process. These included a mathematics-themed Instagram account (@mathclub_dpu), a mathematics community in Telegram, and higher mathematics group chats on Viber. At the third stage, the effectiveness of the created mathematics communities and platforms was assessed. The study focused on evaluating the applying of various messengers and the Instagram learning account, as well as refining the methodology for their integration into the educational process for higher mathematics training of the first-year students at the Tax State University. A final survey was conducted via Google Forms, with participation from 64 students. The survey results demonstrated a positive impact of using social media in the higher mathematics teaching.

Keywords: pedagogical research, educational experiment, individualized learning, social media, social networks, messengers, mathematics education, methodology of teaching mathematics, higher mathematics.

Подано до друку 25.03.2025

Прийнято до друку 09.04.2025

УДК 373.5.091.33:004]:51

DOI 10.24139/2519-2361/2025.01/173-180

Л. Ф. Михайленко

ORCID ID 0000-0001-5051-5561

М. Ю. Андрієвська

ORCID ID: 0000-0002-3085-8900

Вінницький державний педагогічний університет
імені Михайла Коцюбинського

ІНТЕГРАЦІЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У МАТЕМАТИЧНУ ОСВІТУ: ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО- КОМУНІКАТИВНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ

У статті розглянуто питання інтеграції цифрових технологій у процес навчання математики з акцентом на формування інформаційно-комунікаційної компетентності учнів базової середньої школи. Проаналізовано актуальні виклики цифровізації освіти, зокрема вплив штучного інтелекту, нових моделей навчання (дистанційної та змішаної форм), а також зміни в освітньому середовищі, пов’язані із поколінням цифрових учнів. На основі результатів онлайн-опитування учнів 5–11 класів висвітлено особливості

використання цифрових застосунків у процесі розв'язування математичних завдань, виявлено типові стратегії, труднощі та потенціал цифрових інструментів для підтримки пізнавальної активності.

Особливу увагу приділено аналізу інноваційного типу завдань – беззвучних відеозавдань (*Silent Video Tasks, SVTs*), які забезпечують інтеграцію цифрових, предметних і комунікаційних складових навчання. Обґрунтовано дидактичні переваги *SVTs* як засобу розвитку математичного мовлення, критичного мислення та формувального оцінювання. Запропоновано приклади беззвучних завдань, адаптованих до тем з алгебри та геометрії, а також типову модель роботи з ними на уроці. Підкреслено, що ефективно використання *SVTs* можливе за умов наявності методичного супроводу, створення освітнього середовища, що підтримує активну комунікацію та рефлексію, а також педагогічної підтримки розвитку цифрових компетентностей учнів.

У висновках окреслено перспективи подальших досліджень, пов'язаних із розробкою системи *SVTs* до різних тем шкільного курсу математики та оцінювання їх впливу на формування ключових компетентностей учнів.

Ключові слова: математична освіта, цифрові технології, інформаційно-комунікаційна компетентність, беззвучні відеозавдання.

Постановка проблеми. Сучасна освіта стрімко змінюється під впливом цифрових технологій, які проникають у всі сфери життя суспільства. Відбувається трансформація не лише інструментів навчання, але й самих підходів до освітнього процесу, до ролі учня, вчителя, змісту навчання. Цифровізація створює нові можливості для доступу до інтерактивних ресурсів, персоналізації навчання, формування навичок самостійного опрацювання інформації, комунікації та критичного мислення. Учень може працювати у власному темпі, візуалізувати абстрактні поняття, моделювати навчальні ситуації та взаємодіяти з реальним світом за допомогою симуляцій. Разом з тим, цифрова трансформація супроводжується низкою викликів, серед яких: перенасиченість інформацією, зниження концентрації уваги, формування поверхневого стилю мислення, нерівний доступ до якісних цифрових освітніх ресурсів. Щоб подолати ці виклики, Рада ЄС ухвалила План дій цифрової освіти на 2021-2027 рр. [4]. Цей план дій спрямований на усунення цифрового розриву та нерівності в освіті, а також підкреслює потенціал технологій для сприяння більш доступному, безпечному, гнучкому, персоналізованому та орієнтованому на учня навчанні. Цей підхід підкреслює, що ефективно впровадження цифрових технологій сприяє вдосконаленню можливостей для навчання й викладання в умовах цифрової епохи.

У контексті сучасних освітніх трансформацій особливої актуальності набуває питання інтеграції цифрових технологій у навчання математики, що сприяє не лише підвищенню якості математичної освіти, але й розвитку інформаційно-комунікативної компетентності учнів. Такий підхід дозволяє активізувати пізнавальну діяльність, розвивати навички роботи з інформацією, критичного мислення, аналізу й синтезу. Однак ефективна реалізація цього процесу потребує вирішення низки проблем: забезпечення рівного доступу до цифрових ресурсів, формування критичного мислення, використання потенціалу штучного інтелекту в освіті, а також дотримання етичних принципів у процесі застосування цифрових технологій. Водночас зростає потреба в адаптації традиційних методів викладання до умов цифрового середовища та впровадженні інструментів, які відповідають запитам і потребам сучасних учнів.

Аналіз актуальних досліджень. Відповідно до Державного стандарту базової середньої освіти, інформаційно-комунікаційна компетентність у математичній освітній галузі визначається через розвиток умінь і ставлень. Вона передбачає здатність структурувати та аналізувати дані, здійснювати пошук інформації, оцінювати її достовірність, використовувати різні знакові системи, складати алгоритми та діяти за ними, а також ефективно застосовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології в навчанні та повсякденному житті. Важливим аспектом є критичне осмислення інформації та її джерел, усвідомлення значущості цифрових технологій для розв'язування математичних задач, дотримання принципів безпеки у

використанні інформаційних ресурсів і забезпечення достовірності отриманих даних. У контексті математичної освіти, інформаційно-комунікаційну компетентність учнів доцільно розглядати як результат різнобічних здатностей дитини, що включає інформаційну, комунікаційну та цифрову складові [10].

Сучасні дослідження в галузі математичної освіти спрямовані на аналіз ефективності інтеграції цифрових інструментів у навчальний процес. Зокрема, досліджується не лише технічна реалізація цифрових рішень, а й педагогічна доцільність їхнього використання, вплив на результативність навчання та мотивацію учнів [2; 3; 6]. Особливої популярності набули такі цифрові ресурси, як GeoGebra та Desmos. GeoGebra надає широкі можливості для моделювання, візуалізації та дослідження математичних понять, що сприяє глибшому їх розумінню. Desmos, своєю чергою, є зручним інструментом для побудови графіків і аналізу функцій, що підвищує наочність навчання та зацікавленість учнів [1; 2; 7].

Відповідно до Рамки цифрової компетентності громадян України [11], цифрові ресурси розглядаються як впорядкований цифровий контент, представлений у зручній формі для виконання освітніх завдань. Поняття цифрових технологій охоплює сукупність пристроїв, програмного забезпечення, сервісів та операцій з обробки даних, які забезпечують цифрову взаємодію. Згідно з цим документом, цифрові технології класифікуються за категоріями: цифрові пристрої, цифрові ресурси та дані [11].

Метою статті є аналіз можливостей інтеграції цифрових технологій у процес навчання математики для формування інформаційно-комунікаційної компетентності учнів базової середньої освіти.

Виклад основного матеріалу. Протягом останнього чверть століття в Україні активно впроваджуються цифрові ресурси в освітній процес, зокрема у навчання математики. Зокрема, у пояснювальній записці до програми з математики (2003 року) [12], підкреслено, що впровадження засобів нових інформаційних технологій навчання допомагає у вирішенні дидактичних завдань, активізує мотиваційні чинники, формуючи позитивне ставлення до навчання, а також забезпечує інтеграцію моделюючих і обчислювальних можливостей для дослідження математичних об'єктів із візуалізацією результатів на всіх етапах навчального процесу. Використання педагогічних програмних засобів, таких як DERIVE, EUREKA, GRAN-1, Maple, MathCAD, Mathematika та інших, сприяє розвитку навичок моделювання математичних об'єктів, перевірки гіпотез та аналізу функціональних залежностей, що особливо важливо при вивченні курсу алгебри і початків аналізу та геометрії. Водночас впровадження таких засобів відбувалося нерегулярно, що пояснюється обмеженою кількістю комп'ютерів у навчальних класах та недостатньою готовністю вчителів до використання цифрових технологій у навчальному процесі.

Пандемія 2020 року чітко засвідчила нагальну потребу в переосмисленні підходів до організації освітнього процесу, підвищенні рівня цифрової компетентності педагогів та адаптації методик до умов дистанційного навчання. Сучасний освітній дискурс усе більше акцентує увагу на ефективному використанні цифрових інструментів у навчанні математики, що, своєю чергою, зумовлено як технічним прогресом, так і соціальними трансформаціями.

В останні роки спостерігається зростання інтересу до інтеграції цифрових інструментів у процес навчання математики. Це зумовлено активним розвитком цифрових технологій, зокрема, широким використанням ІІІ. У сучасних дослідженнях вітчизняних науковців [8; 9] обґрунтовується, що цифрові технології у навчанні математики стимулюють пізнавальну активність учнів, розвивають мислення, сприймання, увагу, пам'ять, підтримують інтерес до предмета. Зокрема, візуалізація складних математичних понять, індивідуалізація та диференціація навчання, можливість самоконтролю сприяють підвищенню якості математичної освіти. Цифрові інструменти також слугують чинником формування комунікативної та соціальної компетентностей, адже стимулюють взаємодію учнів, розвиток навичок командної роботи, вербалізацію математичного мислення.

Водночас цифровізація освіти супроводжується низкою викликів. По-перше, змінюється сам суб'єкт навчання. Сучасні школярі — представники покоління альфа, які народилися після

2010 року, зростають у цифровому середовищі. Для них цифрові пристрої – звичний інструмент пізнання. По-друге, активне використання штучного інтелекту у навчанні ставить під сумнів традиційні підходи до оцінювання знань, академічну доброчесність та роль учителя. По-третє, пандемія та воєнні події актуалізували потребу у впровадженні змішаного та дистанційного навчання як повноцінних моделей організації освітнього процесу. По-четверте, сучасні навчальні ресурси (зокрема, підручники НУШ) містять електронні додатки з мультимедійним контентом, що потребує опанування нових цифрових навичок як з боку учнів, так і з боку педагогів.

В умовах таких змін особливої актуальності набуває методично обґрунтоване впровадження цифрових інструментів у викладання математики. Недостатньо просто надати учням доступ до цифрових засобів – необхідно створити сприятливе освітнє середовище, що стимулює до осмисленого їх використання. У цьому контексті важливо дослідити реальні стратегії учнівської взаємодії з цифровими інструментами у процесі розв'язування математичних задач.

З метою з'ясування особливостей використання цифрових технологій у навчанні математики було проведено онлайн-опитування, в якому взяли участь 222 учні 5-11 класів. З них 55% становили учні 5–6 класів, 35% – 7-9 класів, 10% – 10-11 класів. Результати опитування засвідчили високу частоту використання цифрових застосунків (Photomath, ChatGPT, Mathway, GeoGebra, Brainly) під час розв'язування математичних завдань.

На запитання: «З якою метою Ви зазвичай використовуєте цифрові технології під час виконання завдань з математики?», 70% респондентів зазначили, що використовують їх для перевірки власних відповідей; 42% – для отримання підказок або готових розв'язань; 24% – з метою самостійного розв'язання задач. Примітно, що значна частина учнів прагне використовувати цифрові ресурси не лише для отримання відповідей, а й як допоміжний інструмент розвитку математичного мислення. Так, 36,5% учнів відповіли, що спочатку намагаються розв'язати завдання самостійно, а потім звертаються до цифрових засобів у разі виникнення труднощів; 31% – перевіряють правильність розв'язання за допомогою ШІ чи застосунків; 20% – використовують цифрові ресурси для отримання підказок, але самостійно формулюють остаточну відповідь.

На відкриті питання: «Які позитивні аспекти використання цифрових технологій у вивченні математики Ви можете виділити?» та «Які проблеми чи складнощі Ви зустрічаєте при використанні цифрових застосунків для розв'язування математичних завдань?» багато учнів скористались ШІ для генерування відповідей. Слід зазначити, що отримані дані ґрунтуються на самооцінках учасників, а отже, можливий вплив ефекту соціальної бажаності або неповноти відповідей, що частково може впливати на достовірність результатів.

Отримані результати дослідження засвідчують високий рівень зацікавленості учнів у використанні цифрових інструментів під час вивчення математики. Водночас вони підкреслюють потребу в системному підході до впровадження таких засобів у навчальний процес. З одного боку, цифрові інструменти можуть значно полегшити процес розв'язування математичних задач, зробити навчання більш наочним і підвищити мотивацію здобувачів освіти. З іншого – за відсутності належного методичного супроводу та сформованих навичок критичного осмислення результатів їх використання, цифрові технології можуть призвести до поверхневого засвоєння знань і зниження навчальної активності.

У зв'язку з цим важливим завданням є розроблення ефективних педагогічних стратегій, які б дозволили повною мірою реалізувати потенціал цифрових інструментів у формуванні математичної компетентності учнів. Йдеться насамперед про завдання, що сприяють глибшому розумінню навчального матеріалу, розвитку критичного мислення, інформаційно-комунікаційної компетентності та усвідомленого ставлення до навчання. Одним із перспективних підходів до реалізації цього завдання є запровадження беззвучних відеозавдань (Silent Video Tasks – SVTs). Цей тип завдань було запропоновано у межах дизайн-дослідження науковців із Ісландії та Австрії Vjarnheiður (Bea) Kristinsdóttir, Freyja Hreinsdóttir, Zsolt Lavicza [5], що реалізовувалося у співпраці з учителями старшої школи. Його основна ідея полягає у тому, що учні працюють у парах

або малих групах, створюючи голосовий супровід до короткого (до 2 хв) анімаційного відео без звуку, яке демонструє певне математичне явище або концепт.

Досвід учителів, які впроваджували SVTs у навчальний процес, свідчить про те, що ці завдання сприяють не лише глибшому розумінню математичних понять, а й формуванню зв'язку між учнівським мовленням та академічним математичним дискурсом. Зокрема, вони є ефективними для розвитку процесу переходу від інтуїтивного до формалізованого математичного мислення.

SVTs можуть бути інтегровані на різних етапах вивчення теми. Наприклад, до початку нового розділу учням пропонується переглянути коротке беззвучне відео й сформулювати власне пояснення побаченого. Після засвоєння теоретичного матеріалу вони можуть повторно звернутися до відео, скоригувати або вдосконалити свій коментар, що сприяє рефлексії та персональному закріпленню знань. Типова послідовність роботи з SVTs складається з трьох етапів: 1) первинний перегляд відео без звуку (1–2 рази) – учні фіксують свої перші враження й припущення; 2) робота в парах або малих групах: кожен формулює індивідуальне пояснення, обговорює його з партнером(ами), презентує відредагований коментар перед класом; 3) повторний перегляд та рефлексія: після засвоєння нового матеріалу учні знову переглядають відео, аналізують, які ідеї змінилися чи доповнилися, фіксують власні прогрес та нові відкриття.

Такі завдання вчителі можуть створювати самостійно, з урахуванням теми та рівня підготовки учнів, або добирати серед готових коротких відео, доступних на різноманітних освітніх платформах (наприклад, YouTube, GeoGebra, Desmos). Приклади беззвучних завдань, які демонструють можливості їх використання у навчанні математики, подано в таблиці 1 нижче.

Таблиця 1

Приклади беззвучних відеозавдань

№	Тема	Опис сюжету відео	Формулювання завдання для учнів
	Площа прямокутника (5 клас)	Учень вимірює сторони ділянки та обкладає її стрічкою	<ul style="list-style-type: none"> • Опишіть дії, які виконує учень • Яку формулу слід застосувати? • Як зміниться площа, якщо одну зі сторін подвоїти? • Складіть власний усний супровід до відео.
	Розподільна властивість множення (6 клас)	Анімація: розкриття дужок і зведення подібних доданків: $-(5c - d) + (4d + 5c) ==$ $-5c + d + 4d + 5c ==$ $-5c + 5c + d + 4d == 5d$	<ul style="list-style-type: none"> • Який вираз зображено у відео? • Які математичні правила тут застосовано? • Чи є помилки? • Поясніть порядок дій.
	Лінійне рівняння з однією змінною (7 клас)	Відео: покрокове розв'язання рівняння: $-3(x - 4) = 5x - 12$ $-3x + 12 = 5x - 12$ $-3x - 5x = -12 - 12$ $-8x = -24$ $\frac{-24}{-8}$ $x = 3$	<ul style="list-style-type: none"> • Відтворіть алгоритм розв'язання. • Поясніть кожен крок. • Придумайте схоже рівняння і запишіть розв'язання за даним алгоритмом.

	Властивість бісектриси трикутника (8 клас)	Анімація демонструє, як змінюються розміри трикутника, при цьому зберігається пропорційність між відрізками, на які бісектриса поділяє протилежну сторону, та прилеглими сторонами трикутника.	<ul style="list-style-type: none"> • Перегляньте анімацію. • Опишіть, які елементи трикутника змінюються під час трансформації, а які залишаються незмінними. • Сформулюйте математичне пояснення: чому бісектриса поділяє сторону трикутника на два відрізки, довжини яких відносяться як прилегли до них сторони. • Створіть усний або письмовий коментар до відео, який би ви могли використати для пояснення цього явища однокласнику.
--	--	--	--

Впровадження беззвучних відеозавдань у процес навчання математики, з урахуванням вікових та когнітивних особливостей учнів, відкриває нові можливості для поєднання засвоєння математичного змісту з формуванням інформаційно-комунікаційної компетентності.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Результати дослідження засвідчують, що інтеграція цифрових технологій у процес навчання математики є ефективним засобом формування інформаційно-комунікаційної компетентності учнів. Беззвучні відеозавдання (SVTs) виступають інноваційною формою навчальної діяльності, яка поєднує розвиток математичного мислення, мовлення та вміння працювати з інформацією. Їхнє використання сприяє рефлексії, глибшому осмисленню навчального матеріалу та підвищенню мотивації до навчання.

Перспективи подальших досліджень вбачаємо у розробці системи таких завдань до різних тем шкільного курсу математики, визначенні критеріїв їх ефективності, а також у вивченні впливу SVTs на динаміку формування предметних та ключових компетентностей учнів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Benning, I. (2021). Enacting Core Practices of Effective Mathematics Pedagogy with GeoGebra. *Mathematics Teacher Education and Development*, 23(2), 102–127. Retrieved from: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1306877.pdf>
2. Chechan, B., Ampadu, E., & Pears, A. (2025). Student strategies for digital tool use in mathematical problem solving. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 1–20. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2025.2457361> (date of access: 06.03.2025).
3. Clark-Wilson, A., Robutti, O., & Thomas, M. (2020). Teaching with digital technology. *ZDM Mathematics Education*, 52, 1223–1242. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01196-0>
4. Digital Education Action Plan (2021–2027). European Education Area. Retrieved from: <https://education.ec.europa.eu/focus-topics/digital-education/action-plan> (date of access: 04.03.2025).
5. Kristinsdóttir, B., Hreinsdóttir, F., & Lavicza, Z. (2022). Development of silent video tasks as a tool for formative assessment. In: *Proceedings of the Twelfth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education*; 2022 Feb 2; Bolzano, Italy. Bolzano: Free University of Bozen-Bolzano. Retrieved from: <https://iris.rais.is/en/publications/development-of-silent-video-tasks-as-a-tool-for-formative-assessm> (date of access: 06.03.2025).
6. Trgalová, J., & Tabach, M. (2023). Affordances of Virtual Learning Environments to Support Mathematics Teaching. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 9(3), 444–475. <https://doi.org/10.1007/s40751-023-00127-4>.
7. Viberg, O., Grönlund, Å., & Andersson, A. (2020). Integrating digital technology in mathematics education: a Swedish case study. *Interactive Learning Environments*, 31(1), 232–243. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1770801>.

8. Ботузова, Ю. В. (2024). Можливості використання імерсивних технологій у навчанні математики. Наукові записки. Серія: Педагогічні науки, (212), 14–19. <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2024-1-212-14-19>. (Botuzova, Y. V. (2024). Possibilities of using immersive technologies in mathematics education. Scientific Notes. Series: Pedagogical Sciences, (212), 14–19).
9. Матяш, О., Риндюк, В. (2023). Навчання математики з використанням цифрових навчальних платформ: аналіз закордонного досвіду. Фізико-математична освіта, 38(3), 43–49. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-3-006>. (Matyash, O., Ryndiuk, V. (2023). Teaching mathematics using digital learning platforms: analysis of foreign experience. Physical and Mathematical Education, 38(3), 43–49.)
10. Михайленко, Л., Андрієвська, М. (2024). Особливості формування інформаційно-комунікаційної компетентності учнів на уроках математики. Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training: Methodology Theory Experience Problems, 70, 188–198. <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2023-70-188-198> (дата звернення: 06.03.2025). (Mykhailenko, L., Andriievska, M. (2024). Features of forming students' information and communication competence in mathematics lessons. Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training: Methodology Theory Experience Problems, 70, 188–198.)
11. Опис рамки цифрової компетентності для громадян України – dComFra Project. (б. д.). dComFra Project – Digital competence framework for Ukrainian teachers and other citizens. Retrieved from: <https://dcomfra.vdu.lt/uk/опис-рамки-цифрової-компетентності-д/> (date of access: 04.03.2025).
12. Програма поглибленого вивчення математики в 10–11 профільних класах / укладачі: М. І. Бурда, М. І. Жалдак, Т. В. Колесник, Т. М. Хмара, М. І. Шкіль, М. Й. Ядренко. Математика в школі, 2003, № 7, С. 19–25. (Advanced Mathematics Curriculum for 10–11 Grade Specialized Classes / Compilers: M. I. Burda, M. I. Zhaldak, T. V. Kolesnyk, T. M. Khmara, M. I. Shkil, M. Y. Yadrenko. Mathematics at School, 2003, No. 7, pp. 19–25.)

Mykhailenko L., Andriievska M. Integration of digital technologies into mathematics education: challenges and prospects for the formation of information and communication competence.

Summary. The article examines the integration of digital technologies into the process of mathematics education, with an emphasis on the development of information and communication competence among lower secondary school students. The study analyses current challenges of educational digitalisation, including the influence of artificial intelligence, the emergence of new models of learning (distance and blended formats), as well as transformations in the learning environment associated with the generation of digital-native students. Based on the results of an online survey of students in grades 5-11, the article highlights the specifics of digital tool use in solving mathematical problems, identifies typical strategies, difficulties, and the potential of digital technologies to support cognitive engagement.

Special attention is given to the analysis of an innovative type of task – Silent Video Tasks (SVTs), which promote the integration of digital, subject-specific, and communicative components of learning. The article substantiates the didactic advantages of SVTs as a means of developing mathematical discourse, critical thinking, and formative assessment. It provides examples of SVTs adapted to topics in algebra and geometry, as well as a typical model of their classroom implementation. It is emphasized that the effective use of SVTs is possible under conditions of proper methodological support, creation of a learning environment that fosters active communication and reflection, and pedagogical support for the development of students' digital competencies.

The conclusions outline prospects for further research related to the development of a system of SVTs for various topics of the school mathematics curriculum and the assessment of their impact on the formation of students' key competencies.

Keywords: *mathematics education, digital technologies, information and communication competence, silent video tasks.*

Подано до друку 25.03.2025

Прийнято до друку 09.04.2025

УДК 374 (004.42)

DOI 10.24139/2519-2361/2025.01/180-187

В. М. Базурін

ORCID ID 0000-0002-6614-4889

Державний торговельно-економічний університет

С. В. Базуріна

Глухівський міський центр позашкільної освіти

ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ МОДЕЛІ ПРОЦЕСУ ПЕРЕДАЧІ ТЕПЛА ЧЕРЕЗ ЦИЛІНДРИЧНУ СТІНКУ

В умовах війни зростає роль комп'ютерних програм, які моделюють фізичні процеси і явища і можуть бути використані як засоби навчання під час дистанційного навчання. Зокрема, важливою є розробка моделей, які імітують процеси теплообміну і теплопередачі, здійснюють відповідні розрахунки і виводять результати обчислень на екран. Особливої уваги заслуговують технічна підтримка і можливість модернізації таких моделей. У статті розкрито особливості теплопередачі через циліндричну стінку, наведено розрахунки теплових втрат через циліндричну стінку, здійснено програмну реалізацію алгоритму розрахунку термічного опору і теплового потоку через циліндричну стінку. Програму HLCCW розроблено на мові Python з використанням додаткових бібліотек (math, tkinter, numpy, array, matplotlib). Програма надає користувачу можливість вибирати матеріал циліндричної стінки, вводити зовнішній діаметр, товщину стін, висоту стінки. Вхідні значення проміжку часу між дискретами, зовнішні і внутрішні температури вводяться з текстового файлу. Програма HLCCW здійснює розрахунок теплового потоку у кожен момент часу, будує графік втрат тепла і обраховує суму теплових втрат за заданий проміжок часу. Програма містить 4 класи і складається з 2 модулів – головного модуля і бібліотеки класів. У перспективі програму можна модернізувати, розширивши перелік функцій (зчитування даних з XLSX файла і бази даних, розмістити дані про теплоізоляційні матеріали в окремому файлі), а також розробивши мобільну версію програми. Розроблений програмний засіб може бути використаний у процесі вивчення таких дисциплін, як «Теплотехніка», «Теплові та гідравлічні машини» та інші, в курсі яких передбачено вивчення теми «Теплопередача через циліндричну стінку».

Ключові слова: *теплові втрати, циліндрична стінка, тепловий потік, термічний опір, теплопровідність, програма, алгоритм, розрахунки.*

Постановка проблеми. Майже всі люди у своєму повсякденному житті можуть спостерігати явище теплопередачі. Студенти інженерних спеціальностей також вивчають процеси теплопередачі – конвекційний теплообмін, теплопередачу через плоску стінку, теплопередачу через циліндричну стінку та інші. Вивчення всіх цих процесів потребує наявності громіздкого і коштовного обладнання. В умовах війни, коли дистанційне навчання є основною формою навчання у прифронтових областях, значно обмежена можливість проводити тривалі досліди з таким обладнанням. Саме тому актуальною є розробка комп'ютерних моделей, за допомогою яких можна здійснити віртуальний експеримент і перевірити правильність розрахунків, виконаних студентами. В результаті дослідження з'ясовано, що доступних комп'ютерних моделей, які можуть імітувати дослід з визначення теплових втрат через циліндричну стінку, немає.

Аналіз актуальних досліджень. Досліджувана нами проблема тісно пов'язана з моделюванням фізичних процесів, зокрема, процесу теплопередачі.

Проблему моделювання фізичних явищ досліджувала значна кількість українських і зарубіжних науковців. Значна кількість таких праць пов'язана саме з навчанням учнів і студентів.

Наприклад, В. Дронь розглядає комп'ютерні моделі фізичних явищ як засіб формування дослідницьких компонентностей студентів різних спеціальностей. Для цього використовуються комп'ютерні моделі з сайта [4]. В. Дронь описує використання комп'ютерних моделей конденсаторів і лінз.

Н. Головіна і М. Головін досліджують особливості моделювання фізичних явищ засобами бібліотеки Visual Python [2]. Вчені розробили комп'ютерну модель осцилятора і дослідили особливості коливання двох зв'язаних математичних і двох зв'язаних пружинних маятників.

Ю. В. Єчкало у своїй статті [5] розробляє таку класифікацію фізичних експериментів:

– експерименти, які стали емпіричним базисом у виявленні фізичних законів і в становленні наукових теорій;

– експерименти, що дозволили виявити фізичні явища, які в подальшому знайшли широке використання в побуті, виробництві, науці, техніці;

– експерименти, на основі яких згодом були розроблені нові, широко розповсюджені сьогодні експериментальні методи. Такі методи віднайшли своє застосування не лише у фізиці, але й у хімії, медицині, біології, техніці, мистецтвознавстві, промислового і сільськогосподарському виробництві;

– експерименти, що покладені в основу сучасного промислового виробництва, створення високих технологій, які дали розвиток найбільш важливим напрямкам сучасного науково-технічного прогресу;

– експерименти, за допомогою яких були встановлені і розраховані фізичні константи [5, с.255-256].

У результаті дослідниця розробила і дослідила властивості моделі досліду Резерфорда за допомогою електронних таблиць MS Excel.

О. В. Слободяник розглядає комп'ютерне моделювання як технологію навчання учнів фізиці [8]. Вона пропонує такі етапи створення моделі процесу або явища: постановка задачі, визначення об'єкта моделювання, розробка концептуальної моделі, виявлення основних елементів системи і елементарних актів взаємодії, формалізація, створення алгоритму та написання програми, планування та проведення комп'ютерних експериментів, аналіз та інтерпретація результатів.

М. В. Головкин, С. Ю. Крижановський і В. М. Мацюк розробили власну класифікацію навчальних моделей:

1) демонстраційно-ілюстративні;

2) навчально-евристичні [3].

Також вчені розкривають особливості створення комп'ютерних моделей в середовищі таких засобів, як Interactive Physics 2000, Proteus, Multisim, Micro-Cap, MatLab, MathCAD, Mathematika.

В. М. Базурін аналізує засоби ІКТ з точки зору їх можливостей для розробки моделей фізичних явищ [1]. На його думку, потужність кожного такого засобу виражається через критерії: інтерактивності, мультимедійності, зворотного зв'язку, автономності, обчислень, люб'язності. Найбільш ефективними для створення комп'ютерних моделей фізичних явищ В. М. Базурін вважає об'єктно-орієнтовані мови програмування. У статті наведено приклад комп'ютерної моделі опуклої лінзи, створеної за допомогою Borland Delphi.

Г. В. Скрипка досліджує проблему створення моделей фізичних процесів і їх реалізацію для мобільних пристроїв [7]. Автором наведено приклади комп'ютерних моделей на сайтах [9], [10], мобільний додаток «Фізика. Формули 2017», приклад функції «Кінематика» додатка LabCamera by Intellisense.

Отже, проблема моделювання фізичних явищ залишається актуальною, оскільки її досліджує значна кількість науковців.

Мета статті – розкрити особливості розрахунку теплових втрат через циліндричну стінку і особливості архітектури та функціоналу комп'ютерної програми, яка буде моделювати процес теплових втрат через циліндричну стінку.

Виклад основного матеріалу. Розглянемо спочатку особливості теплопередачі через циліндричну стінку.

Нехай маємо циліндричну трубу довжиною $l=1\text{ м}$, всередині якої протікає теплоносіє з температурою t_1 . Коефіцієнт теплопровідності стінки труби дорівнює λ . Температури поверхонь труби t_{1c} і t_{2c} невідомі. Температура зовнішнього теплоносія дорівнює t_2 . Коефіцієнти передачі від теплоносіїв до труби дорівнюють відповідно α_1 і α_2 . Якщо поле стаціонарне, то кількість теплоти Q , яка передається від теплоносія до внутрішньої поверхні, дорівнює кількості теплоти Q , яка проходить через зовнішню поверхню [6, с.59].

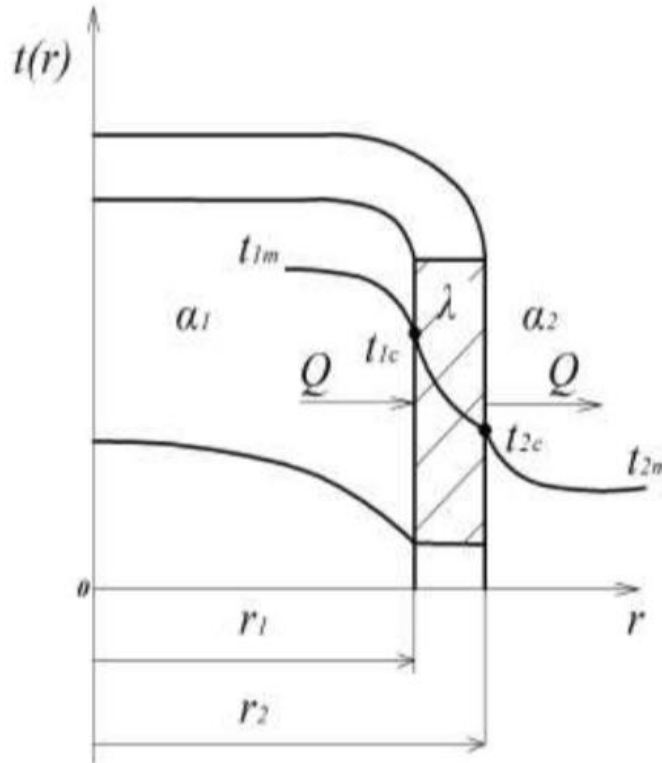


Рис.1. Теплопередача через циліндричну стінку [6, с.60]

Внутрішній радіус труби дорівнює r_1 , а зовнішній – r_2 . Необхідно враховувати, що площа ізотермічних поверхонь зростає у напрямі від r_1 до r_2 . Тому в розрахунках використовується не питомий тепловий потік (Вт/м^2), а тепловий потік (Вт). Це тепло входить через внутрішню поверхню стінки $F_1=\pi d_1$, а виходить через зовнішню поверхню $F_2=\pi d_2$. У розрахунках вважаємо, що довжина труби $l=1\text{ м}$.

У результаті маємо потік теплоти:

$$Q = \alpha \pi d_1 (t_{1T} - t_{1c}) \quad (1)$$

$$Q = \frac{2\pi\lambda(t_{1c} - t_{2c})}{\ln \frac{d_2}{d_1}} \quad (2)$$

$$Q = \alpha_2 \pi d_2 (t_{2c} - t_2) \quad (3)$$

Обчислимо часткові температурні напори:

$$\Delta t_1 = (t_1 - t_{1c}) = Q \frac{1}{\pi d_1 \alpha_1} = \frac{Q}{\pi} R_1 \quad (4)$$

$$\Delta t_2 = (t_{1c} - t_{2c}) = \frac{Q \ln \frac{d_2}{d_1}}{\pi \cdot 2\lambda} = \frac{Q}{\pi} R_2 \quad (5)$$

$$\Delta t_3 = (t_{2c} - t_2) = \frac{Q}{\pi \alpha_2 d_2} = \frac{Q}{\pi} R_3 \quad (6)$$

У результаті перетворень отримаємо:

$$k_l = \frac{\pi}{\frac{1}{\alpha_1 d_1} + \frac{\ln \frac{d_2}{d_1}}{2\lambda} + \frac{1}{\alpha_2 d_2}} \quad (7)$$

де k_l – лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м*К).

Тому рівняння теплопередачі через одношарову циліндричну стінку набуває такого вигляду:

$$Q = k_l \pi l (t_2 - t_1) \quad (8)$$

Фізичний зміст коефіцієнта k_l – це кількість теплоти, яка проходить за 1 с через 1 м труби від гарячого теплоносія до холодного при різниці температур між ними в 1°C [6, с.61].

Значення густини теплового потоку q_1 і q_2 (Вт/м²), віднесені до внутрішньої і зовнішньої поверхні, будуть відрізнятися між собою і дорівнюватимуть:

$$q_1 = \frac{Q}{\pi d_1 l} = \frac{k_l}{d_1} (t_1 - t_2) \quad (9)$$

$$q_2 = \frac{Q}{\pi d_2 l} = \frac{k_l}{d_2} (t_1 - t_2) \quad (10)$$

Повний лінійний термічний опір R – це величина, обернена лінійному коефіцієнту теплопередачі через циліндричну стінку, яка визначається за формулою:

$$R = \frac{1}{k_l} = \frac{1}{\alpha_1 d_1} + \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\alpha_2 d_2} \quad (11)$$

Де $\frac{1}{\alpha_1 d_1}$, $\frac{1}{\alpha_2 d_2}$ – термічні опори тепловіддачі;

$\frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1}$ – термічний опір одношарової циліндричної стінки.

Температури внутрішньої і зовнішньої поверхонь циліндричної стінки t_{c1} і t_{c2} визначаються за формулами:

$$t_{c1} = t_1 - \frac{Q}{\alpha_1 d_1 \pi l} \quad (12)$$

$$t_{c2} = t_2 - \frac{Q}{\alpha_2 d_2 \pi l} \quad (13)$$

При перенесенні теплоти через багатшарову циліндричну стінку, яка має n шарів, тепловий потік Q буде дорівнювати [6, с.62]:

$$Q = \frac{\pi l (t_1 - t_2)}{\frac{1}{\alpha_1 d_1} + \sum_{i=1}^n \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_{i+1}}{d_i} + \frac{1}{\alpha_2 d_{i+1}}} \quad (14)$$

Проаналізувавши стан розробки проблеми, ми встановили, що для моделювання фізичних явищ можна використовувати як відповідні сайти з готовими моделями, так і програмне забезпечення загального призначення (математичні пакети, електронні таблиці тощо). Але нас більше цікавить створення комп'ютерної моделі «з нуля», на мові програмування. Саме тому ми проаналізуємо мови програмування, які є, на нашу думку, найбільш придатними для створення комп'ютерних моделей.

Мова C++ має високу швидкість виконання, що є важливим для складних обчислень. Завдяки низькорівневому доступу до пам'яті дозволяє оптимізувати роботу програми, однак має складніший синтаксис та вимагає більших витрат часу при написанні коду. Підтримує крос-платформну розробку, однак не має вбудованих функцій для побудови графіків. З використанням бібліотеки QT5 на мові C++ можна розробити віконний додаток.

Мова Python має порівняно простий синтаксис і широкі можливості, велику кількість бібліотек, що можуть бути використані при складних математичних обчисленнях, а високорівневий синтаксис спрощує написання коду. Додатково, засоби візуалізації даних, зокрема Matplotlib, дозволяють наочно аналізувати результати розрахунків. Будучи інтерпретованою мовою поступається в продуктивності багатьом компільованим мовам.

Мова Java є швидшою за Python завдяки компіляції в байт-код та простішою у використанні, ніж C++, забезпечує кросплатформність, однак, як і C++, вона не має такої кількості вбудованих інструментів для чисельних обчислень, що ускладнює розробку наукових програм без сторонніх бібліотек.

Мова C# має схожі з Java особливості синтаксису, однак тісно інтегрований з платформою .NET, що робить його зручним для розробки Windows додатків. Є гарним

вибором для програм з графічним інтерфейсом, однак є менш популярним у використанні при обчисленнях, що обмежує вибір бібліотек.

Висновок. Для розробки комп'ютерної програми ми вибираємо мову програмування Python, оскільки вона знайома нам з шкільного курсу інформатики. Додаткові бібліотеки Python значно розширюють можливості мови для проведення розрахунків і відображення графіків залежності теплових втрат від часу.

Для того, щоб правильно обчислювати теплові втрати через циліндричну стінку за проміжок часу і оптимально взаємодіяти з користувачем, програма HLCCW повинна задовольняти такі вимоги:

- 1) мати простий, інтуїтивно зрозумілий інтерфейс;
- 2) надавати користувачу можливість вибрати матеріал стіни, задати розміри стіни;
- 3) зчитувати масив температур і часовий відлік між дискретами з текстового файла;
- 4) обчислювати термічний опір 1 м стіни;
- 5) обчислювати втрати теплоти за весь проміжок часу;
- 6) зображати графік теплових втрат в окремому вікні;
- 7) забезпечувати можливість швидкої модернізації і модифікації програми.

Висновок. За умови відповідності даним вимогам програма повинна надавати користувачу потрібний функціонал для виконання розрахунків.

У результаті декомпозиції поставленої задачі ми визначили основні класи програми (їх зображено на рис.2.1). Розглянемо їх детальніше.

Клас Main – головний клас програми. Він містить методи для виклику методів з іншого модуля і метод Resistance (обчислення термічного опору 1 м стіни).

Клас Material – це конкретний матеріал стіни. Він має поля NameEN, NameUA, lambda0 (коефіцієнт теплопровідності матеріалу).

Клас AllLayers містить дані про всі матеріали. Він має поля: AllMaterials (список всіх матеріалів) і N (кількість матеріалів у списку).

Клас Wall містить дані про конкретну стіну. Він має поля: d1, d2, h, lambda0 (коефіцієнт теплопровідності), q (список значень втрат тепла за конкретні моменти часу). Методи: CalcFlow(обчислення теплового потоку), CalcLosses(обчислення суми втрат за визначений період) і Draw (виведення на екран графіка залежності теплових втрат від часу).

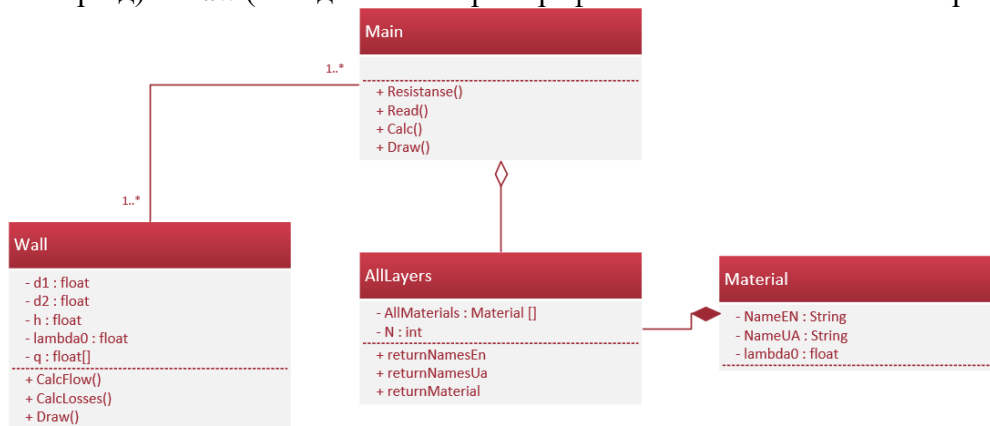


Рис. 2. Діаграма класів програми HLCCW

Програму HLCCW ми написали на мові Python. Це забезпечує простоту написання і збірки програми. Крім того, Python має багато додаткових модулів, які розширюють можливості мови програмування.

Для побудови програми використано компонентно-орієнтований підхід. Головний файл програми містить лише клас Main, всі інші класи записано в модуль HeatLossLib.py.

Для виконання обчислень, малювання графіка і створення інтерфейсу задіяно додаткові модулі:

- math – містить математичні функції;
- array – містить функції для роботи з одновимірними масивами;

- numpy – містить функції роботи з одновимірними та багатовимірними масивами і базові функції для модуля matplotlib;
- matplotlib – містить функції для малювання графіка;
- tkinter – містить об'єкти і методи графічного інтерфейсу програми.

Всі елементи інтерфейсу було скомпоновано на формі (рис. 3). Для побудови і виведення графіка залежності $Q(t)$ було створено додаткове вікно (рис. 4).

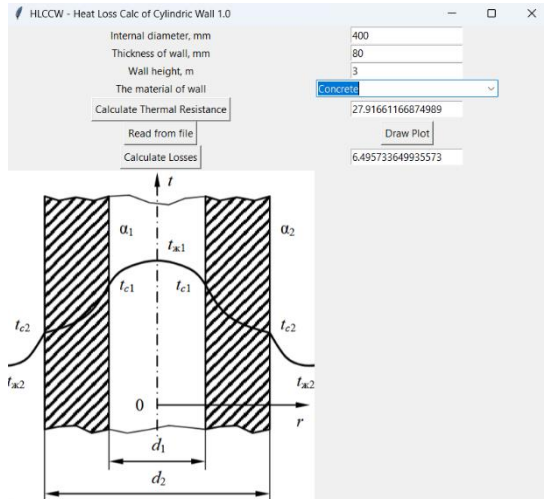


Рис. 3. Головне вікно програми

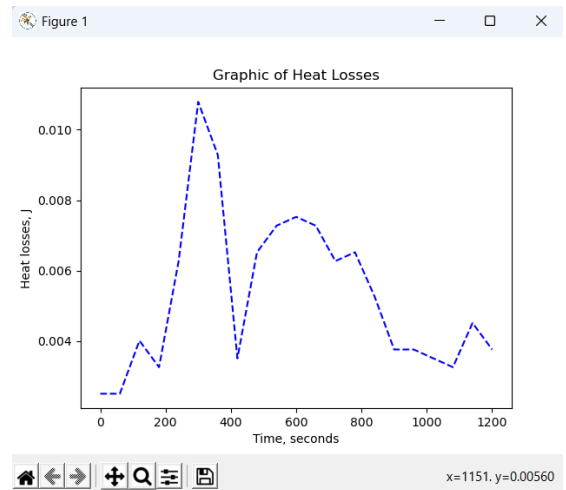


Рис. 4. Виведення графіка теплових втрат програми

Для графічного інтерфейсу було використано такі віджети бібліотеки tkinter:

- Label – текстовий напис;
- Entry – однорядкове текстове поле;
- Button – кнопка;
- Combobox – випадний список;
- Canvas – поле для зображення схеми циліндричної стінки.

Розроблену програму ми протестували на комп'ютері з встановленою операційною системою MS Windows 11, програма функціонувала стабільно, виконувала всі потрібні обчислення і виводила результат у вигляді графіка.

Розроблену програму HLCCW (Heat Loss Calculator for Cylindric Wall) доцільно використати на заняттях з дисциплін «Термодинаміка», «Теплотехніка», «Теплові і гідравлічні машини» під час вивчення теми «Теплопередача через циліндричну стінку».

Програма має такі перспективи модернізації:

Версія 1.1 – додання функцій зчитування масиву температур з XLSX, JSON файлів і бази даних.

Версія 1.2 – додання функцій зчитування параметрів теплоізоляційних матеріалів з JSON або TXT-файла. Це надасть можливість користувачу самостійно редагувати список теплоізоляційних матеріалів.

Версія 1.3 – створення локалізацій програми для різних країн. Написи на вікні і віджетах повинні відображатися на тій мові, яка характерна для заданої країни. Текст написів доцільно розмістити в файлах локалізації. Користувач повинен мати можливість викачати файли локалізації і налаштувати мову інтерфейсу на власний розсуд.

Версія 2.0 – перехід на бібліотеку PyQt 5 або PyQt 6 для більш професійного відображення інтерфейсу.

Версія 3.0 – перекомпонування додатка таким чином, щоб всі функції знаходились в зовнішніх модулях, а в головному модулі були лише віджети і виклики відповідних функцій.

Отже, розроблена програма HLCCW функціонує належним чином і може бути в подальшому модернізована за принципом додавання нових функцій.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. На основі аналізу результатів дослідження можна зробити такі висновки.

1. На основі аналізу наукових джерел встановлено, що проблема розробки моделей фізичних явищ і їх застосування в освітньому процесі загальноосвітніх шкіл і закладів вищої освіти залишається актуальною.
2. Розрахунок теплових втрат через циліндричну стінку має свої особливості. Вони пов'язані з тим, що зовнішня і внутрішня поверхні циліндричної стінки мають різну площу, тому розраховується не потік теплоти через одиницю площі, а потік теплоти через всю стінку довжиною 1 м.
3. Для розробки програми HLCCW ми вибрали мову програмування Python. Це дозволяє написати програму порівняно швидко, з мінімальною кількістю компіляцій проекту, і розширити функціонал за рахунок додаткових бібліотек мови Python.
4. Розроблено вимоги до програмного засобу. Головною вимогою є те, що програма повинна виконувати розрахунки і виводити на екран графік залежності теплових втрат від часу.
5. Програму HLCCW написано на мові Python з використанням додаткових бібліотек. Під час побудови архітектури додатка застосовано компонентно-орієнтований підхід, відповідно до якого програму скомпоновано з двох модулів. Завдяки модульній структурі програму порівняно просто модернізувати, написавши додатковий модуль і підключивши його до головного модуля.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Базурін, В. М. (2011). Вибір програмних засобів для створення моделей фізичних процесів і явищ. *Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: збірник наукових праць. Вип. IX. Кривий Ріг: Видавничий відділ НМетАУ*, 225-230. (Bazurin, V. M. (2011). Selection of software tools for creating models of physical processes and phenomena. *Theory and methods of teaching mathematics, physics, computer science: collection of scientific papers. Issue IX. Kryvyi Rih: Publishing Department of NMetAU*, 225-230).
2. Головіна, Н., Головін, М. (2021) Методичні особливості моделювання фізичних явищ на прикладі взаємодіючих коливань. *Фізика та освітні технології*, 2, 3–10, doi: <https://doi.org/10.32782/pet-2021-2-1> (Golovina, N., Golovin, M. (2021) Methodological features of modeling physical phenomena using the example of interacting oscillations. *Physics and Educational Technologies*, 2, 3–10, doi: <https://doi.org/10.32782/pet-2021-2-1>)
3. Головка, М. В., Крижановський, С. Ю., & Мацюк, В. М. (2015). Моделювання віртуального фізичного експерименту для систем дистанційного навчання в загальноосвітній і вищій педагогічній школах. *Інформаційні технології і засоби навчання*, (47, вип. 3), 36-48. (Golovko, M. V., Kryzhanovsky, S. Yu., & Matsyuk, V. M. (2015). Modeling of a virtual physical experiment for distance learning systems in general education and higher pedagogical schools. *Information Technologies and Learning Tools*, (47, issue 3), 36-48).
4. Дронь, В. (2022). Формування дослідницьких компетентностей у здобувачів освіти під час комп'ютерного моделювання фізичних явищ та процесів при дистанційному навчанні. *Фізико-математична освіта*, 35(3), 19-25. (Dron, V. (2022). Formation of research competencies in students during computer modeling of physical phenomena and processes in distance learning. *Physics and Mathematics Education*, 35(3), 19-25).
5. Єчкало, Ю. В. (2011). Комп'ютерне моделювання фундаментальних фізичних експериментів. *Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т.Г. Шевченка. Серія: Педагогічні науки*, (89), 255-259. (Yechkalo, Yu. V. (2011). Computer modeling of fundamental physical experiments. *Bulletin of the Chernihiv State Pedagogical University named after T.G. Shevchenko. Series: Pedagogical Sciences*, (89), 255-259).
6. Конспект лекцій з дисципліни «Тепломасообмін» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня зі спеціальності 144 «Теплоенергетика» (2021) / Укл. Соколовська І.Є. Кам'янське, ДДТУ. 114 с. (Lecture notes on the discipline "Heat and Mass Transfer" for students of the first (bachelor's) level of higher education in specialty 144 "Heat Power Engineering" (2021) / Ukl. Sokolovska I.E. Kamyanske, DSTU. 114 p).

7. Скрипка, Г. В. (2017). Моделювання фізичних явищ з використанням мобільних пристроїв у процесі викладання фізики. *Актуальні питання природничо-математичної освіти*, 177. (Skrypka, G. V. (2017). Modeling of physical phenomena using mobile devices in the process of teaching physics. *Current issues of natural and mathematical education*, 177.).
8. Слободяник, О. В. (2018). Комп'ютерне моделювання як інструмент візуалізації фізичних явищ. (Slobodyanyk, O. V. (2018). Computer modeling as a tool for visualizing physical phenomena).
9. PhET Simulations. URL: <https://phet.colorado.edu/en/simulations/filter?subjects=physics&type=html>
10. The Virtual Physical Laboratory. URL: <http://vplab.ndo.co.uk/home>

Bazurin V., Bazurina S. Software implementation of a computer model of the heat transfer process through a cylindrical wall.

Summary. In wartime, the role of computer programs that simulate physical processes and phenomena is increasing and can be used as teaching aids during distance learning. In particular, it is essential to develop models that simulate heat exchange and heat transfer processes, perform accurate calculations, and display the results on the screen. Special attention should be paid to technical support and the possibility of upgrading such models. The article reveals the features of heat transfer through a cylindrical wall, provides calculations of heat losses through a cylindrical wall, and implements a software implementation of the algorithm for calculating thermal resistance and heat flux through a cylindrical wall. The HLCCW program is developed in Python using additional libraries (math, tkinter, numpy, array, matplotlib). The program allows the user to select the material of the cylindrical wall, enter the outer diameter, wall thickness, and wall height. The input values of the time interval between discrete, external, and internal temperatures are entered from a text file. The HLCCW program calculates the heat flux at each time point, plots a heat loss graph, and calculates the sum of heat losses for a given period. The program contains 4 classes and consists of 2 modules – the main module and a class library. In the future, the program can be modernized by expanding the list of functions (reading data from XLSX files and databases, placing data on thermal insulation materials in a separate file), as well as developing a mobile version of the program. The developed software tool can be used in the process of studying such disciplines as "Heat Engineering", "Thermal and Hydraulic Machines", and others, the course of which provides for the study of the topic "Heat Transfer through a Cylindrical Wall".

Keywords: heat loss, cylindrical wall, heat flow, thermal resistance, thermal conductivity, program, algorithm, calculations.

Подано до друку 20.03.2025

Прийнято до друку 09.04.2025

РОЗДІЛ 5. ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНИЙ СУПРОВІД РОЗВИТКУ ТВОРЧОЇ ОСОБИСТОСТІ В ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ДИСЦИПЛІН ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ

УДК 376:51

DOI 10.24139/2519-2361/2025.01/188-196

З. О. Сердюк

ORCID ID 0000-0002-9376-4346

А. О. Голубенко

ORCID ID 0009-0003-3581-5816

Черкаський національний університет
імені Богдана Хмельницького

МУЛЬТИМОДАЛЬНА СТРАТЕГІЯ НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ УЧНІВ ЗЗСО В ІНКЛЮЗИВНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

В умовах трансформації сучасного суспільства та сучасної освіти, відповідно до цілей сталого розвитку, особлива увага все більше приділяється розробці адаптованих умов та методик щодо навчання дітей з особливими освітніми потребами (ООП), адже вони повинні отримати повноцінний доступ до освіти, на рівні з іншими дітьми. Урахування індивідуальних особливостей учнів та учениць, зокрема їхніх стилів навчання, є важливим аспектом для забезпечення ефективного навчання математики в умовах інклюзії, оскільки традиційні методи навчання часто не забезпечують необхідної гнучкості для задоволення різноманітних потреб школярів та школярок особливих категорій. Ця проблема є особливо актуальною в умовах інклюзивної освіти, де кожен учень чи учениця потребує індивідуального підходу. Саме тому метою статті нами визначено дослідження можливостей впровадження мультимодального навчання як ефективного підходу для адаптації навчального процесу з математики до різноманітних потреб учнів в умовах інклюзивної освіти. У результаті роботи нами було проведено загальний аналіз концепції мультимодального навчання та його складників. На прикладі вивчення різних тем з математики нами було виділено проблемні ситуації, що виникають в учнів з ООП під час їх-вивчення, надано конкретні методичні рекомендації щодо застосування базових принципів мультимодального навчання для їх усунення, наведені конкретні практичні завдання для якісного засвоєння цих тем. Подальші дослідження орієнтовані на розробку конкретних практичних рекомендацій для вчителів математики та педагогів-асистентів щодо інтеграції мультимодальних засобів у процес навчання математики в різних класах, що дозволить зробити його доступним для кожного учня з ООП.

Ключові слова: мультимодальне навчання, інклюзивне середовище, навчання математики.

Постановка проблеми. Одна з ключових ознак сучасного демократичного суспільства – прагнення до забезпечення рівних можливостей у всіх сферах життя, зокрема і в освіті. Інклюзивне навчання у даному контексті є важливим кроком до створення такого освітнього середовища, де кожна дитина, незалежно від своїх індивідуальних особливостей, може отримати якісні знання та розкрити свій потенціал. В Україні питання інклюзії набуває особливої актуальності, внаслідок низки соціальних, демографічних та політичних викликів, що сприяли значному збільшенню кількості дітей з особливими освітніми потребами впродовж останніх років.

Забезпечення доступності якісної освіти для всіх учнів є не лише етичним, а й стратегічним завданням, яке законодавчо закріплене в таких документах як, наприклад, Закон України «Про освіту», у якому наголошується на необхідності забезпечення умов для здобуття освіти всіма категоріями громадян України [11], та Національна стратегія

розвитку інклюзивного навчання, у якій забезпечення рівних прав та можливостей в освітній сфері для всіх без будь-якої дискримінації, визначається одним із пріоритетних напрямів розвитку сучасної освіти в Україні [12]. У процесі навчання, учні з особливими освітніми потребами (далі ООП) стикаються з низкою труднощів та перешкод. У даному контексті окремо слід розглянути труднощі, що виникають у школярів у процесі навчання математики – вони можуть зіштовхуватися із такими проблемами як складність абстрактних понять і символічного запису, проблеми із запам'ятовуванням алгоритмів, проблеми із застосуванням математичних операцій в реальних ситуаціях тощо.

Традиційні методи навчання часто не враховують індивідуальні особливості учнів і можуть спричиняти надмірне когнітивне навантаження, що ускладнює процес засвоєння матеріалу, особливо в умовах інклюзивної освіти. Теорія когнітивного навантаження, розроблена Джоном Свеллером, пояснює, що ефективність навчання значною мірою залежить від кількості інформації, яку учень може одночасно утримувати та обробляти в робочій пам'яті. У випадку математики, що включає складні абстрактні поняття, символічний запис і багатоступеневі алгоритми, перевантаження робочої пам'яті може призвести та зниження успішності [9]. Окрім того, до зниження ефективності навчання може привести неврахування різноманіття стилів навчання. У даному контексті слід розглянути класифікацію VARK яку розробив Ніл Флемінг, він виокремив такі основні стилі навчання як: візуальний, аудіальний, читання/письмо та кінестетичний. Слід зауважити, що, у рамках даної концепції, стилі навчання не є сталими, їх можна змінювати впродовж життя та відповідно до навчальної дисципліни [10]. Модель VARK створена для того, щоб допомогти ефективно підбирати відповідні комбінації стилів навчання, що оптимально підходять для конкретної ситуації та потреб учнів.

Впровадження принципів інклюзивного навчання, передусім, реалізується шляхом індивідуалізації навчального процесу що дозволяє враховувати різноманітні потреби учнів та адаптувати освітній процес відповідно до їхніх можливостей. Одним з основних підходів до реалізації індивідуалізації є диференціація навчання та універсальний дизайн в освіті, які спрямовані на створення доступного та гнучкого освітнього середовища. Диференціація передбачає застосування різних рівнів складності завдань, альтернативних методів подачі матеріалу та різних стратегій оцінювання. Це особливо важливо у викладанні математики, оскільки учні з особливими освітніми потребами можуть по-різному сприймати математичні концепції та потребувати додаткових засобів для їхнього засвоєння. Універсальний дизайн в освіті – це підхід, що передбачає створення навчального середовища, освітніх програм та послуг, які є максимально придатними для всіх учнів без необхідності додаткової адаптації чи спеціального дизайну [11]. Він базується на принципах різноманітного представлення навчального матеріалу, використання різних форматів виконання завдань і забезпечення активного залучення учнів у навчальний процес [4].

Таким чином, врахування індивідуальних особливостей учнів, зокрема їхніх стилів навчання, є важливим аспектом для забезпечення ефективного навчання в умовах інклюзії. Оскільки традиційні методи навчання часто не забезпечують необхідної гнучкості для задоволення різноманітних потреб учнів, що призводить до складнощів у засвоєнні матеріалу, особливо в таких дисциплінах, як математика. Ця проблема є особливо актуальною в умовах інклюзивної освіти, де кожен учень потребує індивідуального підходу.

Аналіз актуальних досліджень. Основні характеристики понять інклюзивної освіти у своїх працях висвітлили Н. Андрійчук [1], Л. Міщик, Г. Шейко, А. Смик [6]. Проблемам впровадження інклюзивного навчання в освітній процес ЗЗСО присвячено роботи низки науковців, зокрема А. Колупаєва та О. Таранченко у своїх працях детально описали теоретичні засади інклюзивного навчання [4]; В. Бойко розглядала у своїй роботі особливості запровадження інклюзивної освіти в освітнє середовище [3]; А. Садова,

Г. Матусевич, Н. Закорчевна, Д. Федорченко та В. Іваницький поділились практичним досвідом впровадження інклюзивних методик у навчальний процес [7].

Мультимодальне навчання у контексті дистанційної освіти [5] детально розглядали С. Лебедева та М. Лебедев; Т. Якимович, Л. Джулай, Л. Долінькова, О. Чорнописька та О. Якимович свої наукові розвідки присвятили дослідженню використання мультимодальних засобів навчання в освітньому процесі [8]. Слід зауважити, що іноземні науковці у своїх працях детально розглядають мультимодальне навчання, зокрема Т. Vanerjee та М. Gautam детально охарактеризували як впровадження принципів мультимодального навчання може знизити когнітивне навантаження в умовах інклюзивного навчання математики [9].

Мета статті – дослідити можливості впровадження мультимодального навчання як ефективного підходу для адаптації навчального процесу до різноманітних потреб учнів в умовах інклюзивної освіти, зокрема у навчанні математики.

Виклад основного матеріалу. Передусім, слід детальніше розглянути поняття мультимодального навчання. Це комплексний підхід до освітнього процесу, який залучає одночасно кілька каналів сприйняття інформації учнями, зокрема візуальний, аудіальний та кінестетичний [8]. Такий підхід особливо важливий у контексті інклюзивного навчання, оскільки дозволяє враховувати різні когнітивні та фізичні особливості учнів.

Концепція мультимодального навчання ґрунтується на дослідженнях когнітивної психології та педагогіки, що підтверджують ефективність залучення кількох сенсорних каналів для покращення сприйняття інформації [10]. Зокрема, мультимодальні методи представлення матеріалу задіюють різні процесори робочої пам'яті, що дає змогу одночасно опрацьовувати більший обсяг інформації. Відповідно до принципу модальності у Теорії когнітивного навантаження, навчання є ефективнішим, коли інформація подається через кілька сенсорних каналів одночасно.

У розрізі інклюзивної освіти мультимодальне навчання варто розглядати як частину універсального дизайну в освіті. Його ключові принципи включають множинні способи презентації, множинні способи вираження та множинні способи залучення. Перший принцип – множинні способи презентації навчального матеріалу – передбачає використання різних форматів подачі інформації, що дозволяє враховувати індивідуальні особливості учнів. Вчителі комбінують вербальні пояснення, інтерактивні завдання, візуальні та аудіальні матеріали, а також практичні заняття, що сприяє глибшому розумінню навчального матеріалу [4]. Таким чином, мультимодальне навчання є ефективним інструментом для реалізації універсального дизайну в освіті та забезпечення доступності навчального процесу.

Слід також виокремити переваги мультимодального навчання. По-перше, воно підтримує різні стилі навчання, дозволяючи кожному учню засвоювати матеріал у найбільш зручний спосіб. По-друге, мультимодальне навчання сприяє підвищенню доступності освітнього процесу для учнів із порушеннями слуху, зору, мовлення чи моторики. По-третє, використання різних форматів подачі матеріалу покращує увагу та залученість учнів, оскільки інтерактивні методи стимулюють активне включення в навчальний процес. По-четверте, інформація краще запам'ятовується завдяки залученню кількох сенсорних каналів одночасно. Нарешті, мультимодальне навчання розширює можливості для самовираження учнів, дозволяючи їм демонструвати знання через різні форми (усні відповіді, письмові роботи, проекти, візуалізації тощо). Завдяки своїй гнучкості, цей підхід легко адаптується до освітніх потреб різних учнів і навчальних ситуацій.

Мультимодальне навчання базується на кількох ключових принципах, які забезпечують його ефективність та адаптивність до потреб учнів. Вони ґрунтуються на використанні різних сенсорних каналів сприйняття, активному залученні учнів до навчального процесу та забезпеченні доступності освіти для всіх.

Принцип різноманіття, який передбачає використання широкого спектра методів навчання та матеріалів, які задіюють різні канали сприйняття інформації: візуальний

(графіки, схеми, малюнки, презентації), аудіальний (переважно пояснення вчителя, різноманітні аудіо-матеріали), кінестетичний/тактильний (маніпуляції з різноманітними предметами, об'ємними фігурами, різними текстурами, практичні вправи тощо). Поєднання цих методів дозволяє враховувати особливості кожного учня, роблячи навчальний процес більш ефективним та захопливим.

Принцип інтерактивності – мультимодальне навчання спрямоване на залучення учнів до активної участі в навчальному процесі. Для цього можна використовувати дискусії, групові проекти, інтерактивні технології, дослідницьку діяльність. Така інтерактивність мотивує учнів до навчання, а відповідно і сприяє кращому засвоєнню матеріалу.

Принцип адаптивності передбачає гнучкість навчального процесу та його пристосування до індивідуальних особливостей учнів. Завдяки адаптивності мультимодальне навчання може бути ефективним для всіх категорій учнів, включаючи тих, хто має особливі освітні потреби.

Принцип доступності забезпечує можливість навчання для всіх учнів, незалежно від їхніх фізичних чи когнітивних особливостей і може досягатися за допомогою використання альтернативних форматів навчальних матеріалів та створення навчального середовища, яке враховує потреби всіх учнів.

Принципи мультимодального навчання забезпечують ефективний, інтерактивний, доступний і гнучкий освітній процес. Завдяки використанню різних каналів сприйняття інформації, активному залученню учнів, адаптивності методів і забезпеченню доступності матеріалів, мультимодальне навчання сприяє підвищенню якості освіти та інклюзивності навчального середовища.

Задля успішного впровадження мультимодальної стратегії у навчання слід виокремити кроки її реалізації. Окреслимо їх наступним чином: задля успішної реалізації мультимодального навчання потрібно визначити цілі та принципи навчання, врахувати стиль навчання учнів, визначити роль педагога та розробити план дій, вибрати відповідні методи та мультимодальні засоби навчання, підготувати чіткі інструкції та необхідні матеріали, оцінити ефективність навчання.

Розглянемо декілька прикладів застосування стратегії мультимодального навчання на уроках математики. Для цього ми обрали наступні теми: «Віднімання раціональних чисел» – математика, 6 клас (табл. 1), «Площа прямокутника» – геометрія, 8 клас (табл. 2), «Взаємне розміщенні прямих у просторі» – геометрія, 10 клас (табл. 3).

Таблиця 1

Стратегія мультимодального навчання на уроках математики з теми «Віднімання раціональних чисел» (6 клас)

<i>Проблемна ситуація</i>	<i>Шляхи вирішення</i>	<i>Приклад</i>
Учням із порушеннями слуху складно сприймати усне пояснення правил: правило зміни знаку при відніманні може бути незрозумілим без додаткових візуальних підказок	Використовувати візуальні методи, такі як графічні анімації, жестова мова, письмові інструкції.	Використати анімацію на інтерактивній дошці або в презентації, що показує, як змінюється число при відніманні від'ємного значення. Використовувати мову жестів для пояснення змін знаків
Учні плутають операцію віднімання з додаванням	Використовувати візуальні, аудіальні та кінестетичні методи, такі як інтерактивні картинки, презентації, звукові описи, моделі числової прямої, приклади руху вперед-назад	Намалювати числову пряму і показати, що віднімання означає рух ліворуч (зменшення числа). Використати аналогію з температурою: "Було $+5^{\circ}\text{C}$, а температура знизилася на 8°C . Чи можемо мати від'ємне число? Як це виглядає на шкалі?"

Продовження таблиці 1

		Використати завчасно підготовлену учнями модель числової прямої та рухати на ній точку відповідно до умов завдання
Учні, наприклад, з проблемами пам'яті, можуть забувати правило зміни знака або плутатися у схемах обчислення.	Використовувати візуальні та аудіальні методи, такі як візуальні підказки, картинки, алгоритми, мнемотехніки, алгоритми.	Використати аббревіатуру або риму: "Мінус мінус – зміни на плюс, пам'ятай про цей бонус!" Використати кольорові позначки, наприклад, мінуси завжди позначати червоним кольором, а знаки додавання – зеленим. Дати учням шпаргалку у вигляді алгоритму (з ілюстраціями), що пояснює кожен випадок віднімання.

Таблиця 2

Стратегія мультимодального навчання на уроках геометрії з теми
«Площа прямокутника» (8 клас)

<i>Проблемна ситуація</i>	<i>Шляхи вирішення</i>	<i>Приклад</i>
Учням складно зрозуміти ідею площі як кількості одиничних квадратів.	Використовувати візуальні, аудіальні та кінестетичні методи, такі як малюнки, інтерактивні зображення, звукові описи, фізичні моделі.	Використати сітку на дошці або в зошиті, де учні зафарбовують одиничні квадрати, підраховуючи площу прямокутника. Дати учням конструктори або мозаїки (наприклад, LEGO чи квадрати з картону), щоб вони самостійно виклали прямокутник розміром $a \times b$ і порахували квадрати всередині нього. Використати аналогію з кахлем: «Уявіть, що вам потрібно поверхню Вашого письмового столу викласти кольоровими картками. Як дізнатися, скільки карток потрібно взяти?»
Учням з дислексією складно працювати із текстовими задачами: вони можуть мати труднощі у сприйнятті текстових формулювань задач, що ускладнює розв'язання прикладних задач на площу.	Використовувати візуальні та аудіо матеріалів замість довгих текстових пояснень.	Використати графічні інструкції замість текстових. Наприклад, пропонувати ілюстровані завдання (на картинці показано екран в кінотеатрі, потрібно знайти його площу; або ж для того, щоб купити покривало потрібного розміру, треба знайти площу сидіння дивана тощо). Використати аудіоінструкції, наприклад, записати задачі у вигляді голосових повідомлень, щоб учні могли слухати їх, а не читати.

Продовження таблиці 2

<p>Учням складно застосувати формулу в реальних ситуаціях</p>	<p>Використовувати життєві ситуації (кінестетичні методи) і проектні завдання, де учні самостійно визначають площу реальних об'єктів</p>	<p>Дати завдання виміряти довжину й ширину парти або зошита чи підручника з математики та знайти їх площу. Провести дослідницький проект: «Розрахуйте, скільки фарби потрібно для фарбування підлоги та стін Вашої кімнати», або ж «Порахуйте, скільки квадратних метрів таканини потрібно купити для пошиття штор у Вашу кімнату» тощо. Використати онлайн-калькулятори, де учні можуть вводити довжину й ширину різних об'єктів і бачити розрахунки площі в інтерактивному режимі.</p>
---	--	--

Таблиця 3

Стратегія мультимодального навчання на уроках геометрії з теми «Взаємне розміщення прямих у просторі» (10 клас)

<i>Проблемна ситуація</i>	<i>Шляхи вирішення</i>	<i>Приклад</i>
<p>Учням важко уявити тривимірний простір та взаємне розташування прямих: деяким учням може бути складно уявити просторові відношення між прямими, оскільки вони звикли працювати з геометрією на площині (це можуть бути учні, наприклад, з дислексією чи порушенням просторового мислення)</p>	<p>Використовувати аудіальні та кінестетичні методи, такі як звукові описи, використання рухів та жестів тіла для опису, використання фізичних моделей, інтерактивних 3D-об'єктів</p>	<p>Використати 3D-моделі в геометричних програмах (наприклад GeoGebra), де учні можуть повертати фігури та бачити взаємне розміщення прямих у просторі. Дати кожному учню дві палички (або олівці) і запропонувати показати їм різне взаємне розміщення цих паличок (паралельні, перетинаються, мимобіжні, перпендикулярні). За допомогою рук чи пальців рук показати прямі, що перетинаються, мимобіжні тощо</p>
<p>Учні не розрізняють паралельні та мимобіжні прямі</p>	<p>Використовувати візуальні, аудіальні та кінестетичні методи, такі як порівняльні схеми чи таблиці, звукові описи, використання фізичних моделей, інтерактивних 3D-об'єктів.</p>	<p>Скласти порівняльну таблицю. Використати різні моделі, такі як кубики, коробки, класна кімната, для візуалізації паралельних прямих (протилежні ребра при одній грані) та мимобіжних прямих (різні ребра на паралельних гранях)</p>
<p>Учням із порушеннями зору складно працювати з графічним матеріалом: учні які мають порушення зору (такі як, наприклад, астигматизм або інші) можуть відчувати трудно-</p>	<p>Використовувати аудіальні та кінестетичні методи, такі як звукові описи та рельєфні моделі</p>	<p>Використовувати 3D-друк або картонні моделі для відтворення взаємного розташування прямих у просторі. Підготувати звуковий опис: наприклад, "уявіть два канати, які простягаються вгору, але</p>

Продовження таблиці 3

щі у сприйнятті просторових відношень через зображення та креслення		не перетинаються". Використати рельєфні схеми, які можна помацати руками, для представлення взаємного розташування прямих.
---	--	--

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. У результаті дослідження встановлено, що мультимодальне навчання є ефективним інструментом для адаптації навчального процесу до потреб особливих учнів, зокрема під час вивчення математики. Використання різноманітних навчальних технологій та методик дозволяє не лише сприяти кращому розумінню навчального матеріалу, але й забезпечувати індивідуальний підхід до кожного учня, що надзвичайно важливо для розвитку здібностей таких дітей. Мультимодальне навчання дозволяє учням з різними типами сприйняття інформації більш ефективно взаємодіяти з навчальним матеріалом, що підвищує і їхню мотивацію до вивчення такого складаного предмета, як математика, а також сприяє покращенню їх успішності.

Подальші дослідження вбачаємо у розробці конкретних практичних рекомендацій для вчителів математики та педагогів-асистентів щодо інтеграції мультимодальних засобів у процес навчання математики, що дозволить зробити його доступним для кожного учня з ООП. Крім того, перспективним є дослідження можливостей використання сучасних технологій для персоналізації навчання та створення адаптивних освітніх середовищ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Андрійчук, Н. М. (2016). Інклюзивна освіта в сучасній гуманітарній науці: понятійно-категоріальний апарат. Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 16 : Творча особистість учителя: проблеми теорії і практики, (26), 3-7. (Andriichuk, N. M. (2016). Inclusive education in modern humanities: conceptual and categorical framework. Scientific Journal of NPU named after M. P. Drahomanov. Series 16: Creative Personality of the Teacher: Problems of Theory and Practice, (26), 3–7.)
2. Балута, К. Т., Гороховська, Т. О. (2021). Особливості методики навчання математики в умовах інклюзивної освіти. Вісник Сковородинівської академії молодих учених : збірник наук. праць, 368–372. (Baluta, K. T., & Horokhovska, T. O. (2021). Features of teaching mathematics methodology in inclusive education. Bulletin of Skovoroda Academy of Young Scientists: Collection of Scientific Papers, 368–372.)
3. Бойко, В. О. (2012). Інклюзивна освіта: до питання визначення поняття та особливостей її запровадження. Наукові записки Ніжинського державного університету ім. Миколи Гоголя. Серія : Психолого-педагогічні науки, (4), 7-10. (Boiko, V. O. (2012). Inclusive education: on the issue of defining the concept and features of its implementation. Scientific Notes of Nizhyn State University named after Mykola Gogol. Series: Psychological and Pedagogical Sciences, (4), 7–10.)
4. Колупаєва, А. А., Таранченко, О. М. (2023). Інклюзія: покроково для педагогів: навчально-методичний посібник. Київ. (Kolupaeva, A. A., & Taranchenko, O. M. (2023). Inclusion: step by step for teachers: educational-methodical manual. Kyiv.)
5. Лебедева, С. Л., Лебедев, М. К. (2023). Мультимодальні аспекти викладання у сфері сучасної дистанційної освіти. Інноваційна педагогіка, (56), 201–205. (Lebedeva, S. L., & Lebedev, M. K. (2023). Multimodal aspects of teaching in modern distance education. Innovative Pedagogy, (56), 201–205.)
6. Міщик, Л. І., Шейко, Г. Д., Смик, А. С. (2018). Інклюзивна освіта: здобутки, проблеми та перспективи: монографія. Суми: Видавничий дім «Ельдорадо». (Mishchuk, L. I., Sheiko, G. D., & Smyk, A. S. (2018). Inclusive education: achievements, problems, and prospects: monograph. Sumy: Publishing House «Eldorado».)

7. Садова, А. П., Матусевич, Г. В., Закорчевна, Н. В., Федорченко, Д. А., & Іваницький, В. О. (2024). Реалізація інклюзивних освітніх технологій у нових умовах спеціального навчання. Безбар'єрність в освіті осіб з особливими потребами: досвід та інновації: матеріали міжнародного конгресу із спеціальної педагогіки та психології, частина 2, 24–25 жовтня 2024 р., Київ, 72–76. (Sadova, A. P., Matusievych, H. V., Zakorchevna, N. V., Fedorchenko, D. A., & Ivanytskyi, V. O. (2024). Implementation of inclusive educational technologies in new conditions of special education. Barrier-Free Education for Persons with Special Needs: Experience and Innovations: Materials of the International Congress on Special Pedagogy and Psychology, Part 2, October 24–25, 2024, Kyiv, 72–76.)
8. Якимович, Т. Д., Джулай, Л. І., Долінькова, Л. В., Чорнописька, О. І., Якимович, О. Н. (2024). Використання мультимодальних засобів навчання: результати дослідження. Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 5: Педагогічні науки: реалії та перспективи, (97), 164–167. (Yakymovych, T. D., Dzhulai, L. I., Dolinkova, L. V., Chornopyska, O. I., & Yakymovych, O. N. (2024). Use of multimodal learning tools: research results. Scientific Journal of NPU M. P. Drahomanov. Series 5: Pedagogical Sciences: Realities and Perspectives, (97), 164–167.)
9. Banerjee, T., & Kumar Gautam, M. (2024). Inclusive mathematics classroom practices for children with diverse learning needs from the perspective of cognitive load theory. EPRA International Journal of Multidisciplinary Research, (10), 548–555.
10. Reis, A., Morze, N., & Osmolyk, K. (2019). How does our brain change during the learning process. Open Educational E-Environment of Modern University, (6).
11. Закон України «Про освіту» № 2145-VIII (2017). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text> (Verkhovna Rada of Ukraine. (2017). Law of Ukraine "On Education" No. 2145-VIII. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19>)
12. Розпорядження Кабінету Міністрів України «Національна стратегія розвитку інклюзивного навчання на період до 2029 року» № 527-р (2024). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/527-2024-%D1%80#Text> (Cabinet of Ministers of Ukraine. (2024). National strategy for the development of inclusive education until 2029 (Order No. 527-r). Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/527-2024-%D1%80#Text>)

Serdiuk Z., Holubenko A. Multimodal Mathematics Learning Strategy for Students in General Secondary Education in an Inclusive Environment.

Summary. In the context of the transformation of modern society and contemporary education, in line with the goals of sustainable development, increasing attention is being paid to the development of adapted conditions and methods for teaching children with special educational needs (SEN). These children must have full access to education, on an equal basis with other children. Considering the individual characteristics of students, including their learning styles, is an important aspect of ensuring effective mathematics education in an inclusive setting, as traditional teaching methods often do not provide the necessary flexibility to meet the diverse needs of students from special categories. This issue is particularly relevant in the context of inclusive education, where each student requires an individual approach. Therefore, the aim of this article is to explore the potential implementation of multimodal learning as an effective approach to adapting the mathematics curriculum to the diverse needs of students in inclusive education. As part of this work, we conducted a general analysis of the concept of multimodal learning and its components. Using various mathematics topics as examples, we identified problem situations that arise among students with SEN during their study and provided specific methodological recommendations for applying the basic principles of multimodal learning to address these issues. We also offered concrete practical tasks for the effective mastering of these topics. Further research will focus on developing specific practical recommendations for mathematics teachers and teacher assistants on integrating multimodal tools into the mathematics teaching process across different grades, making it accessible for

every student with SEN.

Keywords: multimodal learning, inclusive environment, mathematics education.

Подано до друку 25.03.2025

Прийнято до друку 09.04.2025

УДК: 373.5.091.27:51(477)

DOI 10.24139/2519-2361/2025.01/196-205

М. І. Кривошея

ORCID ID 0009-0000-4365-5937

Вінницький державний педагогічний
університет імені Михайла Коцюбинського

ЗАЛУЧЕННЯ ДВІЧІ ВИНЯТКОВИХ ДІТЕЙ ДО УЧАСТІ В МАТЕМАТИЧНИХ ЗМАГАННЯХ

Нагальною проблемою в роботі з дітьми, що мають особливі освітні потреби, є забезпечення дітям такої категорії рівних можливостей доступу до якісної освіти. Діти з подвійними особливостями освітніх потреб, це діти, які водночас і обдаровані, і мають певні складні порушення розвитку (зору, слуху та інші). Попри наявність у цій проблемі завдань економічного, правового, соціологічного спрямування, провідна роль у вирішенні проблеми покладається на педагогів-практиків. У статті розкривається сутність поняття «двічі виняткові діти»; обґрунтовується актуальність проблеми щодо доцільності залучення таких дітей до участі в інтелектуальних (математичних) змаганнях; виокремлюються приклади позитивного досвіду вирішення цієї проблеми в країнах світу та в Україні; критично аналізуються проблеми на шляху залучення «двічі виняткових дітей» до участі в інтелектуальних змаганнях; формулюються можливі перспективні напрями освітньої діяльності в контексті інклюзії учнівського олімпіадного руху в Україні. З огляду на специфіку менталітету, відмінності в економічному розвитку та інші чинники, інклюзія олімпіадного учнівського руху в Україні не може бути прямим наслідуванням світового та європейського досвіду. Неупереджений пошук авторських підходів щодо доцільних форм виявлення математично обдарованих дітей серед тих, що мають особливі освітні потреби (пов'язані зі станом здоров'я), підвищення рівня професійної компетентності вчителів щодо організації освітньої діяльності з дітьми цієї категорії, належне методичне та матеріальне забезпечення, відповідна нормативно-правова база, закріплена на законодавчому рівні, – шлях до безбар'єрності залучення таких дітей до математичних змагань і, як наслідок, – шлях забезпечення рівного доступу до якісної освіти двічі винятковим дітям.

Ключові слова: двічі виняткові діти, інклюзія, математичні змагання, обдарованість, особливі освітні потреби.

Постановка проблеми. Діти з особливими освітніми потребами (ООП), інклюзивна освіта, всебічний розвиток обдарувань дитини – це проблеми, що наразі є нагальними для батьків, вчителів, психологів, корекційних педагогів, логопедів, а тому потребують всеохоплюючих наукових досліджень. Нашу увагу привертає проблема розвитку «двічі виняткових дітей». Як розпізнати таких математично обдарованих дітей серед тих, хто має особливі освітні потреби та залучити цих дітей до участі в математичних змаганнях? Чому важливо залучати двічі виняткових дітей до математичних змагань? Чи є позитивна практика подібної діяльності в Україні та в інших країнах світу? Наш пошук відповідей на ці питання ґрунтувався на гіпотезі, що участь в інтелектуальних математичних змаганнях двічі виняткових дітей позитивно впливає на їхній особистісний розвиток в цілому, та розвиток їхніх здібностей та обдарувань, зокрема.

Аналіз актуальних досліджень. Хто такі діти з особливими освітніми потребами? Закон України «Про освіту» від 05.09.2017р. унормовує, що це особи, які потребують

додаткової підтримки в освітньому процесі з метою забезпечення їх права на освіту. До цієї категорії відносять, зокрема, дітей з розладами зору або слуху, опорно-рухової або нервової системи, дітей із затримкою психічного розвитку, з інтелектуальними або складними мовленнєвими порушеннями та з іншими складними порушеннями розвитку. Науково-теоретичні основи інклюзивної освіти в Україні та за кордоном відображені в дослідженнях Колупасової А. А. [1] та Кузави І. Б. [2]. Окремі аспекти особливостей методології інклюзивної освіти висвітлені в наукових статтях Бондаря В. І., Гладуша В. А., Матвєєвої М. П., Миронової С. П., Панка В. Г., Савчук Л. О., Сак Т. В., Синьова В. М., Таранченко О. М., Шевцова А. Г. Поряд із тим, українські та закордонні науковці Бевз О. П., Демченко І. І., Остапчук О. Л., Отрох Н. В., Теличко Н. В., Яншина Т. А., Роупер А., Сільверман Л., Террасье Дж., Холлінгворт Л. та інші класифікують обдарованих дітей також як таких, що мають особливі освітні потреби, оскільки будь-яка обдарованість супроводжується асинхронним розвитком. Науковиці Демченко О. П. та Ковальова О. А. в статті «Обдарована особистість в інклюзивному освітньому просторі: український і європейський контекст» [3] вказують на те, що обдаровані діти мають більшу невідповідність між різними аспектами свого розвитку, ніж їх «звичайні» однолітки. Проблема асинхронізації в розвитку обдарованої дитини тривалий час ігнорувалася науковцями. Саме спроба пояснення обдарованості в контексті асинхронності розвитку такої дитини, про що йдеться у вищесказаній статті Демченко О. П. та Ковальнової О. А., слугує акцентуації уваги не лише на надзвичайних здібностях і високих успіхах обдарованої дитини, але й на нетиповості її розвитку, що зумовлює її ООП. Останнім часом виокремилася плеяда вчених, тематика досліджень яких охоплює проблеми, що стосуються дітей, які є на перетині обох вище вказаних підходів. Цілком зрозуміло, що це є діти з подвійними особливостями освітніх потреб, тобто діти, які водночас і обдаровані, і мають якісь із вище вказаних розладів. У закордонних дослідженнях таких дітей виокремлюють у категорію «Двічі виняткові діти» [4, 5, 6]. Закордонні дослідники інклюзії Brody L. E. та Mills C. J. [4] схилиються до думки, що для «двічі виняткових дітей» варіативні навчальні програми, що ґрунтуються на сильних сторонах таких дітей та водночас усувають їх слабкі сторони, мають перспективу успішної реалізації в одному й тому ж конкретно визначеному освітньому середовищі. Особливості розвитку і навчання обдарованих дітей з аутистичними рисами досліджувала Остапчук О. Є. [7]. Стаття [8] української науковиці, кандидата педагогічних наук Шульги А. В. презентує її дослідження щодо проблеми обдарованості дітей із особливими освітніми потребами. Проте, здійснений нами аналіз досліджень і публікацій підводить до констатації факту про те, що практично бракує досліджень щодо залучення «двічі виняткових дітей» до інтелектуальних у цілому та математичних, зокрема, змагань.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. На нашу думку, педагогічна практика потребує методологічних напрацювань щодо створення безбар'єрного освітнього середовища для участі «двічі виняткових» дітей в олімпіадному учніському русі в Україні загалом та в математичних змаганнях, зокрема. З огляду на широту спектру захворювань дітей із особливими освітніми потребами зосередимося на огляді лише окремих випадків.

Мета статті – вказати на актуальну проблему забезпечення необхідних умов для особистісного розвитку двічі виняткових дітей та пояснити доцільність залучення таких дітей до інтелектуальних математичних змагань.

Виклад основного матеріалу. 2001-2007 роки можна вважати періодом початку запровадження інклюзивної освіти в Україні. На рівні експерименту МОН впровадило проєкт «Соціальна адаптація та інтеграція в суспільство дітей з особливостями психофізичного розвитку шляхом організації їх навчання у загальноосвітніх навчальних закладах». У такий спосіб розпочалася діяльність педагогів-практиків щодо залучення дітей з ООП до процесу навчання в ЗЗСО України. Доленосними віхами наступного другого етапу щодо інклюзії (2008-2012 роки) є реалізація українсько-канадського проєкту «Інклюзивна освіта для дітей з особливими потребами в Україні» та підписання 1 жовтня 2010 року наказу МОН №912 щодо затвердження Концепції розвитку інклюзивного навчання в Україні [9]. Підписанням 5 липня

2017 року Закону «Про внесення змін до Закону України «Про освіту» щодо особливостей доступу осіб з особливими освітніми потребами до освітніх послуг», фактично було розпочато велику освітню реформу. Цей Закон про освіту унормовує здобуття освіти дітьми з ООП. У нашій країні першим комплексним документом, який передбачає гарантоване забезпечення освітньої безбар'єрності стала «Національна стратегія зі створення безбар'єрного простору в Україні до 2030 року», яка схвалена Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 14 квітня 2021 р., №366-р. У Законі України «Про освіту» від 05.09.2017 р. достатньо всеохоплююче висвітлено питання щодо організації освітнього процесу для обдарованих дітей. Проте в чинних освітніх законодавчих актах України, наразі, не надано належної уваги створенню оптимальних умов для максимальної реалізації обдарувань дітей з подвійними особливими освітніми потребами. Вирішення цих питань, у основному, належить компетенції батьків таких дітей. З огляду на дослідження Worgald C. [5], до деякої міри подібною є ситуація й у інших країнах світу.

Стів Уорд у своїй науковій роботі «Формування ранніх навиків співпраці та комунікації у дітей з РАС» [6] стверджує, що хороший учень це той учень, який готовий до навчання, може навчатися та хоче навчатися. Діти з ООП, наприклад з аутизмом, можуть мати надзвичайні математичні здібності. Проте проблеми дітей з розладами аутичного спектру (РАС) полягають у тому, що навички співпраці та комунікації у них не формуються спонтанно. Наслідком цього може бути хибне сприйняття таких дітей. Оточуючим вони бачаться аж ніяк як обдаровані, навпаки, швидше вони сприймаються нездатними до навчання. Вказані чинники виокремлюють першочергові аспекти методики формування та розвитку математичних компетентностей у дітей з РАС. А саме, – це формування в них навичок співпраці та комунікації, що зумовить у подальшому можливість хоча б часткового застосування для розвитку математичного обдарування такої дитини відповідних методик для дітей, яких у дидактиці не класифікують, як дітей з ООП. Не лише навчання та розвиток двічі виняткових дітей повинно ґрунтуватися на своїй винятковій методиці, специфічною бачиться й методика щодо залучення двічі виняткових дітей до інтелектуальних змагань. Наразі, в цій царині, питань від педагогів-практиків більше аніж відповідей науковців-теоретиків.

Сприяння обдарованим дітям, згідно чинного законодавства, завжди було одним із пріоритетів державної політики в Україні. Ще з 2010 року це знаходило відображення в Законі України «Про основні засади державної підтримки обдарованих дітей та молоді на Україні», в Указах Президента 2010 р., 2015 р. «Про заходи щодо розвитку системи виявлення та підтримки обдарованих і талановитих дітей та молоді». Проте й до цього часу педагогічної практики в очікуванні доцільної деталізації окремих параграфів подібних законодавчих актів у контексті інклюзії. Нормативною базою щодо залучення дітей до інтелектуальних змагань в Україні є «Положення про Всеукраїнські учнівські олімпіади, турніри, конкурси з навчальних предметів, конкурси-захисти науково-дослідницьких робіт, олімпіади зі спеціальних дисциплін та конкурси фахової майстерності» [10] (далі в тексті – Положення). Відповідний Наказ МОН зареєстрований у Міністерстві юстиції в 2011 році. Вище вказане Положення [10] реалізується зі змінами та доповненнями. Згідно цього документу, учасником першого етапу Всеукраїнських учнівських олімпіад з навчальних предметів може бути кожен бажаючий учень. Отже, Положення [10] не унеможливило участі в інтелектуальних, у т.ч. і математичних, змаганнях двічі витяткових дітей. За даними Міністерства соціальної політики України, кількість людей із особливими потребами збільшилась удвічі порівняно з 1990 роком. Станом на доковідний та довоєнний 2018 рік кількість таких людей в Україні сягала майже 3 мільйонів. Серед них понад 165 тисяч – діти.

Із огляду на багаторічний особистий досвід участі в усіх чотирьох етапах Всеукраїнських математичних олімпіад, можна констатувати, що обдаровані діти з ООП, можливо за окремим винятком, практично відсутні на учнівських змаганнях із навчальних предметів в Україні. Такий стан справ зумовлений щонайменше трьома чинниками:

- відсутність належної методичної бази щодо ідентифікації двічі виняткових дітей;

- професійна неготовність вчителів для забезпечення психолого-педагогічного супроводу двічі виняткових дітей щодо залучення їх до участі в учнівських змаганнях із навчальних предметів;
- відсутність відповідного, щодо дітей з ООП, матеріального забезпечення освітнього середовища в місцях проведення змагань з навчальних предметів.

Має місце думка, що позитивне вирішення вище вказаної проблеми, із необхідності, повинно починатися зі створення належної законодавчої (нормативної) бази. Наразі, всупереч «Національній стратегії зі створення безбар'єрного простору в Україні до 2030 року» ще не спостерігається поступу законодавчих ініціатив МОН України стосовно створення безбар'єрного олімпіадного простору для двічі виняткових дітей. Проект нового Положення про учнівських олімпіадний рух в Україні, який у вересні 2024 року викликав жваве обговорення освітян та науковців, також не містив параграфів, впровадження яких у активну практику забезпечувало б належні умови безбар'єрного освітнього змагального середовища в Україні для двічі виняткових дітей.

Чи є місце двічі винятковим дітям, з точки зору державних та наукових установ України, в категорії талановитих? Нас цікавить, перш за все, практичний аспект цього питання. Інститут обдарованої дитини НАПНУ не має окремого підрозділу, назва якого або напрямки роботи якого відображали б інклюзивний аспект спрямування діяльності. Звісно відповідна діяльність не може не здійснюватися цією установою. Огляд матеріалів заходів, проведених вище вказаним інститутом у 2024 році, скеровує до висновку, що питання ідентифікації обдарованих дітей з ООП, залучення до інтелектуальних змагань таких дітей не виносилися як окремі напрямки конференцій, семінарів, круглих столів чи то взагалі як провідна тема вказаних заходів. До прикладу, V Міжнародна науково-практична онлайн-конференція «Обдаровані діти – скарб нації!», що відбувалася на базі Інституту обдарованої дитини НАПНУ 23 – 26 жовтня 2024 року, не виокремлює ні в меті, ні в науковій тематиці цієї конференції інклюзивного аспекту. Прикладом у цьому плані можуть слугувати Всесвітня рада сприяння освіті обдарованих і талановитих дітей (WCGTC) та європейська рада з питань високих здібностей, із якими Інститут співпрацює. Науково-теоретична та практична діяльність установ щодо інклюзії чітко виокремлена на сайтах, а тому утверджує принципи безбар'єрності, є доступною для здобувачів освіти з ООП, їх батьків, вчителів і слугує їм.

Учні та вчителі, що впродовж багатьох років долучаються до участі в заключних етапах міжнародних Чемпіонатів з розв'язування логічних математичних задач, мають практичну можливість спостерігати серед учасників цих змагань із різних країн двічі виняткових дітей. Подібні факти ще не є достатньою умовою для того, щоб стверджувати, що в країнах Європи та світу на державному рівні знайдено позитивне рішення питання створення безбар'єрних освітніх умов щодо залучення дітей із різними ООП до участі в математичних змаганнях. Часто подібними проблемами в країнах Європи та світу опікуються громадські організації, а не міністерства освіти відповідних країн. Прикладами таких спільнот є Міжнародний Комітет математичних змагань, штаб-квартира якого знаходиться в м. Париж (Франція), Французька федерація математичних змагань. Провідною метою їх діяльності є реалізація принципу «Математика для всіх». Подібні освітянсько-наукові спільноти є в Швейцарії, Польщі, Бельгії, Канаді та в інших країнах. Власне в багатьох країнах світу питаннями участі учнів у Всесвітніх математичних олімпіадах також опікуються не урядові, а відповідні громадські організації, на що вказує доктор фізико-математичних наук, професор Рубльов Б. Я. [11]. За умов відсутності належного врегулювання на державному рівні питання щодо залучення двічі виняткових дітей до участі в учнівських змаганнях з навчальних предметів особливо цінними є активності окремих педагогів-практиків.

Одним із прикладів таких ініціатив в Україні є діяльність Вінницького міського Центру з інтеграції до європейського та світового освітнього простору (далі в тексті – Центр). У рамках педагогіко-методичного експерименту на основі співпраці Центру з Кам'янець-Подільським НВК з центром реабілітації слабоворих дітей (наразі – це Спеціалізована школа слабоворих в м. Кам'янець-Подільський), до участі в чвертьфіналах, півфіналах і всеукраїнських фіналах XXV та XXVI міжнародних Чемпіонатів з

розв'язування логічних математичних задач (далі в тексті – Чемпіонат) були залучені двічі виняткові діти. Чемпіонат відбувається під егідою Міжнародного Комітету математичних змагань. Організатором Чемпіонату серед країн світу є Французька федерація цього Комітету, а в Україні проведенням Чемпіонату опікується Вінницький міський Центр з інтеграції до європейського та світового освітнього простору. В Україні в чвертьфіналі XXV Чемпіонату взяли участь 33 двічі виняткових дитини. Серед них учні 3-11 класів. Цей етап змагань є не лише відбірковим, але й підготовчим до наступних етапів. Учасники чвертьфіналу в процесі пошуку розв'язків задач мають право використовувати математичну літературу, користуватися послугами відповідних інтернет-джерел, тощо. За бажанням учні можуть виконувати завдання в навчальному закладі або дома, послуговуючись допомогою батьків, вчителів, тьюторів. Тому створення відповідного без бар'єрного освітнього середовища для двічі виняткових дітей на цьому етапі Чемпіонату не складає труднощів для оркомітетів змагань. Наступні етапи – півфінал та всеукраїнський фінал Чемпіонату відбуваються в офлайн режимі. 16 двічі виняткових учнів на конкурсній основі вибороли право участі у всеукраїнському півфіналі XXV Чемпіонату та прибули з Кам'янець – Подільського до Вінниці для участі в змаганнях. 12 із цих учнів (75%) стали переможцями півфіналу та були запрошені до участі у всеукраїнському фіналі XXV Чемпіонату. Для забезпечення безбар'єрності участі цих учнів у змаганнях та дієвої реалізації рівних можливостей доступу до якісної освіти, оргкомітетом Чемпіонату зреалізовувались власні методичні бачення щодо вирішення проблеми. Специфіка завдань міжнародних Чемпіонатів з розв'язування логічних математичних задач унеможлиблює до 30% достатність використання шрифту Брайля для достовірності передачі слабоворим дітям текстів умов завдань. Із огляду на це в рамках педагогіко-методичного експерименту на основі співпраці з Вінницьким державним педагогічним університетом імені Михайла Коцюбинського кожній двічі винятковій дитині впродовж змагань було надано в персональний супровід студента-консультанта (пропедевтичний аналог нині діючих асистентів вчителів), функціональна дільність якого регламентувалася алгоритмічною абеткою. Остання відображала методичні вказівки щодо супроводу двічі виняткового учасника змагань, зокрема наступні вказівки:

- 1) можливі варіанти тлумачення деяких аспектів умов задач у спосіб, що не слугує ані підказкою для полегшення розуміння умови, ані підказкою для пошуку розв'язку;
- 2) рекомендації щодо надання допомоги учаснику в процесі заповнення бюлетеня відповідей;
- 3) поради щодо організації режиму поточного контролю використаного часу (при визначенні переможців Чемпіонату враховується час, використаний кожним учасником на виконання завдань);
- 4) рекомендації стосовно забезпечення психоло-педагогічного супроводу учаснику змагань у ситуації успіху/поразки.

Студенти-консультанти співпрацювали зі своїм підопічними, починаючи з супроводу учасника до місця виконання завдань Чемпіонату та завершуючи подачею учасником виконаної ним роботи на перевірку. Аналіз методичних підходів, використаних у процесі організації участі двічі виняткових дітей у XXV Чемпіонаті, скерував авторів експерименту до висновку щодо доцільності застосування методичних підходів, що апробувалися. В процесі продовження вище вказаного педагогічного експерименту, в рамках поведіння наступного XXVI Чемпіонату, організатори змагань доповнили алгоритмічну абетку студена-консультанта наступними вказівками:

- 5) рекомендації щодо використання моделювання геометричних рисунків, таблиць, які мають місце в умовах задач (цьому передувала діяльність студентів щодо виготовлення моделей – так званої «методичної наочності» для слабоворих учасників);
- б) поради стосовно можливості доцільного використання персонального аудіозабезпечення для учасника.

Вказівка 5) була сформульована на основі аналізу результатів розв'язання/не розв'язання двічі винятковими учасниками завдань XXV Чемпіонату. До прикладу, задачі

№4 та №7 всеукраїнського фіналу Чемпіонату розв'язали лише по одному учню серед усіх двічі виняткових учасників цих змагань. Зміст задач був наступний:

№4 Мішель грається кубиками. Він складає піраміду з кубиків таким чином, як показано на рис.1. Кожен із кубиків знаходиться на чотирьох інших, які знаходяться під ним. Мішель має 111 кубиків. Він побудував найбільшу можливу піраміду, використовуючи вже відому схему побудови. Скільки кубиків залишиться не задіяними в побудові піраміди?

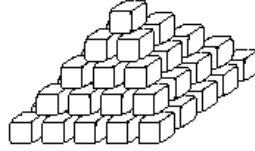


Рис. 1.

№7. Є гра, що складається з поля розміром 2 x 3, на якому розміщено 5 фішок, як показано на рисунку. Пересування будь-якої фішки на порожнє місце назвемо ходом гравця. За яку найменшу кількість ходів можна перейти від одного розташування фішок до іншого (рис. 2)? Якщо це неможливо зробити, то у відповідь запишіть нуль.

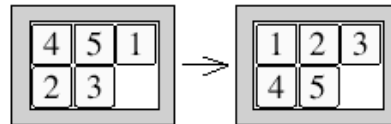


Рис.2.

Вище вказані учасники Чемпіонату були найбільш успішними щодо задач, розв'язання яких потребувало достатньо розвиненої просторової уваги, варіативного мислення, дослідницької компетенції. Прикладом такої задачі є завдання №2 всеукраїнського фіналу Чемпіонату: «Шахова фігура королева (ферзь) б'є вздовж горизонталі, вздовж вертикалі та вздовж діагоналі. Позначте на дошці 4x4 відповідно місця для чотирьох королев, так, щоб жодна з них не була поле, позначене X (рис. 3).

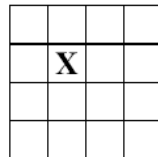


Рис.3.

Цю задачу розв'язали 50% двічі виняткових дітей, які брали участь у всеукраїнському фіналі XXV Чемпіонату.

Слід зауважити, що з огляду на значну кількісну обмеженість учасників вище описаного експерименту, його результати не можуть слугувати науково-дослідницькою базою для формулювання обґрунтованих висновків щодо питання доцільності залучення двічі виняткових дітей до участі в математичних змаганнях. Проте, результати аналізу спостережень авторів експерименту, результати аналізу відгуків батьків, вчителів, безпосередньо учасників математичних змагань з великою часткою достовірності продукують думку, що участь в інтелектуальних математичних змаганнях двічі виняткових дітей позитивно впливає на їхній особистісний розвиток в цілому, та розвиток їхніх здібностей та обдарувань, зокрема. Такий вид освітньої діяльності щодо двічі виняткових дітей мотивує їх, утворює їх активну життєву позицію в суспільстві – «рівний рівному». Це слугує соціалізації всіх дітей у самих широких аспектах цього питання (для одних – це реалізація можливості повноцінного життя в суспільстві, для інших – позбавлення упереджених стереотипів); розвиває в ровесниках двічі виняткових дітей соціальну емпатію, толерантність, інклюзивну культуру, комунікативну компетентність. Порівняльний аналіз участі учнів спеціалізованої школи слабозорих дітей у чвертьфіналах, півфіналах і всеукраїнських фіналах XXV та XXVI міжнародних Чемпіонатів з розв'язування логічних математичних задач містить наступну цифрову інформацію:

1. 41,6% двічі виняткових дітей, що брали участь у XXVI Чемпіонаті, були учасниками XXV Чемпіонату;
2. 30,3% двічі виняткових дітей, що брали участь у чвертьфіналі XXV Чемпіонату, не надсилали чвертьфінальних робіт XXVI Чемпіонату.

З огляду на інформацію 1) можна гіпотетично припустити, що значній кількості серед вище вказаних дітей сподобалось брати участь у математичних змаганнях. Вчителі та батьки цих учнів вважають доцільною подібну освітню діяльність. Поява нових учасників змагань може слугувати свідченням популяризації вчителями, батьками міжнародного принципу «Математика для всіх» в частині залучення до олімпіадного руху двічі виняткових дітей. Цифрова інформація 2) могла бути зумовлена різними чинниками, в тому числі такими:

- відсутність забезпечення принципу наступності в навчанні (небажання/труднощі вчителя продовжувати діяльність, розпочату зі своїми виханцями; зміна вчителя, що навчає учня в школі, тощо);
- негативний досвід учасника змагань (розчарування щодо очікуваних результатів участі; недостатність організаційного забезпечення щодо усунення перешкод, пов'язаних із захворюванням учасника, тощо);
- емоційна втомлюваність батьків двічі виняткових дітей щодо подолання труднощів, пов'язаних із супроводом дітей до віддалених міст проведення заключних етапів змагань.

Ще одним прикладом експериментальної освітньої діяльності Вінницького міського Центру з інтеграції до європейського та світового освітнього простору, в контексті олімпіадної інклюзії, є залучення двічі виняткових дітей до участі в Міжнародному математичному конкурсі «Кенгуру». Специфічний алгоритм проведення цього конкурсу уможливив участь у ньому дітей міста Вінниці із генетичними захворюваннями опорно-рухової системи, з ДЦП (дитячий церебральний параліч). Організаторам проведення цього конкурсу достатньо було лише визначитися з забезпеченням відповідності робочого місця учасника змагання та надання йому допомоги в заповненні бланку відповідей. Співбесіди авторів експерименту з батьками двічі виняткових дітей, які в силу своїх захворювань були приречені на недовготривалість свого життя, свідчили про життєствердний вплив участі в інтелектуальних змаганнях. Сертифікати, які засвідчують успішну участь у математичних змаганнях залишилися символами інтелектуальних досягнень двічі виняткової дитини Олександри Бурбело, що була «... лиш струною на арфі України», струною, яка невблаганно рано обірвалася.

Вище сказане є лише точковими позитивними прикладами вирішення проблеми. Залучення двічі виняткових дітей до участі в олімпіадах, конкурсах, турнірах має здійснюватися з огляду на глибоке розуміння широкого спектру різноманітності таких дітей, кардинальної відмінності в особливостях їх освітніх потреб. У дослідженнях S. Baum, J. Dixon, S. Owen умовно виокремлено наступні категорії двічі виняткових дітей:

- характерна простота ідентифікації обдарованості, проте мають місце особливі освітні потреби, нагальність яких зростає у відповідності до зростання ступеня складності навчального завдання;
- характерна суттєвість особливих освітніх потреб, що значно ускладнює можливість ідентифікації обдарованості аж до невизнання цієї обдарованості;
- характерне нівелювання (приховування) особливих здібностей особливими освітніми потребами та навпаки, як наслідок, такі діти не бачаться не лише «олімпіадниками», але й не сприймаються як такі, що мають ООП, тобто бачаться звичайними «середняками», або навіть просто звичайними «невстигаючими».

З огляду на вище сказане, за умов відсутності компетентного психолого-педагогічного супроводу двічі виняткових дітей, стають зрозумілими чинники, що унеможлиблюють залучення таких дітей до олімпіад, турнірів, конкурсів. У свою чергу останні практично слугували б створенню ситуації успіху обдарованих дітей з особливими освітніми потребами, були б підґрунтям для їх впевненості в тому, що вони рівні серед рівних.

Для організації оптимального освітнього процесу загалом, а отже, і в процесі залучення двічі виняткових дітей до інтелектуальних математичних змагань, необхідно

враховувати специфічні особливості категорій таких дітей. З огляду на фізичні, неврологічні та психологічні чинники, які зумовлюють у деяких обдарованих дітей їх особливі освітні потреби, виокремлюють наступні категорії двічі виняткових дітей:

- діти з фізичними порушеннями (розлади зору, слуху, опорно-рухової системи та ін.);
- діти з поведінковими розладами (емоційна нестабільність, можлива агресивність та ін.);
- діти з ускладненнями щодо навчованості (читання, письмо та інше) [8].

Цілком зрозуміло, що організація залучення таких дітей до математичних змагань вимагає деталізації вище вказаної класифікації. Це зумовлено, в тому числі, й специфікою математики, як навчального предмету. Скажімо, оргкомітети математичних олімпіад мають використовувати кардинально різні підходи щодо підготовки презентації текстів завдань для слабозорих дітей та для дітей з порушеннями опорно-рухової системи (а ці діти класифіковані в одну категорію).

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. З огляду на специфіку менталітету, відмінності в економічному розвитку та інші чинники, інклюзія олімпіадного учнівського руху в Україні не може бути прямим наслідуванням світового та європейського досвіду. Неупереджений пошук авторських підходів щодо доцільних форм виявлення математично обдарованих дітей серед тих, що мають особливі освітні потреби (пов'язані зі станом здоров'я), підвищення рівня професійної компетентності вчителів щодо організації освітньої діяльності з дітьми цієї категорії, належне методичне та матеріальне забезпечення, відповідна нормативно-правова база, закріплена на законодавчому рівні, – шлях до безбар'єрності залучення таких дітей до математичних змагань і, як наслідок, – шлях забезпечення рівного доступу до якісної освіти двічі винятковим дітям. Наразі актуальним є пошук відповідей на питання: Які заходи слід вжити для уможливлення залучення двічі виняткових дітей до олімпіадного руху? Як вчителям математики адаптовувати методики співпраці з двічі винятковими дітьми з огляду на специфіку їх захворювань? Як підготувати вчителів математики до ефективної співпраці із обдарованими дітьми, що мають ООП? Як впливає участь у математичних змаганнях двічі виняткових дітей на розвиток їх компетентностей загалом та дослідницької компетентності зокрема?

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Колупаєва А. А. (2009). Інклюзивна освіта: реалії та перспективи: монографія / А. А. Колупаєва. – К.: «Самміт-Книга». – 272 с. (Kolupaeva A. A. (2009). Inclusive education: realities and prospects: monograph / A. A. Kolupaeva. – K.: “Summit-Knyga”. – 272 p.)
2. Кузава І. Б. (2013). Інклюзивна освіта дошкільників, які потребують корекції психофізичного розвитку: теорія і практика: монографія / І. Б. Кузава. – Луцьк, ПП Іванюк В. П.. – 292 с. (Kuzava I. B. (2013). Inclusive education of preschoolers who need correction of psychophysical development: theory and practice: monograph / I. B. Kuzava. – Lutsk, PP Ivanyuk V. P. – 292 p.)
3. Демченко О.П., Ковальова О.А. (2023). Обдарована особистість в інклюзивному освітньому просторі: український і європейський контекст. Інклюзивний соціоосвітній простір: порівняльна характеристика європейського та українського досвіду. (Demchenko O.P., Kovaleva O.A. (2023). Gifted personality in inclusive educational space: Ukrainian and European context. Inclusive socio-educational space: comparative characteristics of European and Ukrainian experience). URL: <http://surl.li/tmwai>.
4. Brody, L. E., & Mills, C. J. (1997). Gifted children with learning disabilities: a review of the issues. *Journal of learning disabilities*. 30(3), 282–296. URL: <https://doi.org/10.1177/002221949703000304>
5. Wormald, C. (2009). An enigma: barriers to the identification of gifted students with a learning disability, Doctor of Philosophy thesis, Faculty of Education, University of Wollongong. URL: <https://ro.uow.edu.au/theses/3076>.
6. Уорд, С. (2023). Формування ранніх навиків співпраці та комунікації у дітей з РАС / Стив Уорд; пер. з англ. У. Жарнікової, Київ (Ward, S. (2023). Developing early skills of

- cooperation and communication in children with ASD / Steve Ward; trans. from English by U. Zharnikova, Kyiv). УДК 159.9 ББК 74.3 У 62.С. 732.
7. Остапчук О., Давоян Є. (2016). Обдаровані діти з аутистичними рисами особистості: особливості розвитку і навчання. (Ostapchuk O., Davoyan E. (2016). Gifted children with autistic personality traits: development and learning characteristics). [//file:///C:/Users/Admin/Downloads/Nivoo_2016_2_16%20\(1\)](file:///C:/Users/Admin/Downloads/Nivoo_2016_2_16%20(1)).
 8. Шульга А., Білоус О. (2021). Проблема обдарованості дітей з особливими освітніми потребами. Вісник Польсько-української науково-дослідної лабораторії дидактики імені Я.А. Коменського. Вип. 2(22): Сучасні проблеми обдарованості особистості: матеріали II Міжнар. Наук.-практ. конф. (м. Умань, 20-21 трав. 2021р.) / МОН України, НАПУ України, Ін-т педагогіки [та ін.]; [редкол.: Осадченко І. (голов. ред.), Демченко І., Івлева Н. [та ін.]]. Умань: Візаві. С.141-146. (Shulga A., Bilous O. (2021). The problem of giftedness of children with special educational needs. Bulletin of the Polish-Ukrainian Research Laboratory of Didactics named after J.A. Comenius. Issue 2(22): Modern problems of giftedness of the individual: materials of the II International Scientific-Practical Conf. (Uman, May 20-21, 2021) / MES of Ukraine, NAPU of Ukraine, Institute of Pedagogy [etc.]; [ed.: Osadchenko I. (ed. chief), Demchenko I., Ivleva N. [etc.]]. Uman: Vizavi. P.141-146).
 9. Міністерство освіти і науки України. Інклюзивне навчання. (Ministry of Education and Science of Ukraine. Inclusive Education). URL: <https://mon.gov.ua/ua/tag/inklyuzivne-navchannya>.
 10. Положення про Всеукраїнські учнівські олімпіади, турніри, конкурси з навчальних предметів, конкурси-захисти науково-дослідницьких робіт, олімпіади зі спеціальних дисциплін та конкурси фахової майстерності: Міністерство освіти і науки України. (2011). (Regulations on All-Ukrainian Student Olympiads, Tournaments, Competitions in Academic Subjects, Competitions-Defenses of Scientific and Research Works, Olympiads in Special Disciplines and Competitions of Professional Skills: Ministry of Education and Science of Ukraine. (2011)). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1318-11#Text>.
 11. Рубльов Б.В. (2014). Математичні олімпіадні змагання школярів України 2012/13 навчальний рік: Навчально-методичний посібник. Харків: Видавництво «Гімназія». 400 с. (Rublev B.V. (2014). Mathematical Olympiad Competitions of Schoolchildren of Ukraine 2012/13 Academic Year: Teaching and Methodological Manual. Kharkiv: Publishing House "Gimnaziya". 400 p.).
 12. Матяш О. І., Кривошея М. І., Збожинська Т. С. (2024). Міжнародні математичні змагання: цілі проведення та особливості залучення учнів // Дидактика математики: теорія, досвід, інновації. – 2024. - №1. – С. 21-32. (Matyash O. I., Kryvosheya M. I., Zbozhynska T. S. (2024). International mathematical competitions: goals and features of student involvement // Didactics of mathematics: theory, experience, innovations. – 2024. - No. 1. – P. 21-32. <https://vspu.net/didmath/index.php/journal>.

Kryvosheya M. Engaging twice-exceptional children in mathematical competitions.

Summary. An urgent issue in working with children with special educational needs is ensuring equal access to quality education for this category of learners. Children with dual exceptionalities are both gifted and have certain complex developmental disorders (such as visual, auditory, or other impairments). Despite the presence of economic, legal, and sociological aspects in addressing this issue, the leading role in solving the problem lies with educational researchers and practicing educators. This article analyzes specific steps taken toward the implementation of inclusive education within Ukraine's educational system; reveals the essence of the concept of "twice-exceptional children"; substantiates the relevance of involving such children in intellectual (mathematical) competitions; highlights examples of positive experiences in solving this problem both globally and in Ukraine; critically examines challenges in engaging twice-exceptional children in intellectual competitions; and outlines potential promising directions for educational activities in the context of inclusive participation in student Olympiads in Ukraine. Given the specifics of the national mentality, differences in economic development, and other factors, the inclusion of twice-exceptional students in Olympiads in Ukraine cannot be a direct replication of

global or European models. An unbiased search for authorial approaches to identifying mathematically gifted children among those with special educational needs (related to health conditions), enhancing teachers' professional competence in working with this category of students, adequate methodological and material support, and a corresponding legal framework established at the legislative level—all represent the pathway to removing barriers for the participation of such children in mathematical competitions, and, consequently, a path toward ensuring equal access to quality education for twice-exceptional children.

Keywords: twice-exceptional children, inclusion, mathematical competitions, giftedness, special educational needs.

Подано до друку 25.03.2025

Прийнято до друку 09.04.2025

УДК 373.3/.5.091:[613.955+304.3] : 005.336.2]](477)

DOI 10.24139/2519-2361/2025.01/205-214

С. М. Кондратюк

ORCID ID 0000-0002-3850-6731

Сумський державний педагогічний
університет імені А. С. Макаренка

ПЕДАГОГІЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ЗДОРОВ'ЯЗБЕРЕЖУВАЛЬНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МОЛОДШИХ ШКОЛЯРІВ НОВОЇ УКРАЇНСЬКОЇ ШКОЛИ

Негативні тенденції щодо рівня здоров'я дітей в Україні активізували значення здоров'язбережувальної компетентності дітей. У статті висвітлено результати експериментального впровадження педагогічних умов формування здоров'язбережувальної компетентності молодших школярів Нової української школи (НУШ). Нами використовувались такі методи науково-педагогічного дослідження: теоретичні: аналіз державної нормативної бази, наукової психолого-педагогічної літератури, методичних посібників для педагогічних навчальних закладів; емпіричні: діагностичні – анкетування, тестування, опитування, педагогічне спостереження; порівняння; констатувальний, формувальний та контрольний етапи експерименту; статистичні: статистична й математична обробка матеріалів, кількісний і якісний аналіз.

З метою визначення сучасного стану здоров'язбережувальної компетентності молодших школярів проведено констатувальний етап експериментального дослідження. Оцінювання відбувалося за визначеними компонентами: мотиваційний, когнітивний, діяльнісний та критеріями: спонукально-мотиваційний, пізнавально-інформаційний, операційно-діяльнісний і показниками. З'ясувалось, що учні експериментальної та контрольної груп не виявляють стійкого інтересу до стану свого здоров'я та факторів, що на нього впливають, або мотивація до збереження здоров'я нестійка та недостатня. Визначені педагогічні чинники, що негативно впливають на стан здоров'я учнів, зокрема, стресогенні методи навчання, недостатня співпраця з батьками, нераціональна організація навчального процесу, монотонність навчальних занять, застосування покарання у вигляді домашніх завдань, недотримання санітарно-гігієнічних норм, дозволили виокремити педагогічні умови формування здоров'язбережувальної компетентності молодших школярів Нової української школи (НУШ): забезпечення стійкої позитивної мотивації учнів початкової освіти класів до розвитку здоров'язбережувальної компетентності та оволодіння молодшими школярами предметними знаннями і практичними вміння щодо здоров'язбережувальної компетентності.

У процесі формуального етапу експерименту було упроваджено педагогічні умови формування здоров'язбережувальної компетентності молодших школярів НУШ в освітній процес експериментальної групи. На контрольному етапі дослідження було повторно визначено рівні сформованості здоров'язбережувальної компетентності учнів початкової

освіти за допомогою обраного інструментарію. На підставі порівняння результатів дійшли висновків, що існують відмінності у рівнях сформованості здоров'язбережувальної компетентності молодших школярів на констатувальному та контрольному етапах дослідження – результати відрізняються, показники в експериментальній групі збільшуються. Отже, можна зробити висновок, що теоретично обґрунтовані педагогічні умови формування здоров'язбережувальної компетентності молодших школярів НУШ є ефективними, результати експериментальної перевірки довели їх ефективність. Проведене дослідження не претендує на повне і всебічне розкриття усіх аспектів проблематики формування здоров'язбережувальної компетентності. Перспективний напрямком для майбутніх наукових розвідок вбачаємо у дослідженні розвитку здоров'язбережувальних умінь та навичок у молодших школярів засобами інтерактивних технологій.

Ключові слова: молодші школярі, здоров'язбережувальна компетентність, педагогічні умови, нова українська школа.

Постановка проблеми. Здоров'я дітей в будь-якому суспільстві і за будь-яких соціально-економічних і політичних ситуаціях є актуальною проблемою і предметом першочергової ваги, так як воно визначає майбутнє країни, генофонд нації, науковий та економічний потенціал суспільства і, поряд з іншими демографічними показниками, є чуйним барометром соціально економічного розвитку країни. Реформування освіти в контексті здоров'язбереження передбачає системний підхід, спрямований на формування в учнів ціннісного ставлення до здоров'я та активної життєвої позиції. Це досягається через впровадження здоров'язбережувальних технологій, розробку інноваційних навчальних програм та створення сприятливого освітнього середовища, що сприяє розвитку фізичних, психічних та соціальних компетентностей учнів.

У той же час зростання захворюваності дітей, зокрема функціональних розладів, соматичних захворювань, вроджених вад розвитку та порушень психіки, є серйозною соціальною проблемою, що негативно впливає на якість життя дітей та їхніх сімей, а також на майбутнє суспільства. З іншого боку сучасна українська освіта орієнтована на розвиток учнів як активних суб'єктів навчального процесу. Згідно з Концепцією «Нової української школи», педагогічні завдання спрямовані на формування ключових компетентностей, зокрема здатності до самозбереження та ведення здорового способу життя.

Важливість та актуальність означеної проблеми відображено у Законах України «Про освіту» [5], «Про повну загальну середню освіту» [6], Державній Національній програмі «Освіта (Україна ХХІ століття)» [2], Державному стандарті початкової освіти [3], Концепції Нової української школи [1].

Освіта відіграє ключову роль у формуванні відповідального ставлення до власного здоров'я. Однак, традиційні підходи до навчання не завжди забезпечують необхідний рівень здоров'язбереження. Сучасні реалії вимагають розробки нових освітніх програм, які б інтегрували знання про здоров'я в усі навчальні дисципліни та сприяли формуванню у дітей навичок самозбереження. Особлива увага повинна приділятися відновленню фізичного та психічного здоров'я учнів, що постраждали від наслідків пандемії та збройного конфлікту.

Аналіз актуальних досліджень. Наукові публікації останніх років демонструють стійку тенденцію до інтенсивного вивчення питань формування здоров'язбережувальної компетентності в молоді. Проблематика формування здорового способу життя серед молоді є предметом дослідження цілого ряду українських науковців, зокрема О. Адесової, Т. Бойченко, О. Главінської, С. Горбунової, Г. Давидюк, Г. Жари, О. Жабокрицької, Н. Завідівської, Г. Карпенка, Н. Кравчук, Т. Книш, Л. Лаврової, Т. Шаповалової та інших. У роботах зазначених авторів розглядається формування здоров'язбережувального середовища в освітніх закладах як комплексна проблема, що включає теоретичні основи, практичні аспекти та організаційні засади. Досліджуються такі аспекти, як формування здоров'язбережувальної компетентності учнів, безпечне використання інформаційних технологій, підготовка педагогічних кадрів та організація медико-санітарного забезпечення навчальних закладів.

Питання збереження здоров'я молодшого шкільного віку є предметом дослідження численних науковців, серед яких А. Вітченко, О. Волошин, О. Кольцова, А. Кошель, В. Кошель, Ю. Лимар, А. Міненок, Ю. Півненко, О. Савченко, які вивчають різноманітні аспекти цієї проблеми.

Мета статті полягає у теоретичному обґрунтуванні та експериментальній перевірці педагогічних умов формування здоров'язбережувальної компетентності молодших школярів Нової української школи.

Виклад основного матеріалу. Збереження і зміцнення здоров'я школярів визначено одним із пріоритетів національної освітньої реформи «Нова українська школа».

Сучасні дослідження в галузі освіти виявили ефективні методи збереження здоров'я учнів початкової школи. Зокрема, вчені та практики рекомендують: формувати у молодших школярів стійкі звички здорового способу життя; розвивати в учнів практичні навички збереження здоров'я та вміння використовувати здоров'язбережувальні технології; забезпечувати постійну педагогічну підтримку учнів протягом навчального процесу; створювати в школі середовище, яке сприяє зміцненню здоров'я дітей [10; 11; 12].

Проблема розбіжності між сучасними вимогами до здоров'я учнів та фактичним станом справ у цій сфері є викликом для освітньої системи, який потребує комплексних рішень, зокрема спеціальних педагогічних умов. У науковій літературі широко представлено сутність поняття «педагогічні умови», що унеможливує наявність єдиного підходу до його обґрунтування. Визначивши педагогічні умови як «обставини, від яких залежить та відбувається цілісний продуктивний педагогічний процес» [14, с. 243], ми розуміємо, що це не статичні фактори, а динамічна система, що постійно розвивається і вдосконалюється під впливом активності суб'єктів навчання. Аналізуючи умови формування здоров'язбережувальної компетентності у молодших школярів, ми спиралися на теоретичні основи та практичний досвід організації навчально-виховного процесу в початковій школі. Під педагогічними умовами ми розуміємо сукупність чинників, які впливають на ефективність формування у дітей знань, умінь та навичок, необхідних для збереження здоров'я.

На основі аналізу наукових праць, результатів досліджень та з урахуванням передового педагогічного досвіду ми визначили педагогічні умови для формування здоров'язбережувальної компетентності учнів початкової школи в контексті Нової української школи, з метою подальшої конкретизації шляхів вирішення вказаної проблеми: забезпечення стійкої позитивної мотивації учнів початкової освіти до розвитку здоров'язбережувальної компетентності; оволодіння молодшими школярами предметними знаннями та практичними вміннями у сфері здоров'язбережувальної компетентності.

Перша педагогічна умова – *забезпечення стійкої позитивної мотивації учнів початкової освіти класів до розвитку здоров'язбережувальної компетентності* спрямована на зацікавлення учнів проблемами збереження власного здоров'я, стимулювання до свідомого ведення здорового способу життя, оволодіння навичками, що сприяють зміцненню здоров'я. Це передбачає систематичну роботу зі зміни ціннісних орієнтацій учнів початкової освіти, спрямовану на усвідомлення ними важливості здоров'я як особистісної цінності.

Мотиваційна сфера дитини – це складна система, яка формується під впливом різних факторів. При цьому особливо важливу роль відіграють соціальні відносини, які не лише впливають на мотивацію, а й є її невід'ємною частиною [15]. Мотивація є рушійною силою, яка спрямовує поведінку дитини у бік здорового способу життя. Коли дитина усвідомлює важливість здоров'я і бачить у ньому особисту цінність, вона починає активно діяти для його збереження. Тільки тоді, коли завдання, пов'язані зі здоров'ям, стають для дитини значущими, вона готова докладати зусиль для їх виконання [9]. Ми переконані, що формування інтересу до здорового способу життя та позитивного ставлення до нього є ключовими для успішного засвоєння знань та навичок, необхідних для збереження здоров'я. Шкільне середовище має сприяти формуванню здорового способу життя та позитивного ставлення до збереження власного здоров'я. Це передбачає не лише наявність кваліфікованих педагогів, а й розробку комплексної програми, яка охоплюватиме всі аспекти життя школи. Активна участь учнів у її

реалізації допоможе створити здорову атмосферу, де кожен учень відчуватиме свою відповідальність за своє здоров'я та здоров'я інших.

Друга педагогічна умова передбачає оволодіння молодшими школярами предметними знаннями та практичними вміння щодо здоров'язбережувальної компетентності. Це означає, що учні отримують знання про те, що таке здоровий спосіб життя, які фактори допомагають зберегти і зміцнити здоров'я, а також чому важливо дотримуватися здорових звичок та вчатися слідувати цих звичкам. Крім того, молодші школярі опановують теоретичні основи, що допоможуть їм розвиватися фізично, соціально, емоційно та духовно. Основними напрямками формування здоров'язбережувальної компетентності молодших школярів в освітньому процесі наступні: освітній процес; позакласні та позашкільні заходи; робота батьків у родині.

Необхідно зазначити, що процес формування здоров'язбережувальної компетентності у учнів початкової освіти є комплексним і включає участь держави, учнів та батьків. Відповідно, основні напрями роботи в цьому напрямку можна умовно об'єднати в взаємопов'язані групи, з урахуванням ролі кожного з учасників освітнього процесу.

З метою збору педагогічних фактів у звичайних умовах було проведено педагогічний експеримент. Головною метою експериментального дослідження є оцінка ефективності реалізації педагогічних умов формування здоров'язбережувальної компетентності молодших школярів в умовах НУШ.

Дослідження проводилося в природному освітньому середовищі з метою наукового обґрунтування та вдосконалення процесу формування здоров'язбережувальної компетентності учнів початкової освіти Нової української школи. При визначенні складових здоров'язбережувальної компетентності учнів початкової школи ми орієнтувалися на результати попередніх наукових досліджень. Аналіз наукової літератури дозволив виділити ключові компоненти цієї компетентності у контексті початкової школи. Емпірично підтверджено, що ці компоненти не лише впливають на формування здорового способу життя учнів, а й є індикатором професійної готовності вчителя до реалізації здоров'язбережувальних завдань [7; 8; 13].

У структурі здоров'язбережувальної компетентності молодших школярів НУШ виокремлюємо мотиваційний, когнітивний та діяльнісний компоненти.

Таблиця 1

Компоненти, критерії та показники сформованості здоров'язбережувальної компетентності учнів другого циклу початкової освіти НУШ

Компоненти	Критерії	Показники
Мотиваційний	Спонукально-мотиваційний	рівень розвитку мотивації до відповідального ставлення до свого здоров'я, готовність виконувати дії, спрямовані на збереження здоров'я.
Когнітивний	Пізнавально-інформаційний	сформована сукупність валеологічних понять, термінів, знань про здоров'я та здоровий спосіб життя.
Діяльнісний	Операційно-діяльнісний	сформованість навички здійснення здоров'язбережувальної діяльності, дотримання правил здорового способу життя

Для досягнення мети констатувального етапу педагогічного експерименту – визначення вихідного рівня сформованості здоров'язбережувальної компетентності учнів другого циклу початкової освіти була реалізована методична карта дослідження, що передбачала проходження таких тестів і опитувань:

Методика альтернативного вибору «Що для мене краще» (автор Т. Андрющенко) – мотиваційний компонент.

Методика «Знання про здоров'я» (розроблена автором).

Методика «Моє здоров'я» (розроблена автором).

Методика альтернативного вибору «Що для мене краще» (автор Т. Андрющенко) передбачала виявлення ставлення учнів початкової освіти до здоров'я як до цінності.

Для оцінки ціннісного ставлення до здоров'я було використано метод дихотомічного вибору. Учасникам пропонувалося здійснити вибір між двома протиставленими за значенням поняттями, одним з яких завжди було «здоров'я». Загалом було сформульовано вісім таких альтернатив. Для кількісної оцінки рівня сформованості мотиваційного компонента була розроблена чотирибальна шкала. Якщо учень обирала здоров'я як пріоритет у 6-8 відповідях, йому присвоювався максимальний бал (4), що свідчило про високий рівень ціннісного ставлення до здоров'я. Відповідно, при виборі здоров'я у 3-5 відповідях нараховувалося 3 бали (середній рівень), а при виборі в 1-2 відповідях – 2 бали (низький рівень).

Узагальнюючи результати методики альтернативного вибору, зауважимо, що результати констатувального етапу експерименту дозволили дійти висновку, що учнів початкової школи експериментальної та контрольної груп не виявляє стійкого інтересу до стану свого здоров'я та факторів, що на нього впливають, або мотивація до збереження здоров'я нестійка та недостатня.

Як свідчать результати, лише 9% (1 ос.) проявила високий рівень сформованості досліджуваного критерію у експериментальній групі та 18% (2 ос.) у контрольній. Більша частина респондентів знаходяться на низькому рівні. Респонденти з високим рівнем сформованості мотиваційно-ціннісного компонента, пов'язаного зі здоров'ям, демонстрували чітке усвідомлення значення здоров'я для загального добробуту. У своїх відповідях вони акцентували на взаємозв'язку здоров'я з фізичними, психологічними та соціальними аспектами життя, наводячи такі аргументи: «Здоров'я – це запорука успіху в різних сферах життя», «Без здоров'я неможливо повноцінно жити», «Здоровим можна заробити багато грошей» Учні із середнім рівнем сформованості ціннісного ставлення до здоров'я розглядали його як одну з багатьох важливих життєвих цінностей, не надаючи йому абсолютного пріоритету. Учні з низьким рівнем сформованості надавали такі відповіді: «всім важливо бути сильним, здоровим, щасливим».

Методика «Знання про здоров'я». Для оцінки рівня уявлень учнів початкової освіти про здорову людину було використано відкрите запитання «Я вважаю, що здорова людина...». Відповіді учнів аналізувалися за кількістю названих ознак здорової людини. Була розроблена трибальна шкала оцінювання: високий рівень (8-10 ознак), середній рівень (5-7 ознак) та низький рівень (1-4 ознаки). Кількість названих ознак корелювала з рівнем обізнаності учнів про здоров'я. Узагальнюючи результати методики, та яка передбачала оцінку за пізнавально-інформаційним критерієм, можна зробити висновок, що валеологічна свідомість учнів початкової освіти перебуває на початковому етапі формування, знання є фрагментарними та недостатніми для формування стійких уявлень про здоровий спосіб життя. Так, високий рівень зазначеного критерію не виявив жоден учнів початкової освіти – не змогли назвати більше семи ознак здорової людини. Середній рівень показали 27% експериментальної групи та 36% контрольної. Основна кількість молодших школярів проявили низький рівень – 73% та 64% відповідно. Аналіз відповідей учнів свідчить про домінування фізичного компонента в уявленнях дітей про здоров'я. Більшість респондентів акцентували увагу саме на фізичних аспектах здоров'я, таких як відсутність хвороби, фізична активність та правильне харчування. При цьому, психологічні, духовні та соціальні складові здоров'я були представлені у відповідях у значно меншій мірі.

Подальше дослідження відбувалося з метою визначення обсягу умінь та навичок учнів початкової освіти щодо здоров'я, ведення здорового способу життя. Учням була проведена методика «Моє здоров'я», які складалася із запитань та варіантів відповідей, серед яких учні мали обрати одну чи кілька, які на їхню думку відносяться до них. Для оцінки рівня сформованості операційно-діяльнісного критерію була розроблена трибальна шкала. Загальна сума балів, набраних учнем під час виконання методичних завдань, визначала рівень сформованості відповідних навичок. Низький рівень (0-4 бали) свідчив про відсутність у школяра стійких здоров'язбережувальних навичок. Середній рівень (5-9 балів) характеризувався ситуативним характером здоров'язбережувальної діяльності, відсутністю ініціативи та вибірковим дотриманням правил здорового способу життя. Високий рівень (10-13 балів) свідчив про сформованість у школяра стійких здоров'язбережувальних

навичок, вміння надавати елементарну допомогу та систематичне дотримання здорового способу життя. Узагальнюючи результати діагностичної методики «Моє здоров'я», зазначимо, що в обох групах переважає середній рівень. 55% молодших школярів освіти експериментальної групи показали середній рівень, що характеризується непослідовною та не систематизованою здоров'язбережувальною поведінкою, відсутністю стійких здоров'язбережувальних навичок. У контрольній групі цей показник становить 64%. Високий рівень продемонстрували 18% (2 ос.) у експериментальній групі, 9% (1 ос.) – у контрольній. Ці діти піклуються про здоров'я без нагадування батьків, володіють навичками гігієни, дотримуються здорового способу життя. Низький рівень сформованості операційно-діяльнісного критерію в обох групах однаковий і складає 27%. Такі учні не володіють стійкими навичками здорового способу життя, що проявляється в нерегулярному дотриманні гігієнічних норм та правил раціонального харчування.

Таким чином, узагальнюючи результати констатувального етапу експерименту, зазначимо, більшість учнів початкової освіти мають середній та низький показник сформованості здоров'язбережувальної компетентності.

Контрольний етап експерименту передбачав повторну діагностику рівня сформованості здоров'язбережувальної учнівів другого циклу початкової освіти в умовах НУШ у експериментальній і контрольній групах.

Як і під час проведення констатувального етапу експерименту, для повторної діагностики ми використовували основну, запропоновану нами, систему діагностичних методик формування здоров'язбережувальної компетентності. Отримані дані відображено в зведених таблицях й оброблено за допомогою методів математичної статистики.

Проілюструємо отримані результати на контрольному етапі експерименту.

За першою методикою альтернативного вибору «Що для мене краще» (автор Т. Андрющенко), високий рівень показали 27% (3 ос.) у контрольній та 64% (7 ос.) у експериментальній групах; середній рівень – 27% (3 ос.) у контрольній та 36% (4 ос.) у експериментальній групах; низький рівень 46% (5 ос.) у контрольній та 0% у експериментальній групах. Таким чином, результати контрольного етапу експерименту за спонукально-мотиваційним критерієм засвідчили, що учнів початкової освіти експериментальної групи значно підвищили свою мотивацію до збереження здоров'я, що проявляється у стійкому інтересі до стану свого організму та обґрунтуванні необхідності здорового способу життя. Учні демонструють внутрішню мотивацію до здорового способу життя, що виявляється у активних діях, спрямованих на зміцнення здоров'я.

Результати контрольного етапу експерименту за методикою «Знання про здоров'я» такі: високий рівень продемонстрували 18% (2 ос.) контрольної групи і 45% (5 ос.) експериментальної групи. Учні показали сформовану систему знань про здоров'я, включаючи його компоненти та фактори, що на нього впливають.

Оволоділи навичками аналізу та синтезу інформації про здоров'я, що дозволяє йому усвідомлено дотримуватися правил гігієни та безпечної поведінки. Середній рівень показали 64% (7 ос.) контрольної групи і 55% (6 ос.) експериментальної групи. Учні початкової освіти виявили часткові знання про здоров'я, однак вони є недостатніми для формування стійких уявлень про здоровий спосіб життя. Низький рівень показали 18% (2 ос.) контрольної групи і 0% експериментальної групи. Як виявилось, в експериментальній групі не було жодного учня на низькому рівні. Таким чином, пізнавально-інформаційний критерій покращився в експериментальній групі, де зовсім не виявилось учнів з низьким рівнем сформованості. У контрольній групі також покращився результат, але більшість молодших школярів виявили середній рівень.

Результати контрольного етапу експерименту за методикою «Моє здоров'я», наступні: високий рівень продемонстрували 36% (4 ос.) контрольної групи і 64% (7 ос.) експериментальної групи. Учні демонструють розвинені гігієнічні навички та володіють базовими знаннями з надання першої долікарської допомоги, що свідчить про формування відповідального ставлення до власного здоров'я та здоров'я оточуючих. Школярі успішно застосовує на практиці знання про здоровий спосіб життя. Середній рівень показали 46% (5

ос.) контрольної групи і 36% (4 ос.) експериментальної групи молодших школярів. Такі школярі дотримуються правил здорового способу життя лише ситуативно у залежності від конкретних ситуацій, а не від усвідомленої потреби в збереженні здоров'я. Здоров'язбережувальна поведінка учнів є непослідовною та не систематизованою, що свідчить про відсутність стійких здоров'язбережувальних навичок. Низький рівень виявили 18% (2 ос.) контрольної групи і 0% експериментальної групи. Таким чином, операційно-діяльнісний критерій у експериментальній групі на високому рівні показали більше учнів початкової освіти, ніж в контрольній групі. Вони знають і демонструють способи організації здоров'язбережувального освітнього середовища у початковій школі, ведуть цілеспрямовану здоров'язбережувальну діяльність. Зауважимо, що жоден учень не показав низького рівня, у той час, як у контрольній групі 2 особи залишилися на низькому рівні за операційно-діяльнісним критерієм.

Здійснюючи порівняльний аналіз результатів дослідження молодших школярів за спонукально-мотиваційним критерієм, відмітимо, що експериментальна група на констатувальному етапі показали загалом середній та низький рівень сформованості означеного критерію. На контрольному етапі ці показники значно змінилися. Таким чином, на високий рівень сформованості спонукально-мотиваційного критерію показали 64% (7 ос.), що на 55% більше, середній – 36% (4 ос.), що на 18% більше у порівнянні із констатувальним етапом, а низький рівень зменшився на 73% і склав 0%.

У контрольній групі позитивні зрушення також спостерігалися, зокрема, високий та середній рівні показали однакова кількість учнів – 27% (3 ос.), що на 9% більше. Низький рівень зменшився на 18% і становить 46% (5 ос.). Однак у порівнянні із експериментальною групою, зміни не значні. Аналізуючи отримані дані за пізнавально-інформаційним критерієм, можна зробити висновок, що результати експериментальної групи загалом покращилися. Так, 45% (5 ос.) показали високий рівень обізнаності за даним критерієм, що значно більше, оскільки на констатувальному етапі зовсім не було учнів, що показали високий рівень. Середній рівень продемонстрували 55% (6 ос.), що на 27% більше. Низький рівень не показав жоден учнів початкової освіти.

У контрольній групі також відбулися позитивні зміни у показниках. Так, високий рівень покращився на 18% (2 ос.), середній рівень показали 64% (7 ос.), що на 28% більше початкового рівня, а низький рівень зменшився на 46% і становить 18% (2 ос.). Хоча показники покращилися, але у порівнянні із зрушеннями у експериментальній групі, не значні.

Наведемо порівняльні результати констатувального та контрольного етапів експерименту за операційно-діяльнісним критерієм. Порівняльний аналіз отриманих результатів експериментальної групи дозволив зробити висновок, що на високому рівні означений критерій показали 64% (7 ос.) молодших школярів, що на 46% більше. Середній рівень продемонстрували 36% (4 ос.), що менше на 19%, а низький рівень не показав жоден учень. Також зауважимо, що середній рівень зменшився за рахунок збільшення високого рівня. У контрольній групі відбулися такі зміни: високий рівень збільшився на 27% і становить 36% (4 ос.), середній рівень показали 46% (5 ос.), що на 18% менше початкового етапу, низький рівень показали 18% (2 ос.), що на 9% менше. І хоча спостерігаємо позитивну динаміку змін, одна у порівнянні із експериментальною групою зміни не значні.

На підставі порівняння результатів дійшли висновків, що існують відмінності у рівнях сформованості здоров'язбережувальної компетентності молодших школярів в умовах НУШ на констатувальному та контрольному етапах дослідження – результати відрізняються, показники в експериментальній групі збільшуються. У той же час, в контрольній групі не відбулися значні позитивні зміни.

Таким чином, повертаючись до кількісної обробки результатів дослідження, ми можемо констатувати певну позитивну динаміку сформованості здоров'язбережувальної компетентності у період впровадження розроблених педагогічних умов формування здоров'язбережувальної компетентності учнів початкової освіти в умовах НУШ.

На підставі результатів обчислень дійшли висновку про те, що різниця в експериментальних даних у контрольній та експериментальних групах зумовлена експериментальним

фактором, отже, свідчимо про ефективність реалізації зазначених педагогічних умов формування здоров'язбережувальної компетентності молодших школярів в умовах НУШ.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Проведене дослідження дозволило стверджувати, що існують відмінності у рівнях сформованості здоров'язбережувальної компетентності молодших школярів на констатувальному та контрольному етапах дослідження – результати відрізняються, показники в експериментальній групі збільшуються. Отже, можна зробити висновок, що упровадженні педагогічні умови формування здоров'язбережувальної компетентності молодших школярів НУШ забезпечують стійку позитивну мотивацію учнів до розвитку здоров'язбережувальної компетентності; оволодіння учнями предметними знаннями та практичними вміння щодо здоров'язбережувальної компетентності.

Проведене дослідження не претендує на повне і всебічне розкриття усіх аспектів проблематики формування здоров'язбережувальної компетентності. Перспективний напрямком для майбутніх наукових розвідок вбачаємо у дослідженні розвитку здоров'язбережувальних умінь та навичок у молодших школярів засобами інтерактивних технологій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Алещенко, С. (2004). Соціальне партнерство: теорія та практика: посіб. для неприбуткових некомерційних організацій. У 2-х ч. Суми: СОМГО «Матриця», Ч. 2. 44с. (Aleshchenko, S. (2004). Social partnership: theory and practice: a manual for non-profit non-commercial organizations. In 2 parts. Sumy: SOMGO "Matrytsia", Part 2. 44p).
2. Андреева, О., Головач, І., Хрипко, І. (2016). Формування мотивації учнів молодшого шкільного віку до оздоровчої рекреаційної рухової активності. Фізична культура, спорт та здоров'я нації. 20, 11–15. (Andreeva, O., Holovach, I., Khrypko, I. (2016). Formation of motivation of primary school students for health-improving recreational physical activity. Physical culture, sports and health of the nation. 20, 11–15).
3. Андрищенко, Т. К. (2012). Формування здоров'язбережувальної компетентності як соціально-педагогічна проблема. *Науковий вісник Волинського національного університету імені Лесі Українки*. 7, 123–127. (Andryushchenko, T. K. (2012). Formation of health-preserving competence as a socio-pedagogical problem. Scientific Bulletin of the Lesya Ukrainka Volyn National University. 7, 123–127.).
4. Андрищенко, Т. К. (2013). Педагогічні умови формування здоров'язбережувальної компетентності в дітей дошкільного віку. Режим доступу: <https://social-science.uu.edu.ua/article/1065> (Andryushchenko, T. K. Pedagogical conditions for the formation of health-preserving competence in preschool children. Retrieved from: <https://social-science.uu.edu.ua/article/1065>).
5. Антонова, О.Є., Поліщук, Н.М. (2011). Здоров'язберігаюча компетентність особистості як наукова проблема (аналіз поняття). *Вища освіта у медсестринстві: проблеми і перспективи*: зб. статей всеукраїнської науково-практичної конференції. 10-11 листопада 2011, Житомир: Полісся, 27-31. (Antonova, O.E., Polishchuk, N.M. (2011). Health-preserving competence of the individual as a scientific problem (concept analysis). *Higher education in nursing: problems and prospects*: collection of articles of the All-Ukrainian scientific and practical conference. November 10-11, 2011. Zhytomyr: Polissya, 27-31.).
6. Бадрак, С. (2010). Щоб здоровими зростати, корисну їжу треба вживати: інтегроване заняття. *Дошкільне виховання*. Щомісячний науково-методичний журнал для педагогів і батьків МОН України. 6, С.22–23. (Badrak, S. (2010). To grow healthy, you need to eat healthy food: an integrated lesson. *Preschool education*. Monthly scientific and methodological journal for teachers and parents of the Ministry of Education and Science of Ukraine. 6. P. 22–23.).
7. Долинський, Б. Т. (2011). Теоретико-методичні засади підготовки майбутніх учителів до формування здоров'язбережувальних навичок і вмінь у молодших школярів у навчально-виховній діяльності : дис. ... доктора пед. наук : 13.00.04. Одеса, 399 с. (Dolynsky, B. T. (2011) Theoretical and methodological principles of training future teachers to form health-

- preserving skills and abilities in younger schoolchildren in educational activities: dissertation ... Doctor of Pedagogical Sciences: 13.00.04. Odesa, 399 p.).
8. Коваль, Н. С. (2012). Формування здоров'язбережувальної компетентності учнів початкових класів. *Упровадження нового змісту початкової освіти: теорія і практика* : матеріали Всеукраїнських педагогічних читань, присвячених пам'яті Т. М. Байбари (Полтава, 3–4 квіт. 2012 р.) / Полтавський нац. пед. ун-т імені В. Г. Короленка. Полтава : ПП Шевченко, С. 78–80. (Koval, N. S. (2012). Formation of health-preserving competence of primary school students. *Introduction of new content of primary education: theory and practice*: materials of the All-Ukrainian pedagogical readings dedicated to the memory of T. M. Baybara (Poltava, April 3–4, 2012) / Poltava National Pedagogical University named after V. G. Korolenko. Poltava: PP Shevchenko, pp. 78–80.).
 9. Лапіна, Г. О. (2011). Формування мотивації навчання молодших школярів. *Початкове навчання та виховання*. 25, 2-25. (Lapina, G. O. (2011). Formation of learning motivation in younger schoolchildren. *Primary education and upbringing*. 25. 2-25).
 10. Осадченко, Т. М. (2014). Підготовка майбутнього вчителя до створення здоров'язбережувального середовища початкової школи як педагогічна проблема. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. Суми: Вид-во СумДПУ імені А. С. Макаренка, 7 (41), 309-316. (Osadchenko, T. M. (2014). Preparing a future teacher to create a health-preserving environment in primary school as a pedagogical problem. *Pedagogical sciences: theory, history, innovative technologies*. Sumy: Publishing house of Sumy State University named after A. S. Makarenko, 7 (41), 309-316.).
 11. Освіта України в умовах воєнного стану. Інноваційна та проєктна діяльність (2022). Науково-методичний збірник за загальною ред. С.М. Шкарлета. Київ-Чернівці «Букрек». (Education in Ukraine under martial law. Innovative and project activities (2022). Scientific and methodological collection, edited by S.M. Shkarlet. Kyiv-Chernivtsi "Bukrek".).
 12. Паращенко, Л. І., Пометун, О. І., Савченко, О. Я., Трубачева, С. Е. (2014). Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи. КІС, 71-84. (Parashchenko L. I., Pometun O. I., Savchenko O. Ya., Trubacheva S. E. (2014). Competency-based approach in modern education: world experience and Ukrainian prospects. KIS, 71-84.).
 13. П'ясецька, Н. А., Шпильова, М. О. (2010). Валеологічна культура як фактор особистісного професійного розвитку майбутнього вчителя. *Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка*. К. : ВІКНУ, 26, 296–300. (Pyasetska, N. A., Shpylyova, M. O. (2010). Valeological culture as a factor of personal professional development of a future teacher. *Collection of scientific works of the Military Institute of the Taras Shevchenko National University of Kyiv*. Kyiv: VIKNU, 26, 296–300.).
 14. Сорока, О. В. (2016). Теоретичні та методичні засади підготовки майбутніх учителів початкової школи до використання арт-терапевтичних технологій : дис. ... доктора пед. наук : 13.00.04. Тернопіль. 534 с. (Soroka, O. V. (2016). Theoretical and methodological principles of training future primary school teachers to use art therapy technologies: dissertation ... Doctor of Pedagogical Sciences: 13.00.04. Ternopil. 534 p.)
 15. Черній, В. (2014). Формування у молодших школярів стійкої мотивації на здоровий спосіб життя у процесі реалізації програми інтегрованого предмета «Основи здоров'я». 132, 335-339. (Cherniy, V. (2014). Formation of stable motivation for a healthy lifestyle in younger schoolchildren in the process of implementing the program of the integrated subject "Fundamentals of Health". 132, 335-339.)

Kondratiuk S. M. Pedagogical conditions for the formation of health-preserving competence in primary school students within the New Ukrainian School.

Summary. The negative trends in children's health levels in Ukraine have heightened the importance of developing health-preserving competence in students. This article presents the results of an experimental study on the implementation of pedagogical conditions aimed at fostering health-

preserving competence among primary school students within the framework of the New Ukrainian School (NUS). The research employed a variety of scientific and pedagogical methods: theoretical (analysis of national regulatory frameworks, scientific psychological and pedagogical literature, and methodological manuals for teacher training institutions); empirical (diagnostic methods such as surveys, testing, interviews, pedagogical observation); comparative methods; and stages of the pedagogical experiment (ascertaining, formative, and control phases). Statistical methods included quantitative and qualitative analysis along with mathematical data processing.

To assess the current state of health-preserving competence among primary school students, the ascertaining stage of the experimental study was conducted. The evaluation was based on identified components (motivational, cognitive, activity-based), corresponding criteria (motivational-impelling, cognitive-informational, operational-activity), and relevant indicators. The findings revealed that students in both experimental and control groups demonstrated either a lack of consistent interest in their own health and influencing factors or unstable and insufficient motivation for maintaining their health. The study identified several pedagogical factors negatively affecting students' health, including stress-inducing teaching methods, insufficient parental cooperation, irrational organization of the educational process, monotonous lessons, punitive use of homework, and violations of sanitary and hygienic standards. These findings enabled the identification of specific pedagogical conditions conducive to the development of health-preserving competence in primary school students within the NUS.

During the formative stage of the experiment, the identified pedagogical conditions were implemented in the educational process of the experimental group. At the control stage, the levels of students' health-preserving competence were re-evaluated using the previously selected research tools. A comparative analysis of the results revealed measurable improvements in the experimental group, indicating higher levels of health-preserving competence compared to the ascertaining phase. The findings confirm that the theoretically grounded pedagogical conditions are effective in enhancing health-preserving competence among primary school students in the context of the New Ukrainian School. While this research does not claim to provide an exhaustive analysis of all aspects of the issue, it offers a basis for future investigations. A promising direction for further research is the study of how interactive technologies can be used to develop health-preserving skills and habits in primary school students.

Keywords: *primary school students, health-preserving competence, pedagogical conditions, New Ukrainian School.*

Подано до друку 12.03.2025

Прийнято до друку 24.03.2025

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1. АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ НАВЧАННЯ	
ДИСЦИПЛІН ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ В ШКОЛІ ТА	
ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ РІЗНИХ РІВНІВ АКРЕДИТАЦІЇ.....	5
ГОРДІЄНКО І. В. ПРО НАВЧАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ МАТЕМАТИКИ.....	5
НЕСТЕРЕНКО А. М., ОКСАМИТНА Л. П. АКТИВІЗАЦІЯ ПІЗНАВАЛЬНОЇ САМОСТІЙНОСТІ	
СТУДЕНТІВ ШЛЯХОМ ПРИКЛАДНОЇ СПРЯМОВАНОСТІ КУРСУ	
ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ	9
БОНДАРЧУК В. М., ГОЛОВНЯ Р. М., СВЕРЧЕВСЬКА І. А. ЗАСТОСУВАННЯ ВИЗНАЧНИХ	
ІСТОРИЧНИХ ЗАДАЧ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ КОМПЛЕКСНИХ ЧИСЕЛ.....	17
ПЛАСТИЮК А. І. СТРУКТУРУВАННЯ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ ПРИ ВИВЧЕННІ ТЕМИ	
«БІОРИЗНОМАНІТТЯ» У 10 КЛАСІ.....	22
СЕРДЮК З. О., ЯРМОЛЕНКО Д. А. АНАЛІЗ ЗАДАЧНОГО МАТЕРІАЛУ КУРСУ СТЕРЕОМЕТРІЇ	
ДЛЯ КЛАСІВ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНОГО ПРОФІЛЮ	28
КАРУПУ О. В., ОЛЕШКО Т. А., ПАХНЕНКО В. В. ПРО ДЕЯКІ АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ	
ВИКЛАДАННЯ СТУДЕНТАМ КАІ ОКРЕМИХ ПИТАНЬ МАТЕМАТИЧНОГО АНАЛІЗУ	37
БОСОВСЬКИЙ М. В., СЕРДЮК З. О., ІВАНЕНКО П. А. КОМПЕТЕНТНІСНИЙ ПІДХІД	
У ВИВЧЕННІ МАТЕМАТИКИ В СТАРШІЙ ПРОФІЛЬНІЙ ШКОЛІ	45
BOYKINA D. DEVELOPING SPATIAL IMAGINATION IN MATHEMATICS EDUCATION	55
ФЕДІВ В. І., ОЛАР О. І., ІВАНЧУК М. А., КУЛЬЧИНСЬКИЙ В. В. ШЛЯХИ РОЗВИТКУ КАФЕДРИ	
ПРИРОДНИЧОГО ПРОФІЛЮ ЯК ВАЖЛИВОЇ КОМПОНЕНТИ МЕДИЧНОЇ ОСВІТИ	63
ВОЛЯНСЬКА О. Є., ПАРХОМЕНКО Т. В. ЗАДАЧІ ЕКОЛОГІЧНОГО ЗМІСТУ У КУРСІ	
МАТЕМАТИКИ БАЗОВОЇ СЕРЕДНЬОЇ ШКОЛИ	73
РОЗДІЛ 2. СПРЯМОВАНІСТЬ НАВЧАННЯ ДИСЦИПЛІН ПРИРОДНИЧО-	
МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ НА РОЗВИТОК ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ	
УМІНЬ ТА ТВОРЧИХ ЗДІБНОСТЕЙ УЧНІВ ТА СТУДЕНТІВ	77
ПЕРЕДЕРЄЄВА О. С., АЛЕКСЄЄВА Г. М. ЗВ'ЯЗОК МАТЕМАТИЧНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ З	
ФІНАНСОВОЮ ГРАМОТНІСТЮ У МАЙБУТНЬОМУ.....	77
ПОДОПРИГОРА Н. В. ХАЙКУ ЯК МНЕМОНІЧНИЙ ЗАСІБ В ЕЙДЕТИЧНОМУ	
НАВЧАННІ ФІЗИКИ.....	86
КАЛЕНИК М. В. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКОЇ КУЛЬТУРИ УЧНІВ	92
ЧАШЕЧНИКОВА О. С. ПРОБЛЕМА ДІАГНОСТИКИ КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ У ПРОЦЕСІ	
НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ. ПРАКТИЧНИЙ АСПЕКТ	98
РОЗДІЛ 3. ПРОБЛЕМА УДОСКОНАЛЕННЯ ПІДГОТОВКИ ВЧИТЕЛІВ	
ПРЕДМЕТІВ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ	109
ХОМ'ЮК І. В., ХОМ'ЮК В. В., ІВАНЧЕНКО Є. А. РОЗВИТОК КРЕАТИВНОСТІ МАЙБУТНІХ	
ФАХІВЦІВ ІТ- СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ ЗАСОБАМИ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ.....	109
МАХОМЕТА Т. М. SWOT-АНАЛІЗ ДЛЯ ІНТЕГРАЦІЇ НАВЧАННЯ ТА ДОСЛІДЖЕНЬ У	
МАТЕМАТИЧНІЙ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ПРИРОДНИЧИХ НАУК	117
ЧКАНА Я. О., СТОЦЬКИЙ І. І. СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ПРИ ПІДГОТОВЦІ	
МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ: РОЛЬ ІНТЕЛЕКТ-КАРТ	126
NIEDIALKOVA K. FUTURE MATHEMATICS TEACHERS' TRAINING TO USE NEW EDUCATIONAL	
TECHNOLOGIES.....	132
КУГАЙ Н. В. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПРАКТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ	
МАТЕМАТИКИ В УКРАЇНІ ТА РЕСПУБЛІЦІ ПОЛЬЩА: КІЛЬКІСНИЙ ТА	
ЯКІСНИЙ ВИМІР	140
ХАРЧЕНКО Ю. В., БАБЕНКО О. М. ЕКОЛОГІЧНА КОМПЕТЕНТНІСТЬ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ	
ХІМІЇ: ВИКЛИКИ І ШЛЯХИ ФОРМУВАННЯ.....	149

РОЗДІЛ 4. ОПТИМІЗАЦІЯ НАВЧАННЯ ДИСЦИПЛІН ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ ЗАСОБАМИ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ.....	158
ХОМ'ЮК І. В., КИРИЛАЩУК С. А., ХОМ'ЮК В. В. ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ КРЕАТИВНОСТІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ ІТ- СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ ЗАСОБАМИ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ...	158
ТЕРМЕНЖИ Д. Є., ЛОСЄВА Н. М., ЯРОВА О. А. РОЗВИТОК СУЧАСНИХ ПЕДАГОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗАСОБАМИ ПРОЕКТУВАННЯ ІНДИВІДУАЛІЗОВАНОГО НАВЧАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ СОЦІАЛЬНИХ МЕДІА (НА ПРИКЛАДІ НАВЧАННЯ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ)	166
МИХАЙЛЕНКО Л. Ф., АНДРІЄВСЬКА М. Ю. ІНТЕГРАЦІЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У МАТЕМАТИЧНУ ОСВІТУ: ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАТИВНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ	175
БАЗУРІН В. М., БАЗУРІНА С. В. ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ МОДЕЛІ ПРОЦЕСУ ПЕРЕДАЧІ ТЕПЛА ЧЕРЕЗ ЦИЛІНДРИЧНУ СТІНКУ	182
РОЗДІЛ 5. ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНИЙ СУПРОВІД РОЗВИТКУ ТВОРЧОЇ ОСОБИСТОСТІ В ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ДИСЦИПЛІН ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ	188
СЕРДЮК З. О., ГОЛУБЕНКО А. О. МУЛЬТИМОДАЛЬНА СТРАТЕГІЯ НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ УЧНІВ ЗЗО В ІНКЛЮЗИВНОМУ СЕРЕДОВИЩІ	190
КРИВОШЕЯ М. І. ЗАЛУЧЕННЯ ДВІЧІ ВИНЯТКОВИХ ДІТЕЙ ДО УЧАСТІ В МАТЕМАТИЧНИХ ЗМАГАННЯХ.....	196
КОНДРАТІОК С. М. ПЕДАГОГІЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ЗДОРОВ'ЯЗБЕРЕЖУВАЛЬНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МОЛОДШИХ ШКОЛЯРІВ НОВОЇ УКРАЇНСЬКОЇ ШКОЛИ	207

CONTENTS

SECTION 1. CURRENT ISSUES ENHANCE LEARNING DISCIPLINES NATURAL MATHEMATICAL CYCLE IN SCHOOLS AND VOCATIONAL EDUCATION	5
HORDIENKO I. V. ON EDUCATIONAL RESEARCH IN THE SCHOOL COURSE OF MATHEMATICS	5
NESTERENKO A. N., OKSAMYTNA L. P. ACTIVATION OF STUDENTS' COGNITIVE INDEPENDENCE THROUGH THE APPLIED ORIENTATION OF THE HIGHER MATHEMATICS COURSE	9
BONDARCHUK V. M., HOLOVNIYA R. M., SVERCHEVSKA I. A. USING FAMOUS HISTORICAL PROBLEMS IN STUDYING COMPLEX NUMBERS	16
PLASTIUK A.I. MIRONETS L. P. STRUCTURING OF EDUCATIONAL MATERIALS WHEN STUDYING THE TOPIC "BIODIVERSITY" IN THE 10TH CLASS	22
SERDIUK Z., YARMOLENKO D. ANALYSIS OF PROBLEM-SOLVING MATERIAL IN THE STEREOOMETRY COURSE FOR PHYSICS AND MATHEMATICS PROFILE CLASSES	28
KARUPU O. W, OLESHKO T. A, PAKHNENKO V. V. ON SOME ACTUAL PROBLEMS OF TEACHING CERTAIN ISSUES OF MATHEMATICAL ANALYSIS	37
BOSOVSKIY M., SERDIUK Z., IVANENKO P. COMPETENCY-BASED APPROACH IN TEACHING MATHEMATICS IN SPECIALIZED SCHOOLS	45
БОЙКІНА Д. РОЗВИТОК ПРОСТОРООВОЇ УЯВИ В МАТЕМАТИЧНІЙ ОСВІТІ.....	53
FEDIV V.I., OLAR O.I., IVANCHUK M.A., KULCHYNSKY V.V. DEVELOPMENT WAYS OF THE DEPARTMENT OF NATURAL SCIENCE AS AN IMPORTANT COMPONENT OF MEDICAL EDUCATION	61
VOLYANSKA O. E., PARKHOMENKO T. V. PROBLEMS OF ENVIRONMENTAL CONTENT IN THE COURSE OF MATHEMATICS IN BASIC SECONDARY SCHOOL.....	71
SECTION 2. ORIENTATION TRAINING DISCIPLINES OF NATURAL AND MATHEMATICAL CYCLE ON DEVELOPMENT OF INTELLECTUAL SKILLS AND CREATIVE ABILITIES STUDENTS	77
PEREDEREIEVA O. S., ALIEKSIIEVA H. M. THE CONNECTION BETWEEN MATHEMATICAL COMPETENCIES AND FINANCIAL LITERACY IN THE FUTURE.....	77
PODOPRYGORA N. V. HAIKU AS A MNEMONIC TOOL IN EIDETIC PHYSICS EDUCATION.....	84
МЯКХАЙЛО КАЛЕНЬК. THEORETICAL ASPECTS OF THE FORMATION OF STUDENTS' RESEARCH CULTURE	90
CHASHECHNIKOVA O. THE PROBLEM OF DIAGNOSTICATION OF CRITICAL THINKING IN THE PROCESS OF TEACHING MATHEMATICS. PRACTICAL ASPECT.....	98
SECTION 3. PROBLEMS OF IMPROVING THE PREPARATION OF TEACHERS AN OBJECT OF MATHEMATICAL CYCLE	107
KHOMYUK I. V., KHOMYUK V. V., IVANCHENKO E. A. DEVELOPMENT OF CREATIVITY OF FUTURE SPECIALISTS IN IT-SPECIALTIES USING HIGHER MATHEMATICS	107
МАКХОМЕТА Т. М. ENHANCING LEARNING AND RESEARCH THROUGH SWOT ANALYSIS IN MATHEMATICAL TRAINING FOR FUTURE SCIENCE TEACHERS	115
ЧКНА ЯА., STOTSKIY I. MODERN VISUALIZATION TECHNOLOGIES IN THE TRAINING OF FUTURE MATHEMATICS TEACHERS: THE ROLE OF MIND MAPS	124
НЕДЯЛКОВА К. ПІДГОТОВКА МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ ДО ВИКОРИСТАННЯ НОВИХ ОСВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ.....	130
KUHAI N. V. COMPARATIVE ANALYSIS OF THE PRACTICAL TRAINING OF FUTURE MATHEMATICS TEACHERS IN UKRAINE AND THE REPUBLIC OF POLAND: QUANTITATIVE AND QUALITATIVE DIMENSION.....	138
KHARCHENKO YU. V., BABENKO O. M. ECOLOGICAL COMPETENCE OF FUTURE CHEMISTRY TEACHERS: CHALLENGES AND DEVELOPMENT PATHWAYS	147
SECTION 4. OPTIMIZATION TRAINING DISCIPLINES NATURAL MATHEMATICAL CYCLE OF INFORMATION TECHNOLOGY	156
KHOMYUK I.V., KYRYLASHCHUK S.A., KHOMYUK V.V. DETERMINING THE LEVEL OF CREATIVITY OF FUTURE SPECIALISTS IN IT SPECIALTIES USING HIGHER MATHEMATICS	156
TERMENZHY D., LOSYEVA N., YAROVA O. THE DEVELOPMENT OF CONTEMPORARY PEDAGOGICAL RESEARCH THROUGH THE DESIGNING OF INDIVIDUALIZED TEACHING USING SOCIAL MEDIA (A CASE STUDY IN HIGHER MATHEMATICS EDUCATION)	164

МЬКНАІЛЕНКО L., ANDRIIEVSKA M. INTEGRATION OF DIGITAL TECHNOLOGIES INTO MATHEMATICS EDUCATION: CHALLENGES AND PROSPECTS FOR THE FORMATION OF INFORMATION AND COMMUNICATION COMPETENCE.....	173
BAZURIN V., BAZURINA S. SOFTWARE IMPLEMENTATION OF A COMPUTER MODEL OF THE HEAT TRANSFER PROCESS THROUGH A CYLINDRICAL WALL.....	180
SECTION 5. PSYCHOLOGICAL AND PEDAGOGICAL SUPPORT OF PERSONALITY DEVELOPMENT IN THE PROCESS OF TEACHING THE DISCIPLINES OF THE NATURAL-MATHEMATICAL CYCLE.....	
SERDIUK Z., HOLUBENKO A. MULTIMODAL MATHEMATICS LEARNING STRATEGY FOR STUDENTS IN GENERAL SECONDARY EDUCATION IN AN INCLUSIVE ENVIRONMENT	188
KRYVOSHEYA M. ENGAGING TWICE-EXCEPTIONAL CHILDREN IN MATHEMATICAL COMPETITIONS	196
KONDRATIUK S. M. PEDAGOGICAL CONDITIONS FOR THE FORMATION OF HEALTH-PRESERVING COMPETENCE IN PRIMARY SCHOOL STUDENTS WITHIN THE NEW UKRAINIAN SCHOOL	205

АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК

А		Н	
Алексєєва Г. М.	77	Недялкова К.	130
Андрієвська М. Ю.	173	Нестеренко А. М.	9
Б		О	
Бабенко О. М.	147	Оксамитна Л. П.	9
Базурін В. М.	180	Олар О. І.	61
Базуріна С. В.	180	Олешко Т. А.	37
Бойкіна Добрінка	53	П	
Бондарчук В. М.	16	Пархоменко Т. В.	71
Босовський М. В.	45	Пахненко В. В.	37
В		Передерєєва О. С.	77
Волянська О. Є.	71	Пластюк А.І.	22
Г		Подопрігора Н. В.	84
Головня Р. М.	16	С	
Голубенко А. О.	188	Сверчевська І. А.	16
Гордієнко І. В.	5	Сердюк З. О.	28, 45, 188
І		Стоцький І. І.	124
Іваненко П. А.	45	Т	
Іванченко Є. А.	107	Терменжи Д. Є.	164
Іванчук М. А.	61	Ф	
К		Федів В. І.	61
Каленик М.В.	90	Х	
Карупу О. В.	37	Харченко Ю. В.	147
Кирилашук С. А.	156	Хом'юк В. В.	107, 156
Кондратюк С. М.	205	Хом'юк І. В.	107, 156
Кривошея М. І.	196	Ч	
Кугай Н. В.	138	Чашечникова О. С.	98
Кульчинський В. В.	61	Чкана Я. О.	124
Л		Я	
Лосєва Н. М.	164	Ярмоленко Д. А.	28
М		Ярова О. А.	164
Махомета Т. М.	115		
Михайленко Л. Ф.	173		
Міронєць Л.П.	22		

A43 Актуальні питання природничо-математичної освіти : збірник наукових праць. Випуск 1(25), 2025 / Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка, редкол.: Н. А. Тарасенкова О. С. Чашечникова (співгол. ред.) [та ін.]. – Суми : [СумДПУ ім. А. С. Макаренка], 2025. – 220 с.

Наукове видання
АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ
ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОЇ ОСВІТИ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

Виходить двічі на рік
Заснований у жовтні 2012 року
Випуск 1(25), 2025

Матеріали подаються в авторській редакції

Свідоцтво про державну реєстрацію
КВ №19538-9338Р від 25.10.2012
Ідентифікатор медіа R 30 – 03111
у реєстрі суб'єктів у сфері медіа-реєстрантів
(рішення від 29.02.2024 №479)

Відповідальний за випуск: *О. С. Чашечникова*
Комп'ютерна верстка: *Н. С. Цьома*

Підписано до друку 28.04.2025.
Формат 60x84/8. Гарнітура Times New Roman.
Папір офсетний. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 25,81.
Ум. фарб.-відб. 25,81. Обл.-вид. арк. 22,69.
Тираж 300 пр.

Видавець:

Сумський державний педагогічний університет імені А.С. Макаренка
40002, м.Суми, вул.Роменська, 87 Тел. (0542) 68-59-15, (0542) 68-59-72;
rector@sspu.edu.ua Свідоцтво ДК № 231 від 02.11.2000 р.

Виготовлювач:

ФОП Цьома С.П. 40002, м. Суми, вул. Роменська, 100.
Тел.: 066-293-34-29.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
серія ДК, № 5050 від 23.02.2016.

<https://fizmat.sspu.edu.ua/aktualni-pytannia-prirodnycho-matematychnoi-osvity>