

Випуск 1 (23)
2024



АКТУАЛЬНІ
ПИТАННЯ
природничо-математичної
ОСВІТИ

Збірник
наукових
праць

**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(23), 2024

Index Copernicus 2022 = 87,92

Суми – 2024

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ №19538-9338Р від 25.10.2012
Засновник, редакція, видавець і виготовлювач
Сумський державний педагогічний університет імені А.С.Макаренка
Друкується згідно з рішенням вченої ради
Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка
(протокол №11 від 20.05.2024)

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.

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. Ригал 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. Наркявичене 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. Гриций 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. Одінцева 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. Шищенко кандидат педагогічних наук, доцент (м. Суми, Україна)

У збірнику представлені результати актуальних досліджень, присвячених спрямованості навчання дисциплін природничо-математичного циклу на розвиток інтелектуальних умінь та творчих здібностей учнів і студентів.

Статті проходять анонімне рецензування

**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(23), 2024

Index Copernicus 2022 = 87,92

Sumy – 2024

UDC 37.016:51

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

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 № 11 from 20.05.2024)

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

Mary Garner Member of the 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 (Vinnitsya, Ukraine)

Alina Sbruieva 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 (Chernyiv, 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 Ph.D., associate professor (Sumy, Ukraine)

The collection of articles presents the results of current research which highlight orientation of training courses in natural science and mathematical disciplines on developing intellectual skills and creative abilities of students. Articles are anonymous review.

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

УДК 37.016:51

DOI 10.5281/zenodo.12165466

Д. В. Васильєва

ORCID ID 0000-0002-4083-681X

Інститут педагогіки НАПН України

Л. Л. Букалов

ORCID ID 0009-0000-2702-7252

Touro College

New York, USA

ФОРМУВАЛЬНЕ ОЦІНЮВАННЯ У НАВЧАННІ МАТЕМАТИКИ

Сучасний освітній процес вимагає не лише засвоєння знань учнями, а й їх активної участі у власному навчанні, зокрема і в процесі оцінювання. Ця стаття спрямована на дослідження та аналіз впровадження формувального оцінювання у навчання математики в контексті Нової української школи. Наведено нормативні документи, які стосуються формувального оцінювання. Розглянуто співвідношення формувального оцінювання з поточним і підсумковим оцінюванням. Проаналізовано українські та зарубіжні статті про оцінювання студентів. Описано особливості формувального оцінювання, в тому числі спрямованість на процес, системність; інтерактивність; та індивідуалізації тощо. Зазначається, що в результаті впровадження формувального оцінювання спостерігаються позитивні зміни в мотивації, впевненості та успішності учнів, а також покращується взаємодія між усіма учасниками освітнього процесу. Наведені деякі приклади стратегій для здійснення формувального оцінювання. Проаналізовані результати опитування 126 українських вчителів математики з різних областей України про впровадження ними формувального оцінювання в навчання математики. Результати показують, що більшість учителів практикує формувальне оцінювання, але деякі з них не роблять це систематично, а деякі не змінюють заплановану навчальну діяльність за результатами формувального оцінювання. Виходячи з опитування, бачимо певну неоднозначність у трактуванні вчителями понять «формульове оцінювання», «поточне оцінювання» та «підсумкове оцінювання». Виявлені класи, в яких вчителі найчастіше використовують формувальне оцінювання, найефективніші його види та найпопулярніші стратегії. Розглядаються деякі проблеми та виклики, пов'язані з впровадженням формувального оцінювання та пропонуються деякі шляхи для його ефективного впровадження в освітній процес.

Ключові слова: формувальне оцінювання, поточне оцінювання, підсумкове оцінювання, навчання математики, самооцінювання, взаємооцінювання, технології оцінювання, Нова українська школа.

Постановка проблеми. Перехід від знанневої до компетентнісної парадигми в освіті спричинив нововведення в системі оцінювання. В Новій українській школі важливо оцінити поступ учнівства, збільшити його відповідальність за навчання, а також створити сприятливу атмосферу для співробітництва вчителя, учнів та батьків, що зручно здійснити за допомогою формувального оцінювання.

За визначенням О. Локшиної: «Формувальне оцінювання розуміється як інтерактивне оцінювання учнівського прогресу, що дає змогу вчителям визначати потреби учнів, адаптуючи до них процес навчання» [6, с. 223–224].

Сам термін «формувальне оцінювання» почав активно використовуватися в педагогічній літературі у другій половині ХХ століття, але він лише нещодавно з'явився в

українських нормативно-правових документах, наприклад, в Законі України «Про загальну середню освіту» [5].

Відповідно до ст. 17 Закону України «Про повну загальну середню освіту» основними видами оцінювання результатів навчання учнів є формувальне, поточне, підсумкове (тематичне, семестрове, річне) оцінювання, державна підсумкова атестація, зовнішнє незалежне оцінювання.

В рекомендаціях щодо оцінювання навчальних досягнень учнів 5-6 класів, які здобувають освіту відповідно до нового Державного стандарту базової середньої освіти [9] йдеться про те, що: «Формувальне (поточне формувальне) оцінювання, окрім рівневого або бального може здійснюватися у формі самооцінювання, взаємооцінювання учнів, оцінювання вчителем із використанням окремих інструментів (карток, шкал, щоденника спостереження вчителя, портфолію результатів навчальної діяльності учнів тощо)».

Згідно з традиційним розумінням, оцінювання може здійснюватися як у процесі (поточне), так і на різних рубіжних етапах (підсумкове) навчання [4]. Наявні нормативні документи, де з'являється поняття «формувальне оцінювання», не задають чіткого співвідношення обсягів понять: «формувальне оцінювання», «поточне оцінювання» та «підсумкове оцінювання», що спричинює подвійне трактування серед освітян та сповільнює процес його активного використання.

Впровадження формувального оцінювання робить процес навчання ефективнішим та персоналізованим, але в той же час вимагає і більших ресурсів від вчителя. Адже необхідно систематично збирати зворотний зв'язок від учнів, надавати їм індивідуальні поради щодо можливостей самовдосконалення, а також корегувати заплановану для них навчальну діяльність. Також є частка вчителів, які ще не розуміють необхідності впровадження цього виду оцінювання в навчальний процес з математики та не мають бажання знайомитися з різними технологіями, що дають змогу провести формувальне оцінювання учнів.

Аналіз актуальних досліджень. В педагогічному дискурсі вже розглядалися взаємозв'язки між формувальним, поточним і підсумковим оцінюванням.

Наприклад, співвідношення понять «підсумкове оцінювання» і «формувальне оцінювання» в початковій школі розглядаються в роботах О. Онопрієнко [6; 7], а взаємозв'язок «поточного оцінювання» та «формувального оцінювання» в контексті компетентнісної парадигми середньої освіти присвячена стаття «Поточне та формувальне оцінювання в базовій та старшій профільній школі» [2]. Гривко А. та Ващенко Л. зазначають: «Поточне оцінювання виконує лише частину функцій формувального оцінювання. Але формувальне оцінювання слід розглядати як складник цілісної системи оцінювання навчальних досягнень і воно не має виходити в суперечність із поточним та підсумковим оцінюванням.

Упродовж десятиліть дослідники дійшли висновку, що формувальне оцінювання може підвищити мотивацію учнів та їх впевненість, а також покращити успішність [10, с. 13; 11, с. 61; 12, с. 6].

Включене технологій формувального оцінювання в навчання математики дають змогу отримати більше інформації про учнів та створити атмосферу співробітництва [14, с. 216].

Кілька мета-аналізів закликали до проведення більш якісних досліджень для визначення точного впливу формувального оцінювання на успішність, ставлення та мотивацію [13, с. 16; 15, с. 35]. Зокрема Kingston та Nash стверджують, що формувальне оцінювання є ефективнішим в навчанні мови, ніж у навчанні математики чи природничих науках.

Але все ж, більшість існуючих досліджень доходять висновку, що формувальне оцінювання може принести користь як учням, так і вчителям. Наприклад, R. Lane, R. Parrila, M. Bower та I. Skrebneva у 2019 проаналізували наукові дослідження про формувальне оцінювання за 50 років (від 1960-х до середини 2000-х рр.) і виявили, що більшість з них стверджують, що формувальне оцінювання покращує ефективність навчання в класі та якість освіти [16].

Мета статті окреслити деякі особливості формувального навчання та дослідити стан його впровадження у навчанні математики в Україні.

Виклад основного матеріалу. Новий Державний стандарт [3] орієнтований не на набуття учнями деякого обсягу знань, а на опанування ними певних компетентностей, зокрема і ключових (наприклад, культурна чи соціальна компетентність), та наскрізних вмінь (наприклад, конструктивно керувати емоціями чи виявляти ініціативність). Усталена система оцінювання, де поточне і підсумкове оцінювання розглядалось як 12-бальна констатація досягнень учнів в той чи інший проміжок часу, не може задовольнити такий підхід. Тож необхідна була модернізація цієї системи, що дала б змогу оцінити не лише предметні, а й ключові компетентності, наскрізні вміння та поступ учнівства. Тож в середній і старшій школі в системі оцінювання поряд з поточним і підсумковим з'явилося і формувальне оцінювання.

Формувальне оцінювання враховує не лише кількісні показники, а й якісні. Наприклад, мотивацію чи активність учнів, відповідальність, вміння співпрацювати тощо. За допомогою формувального оцінювання можна виявити рівень зацікавленості учнів певною темою чи видом навчальної діяльності, взаємодії вчителя, учнів і батьків.

Формувальне оцінювання – це процес збору інформації про розуміння учнями навчального матеріалу з метою покращення викладання та навчання [11, с. 7–8]. Наявність формувального оцінювання є важливим для вчителів і учнів. За результатами формувального оцінювання вчителі можуть більше дізнатися про своїх учнів, вчасно надати їм допомогу та краще спроектувати подальший навчальний процес. За результатами формувального оцінювання учні можуть контролювати своє навчання, отримати підтримку вчителя чи однокласників або й спробувати самостійно намітити шлях для самовдосконалення. Наявність формувального оцінювання підвищує відповідальність учнів за процес навчання.

Сутність формувального оцінювання пов'язана із систематичним відстеженням індивідуального просування школярів у процесі навчання для своєчасної корекції; з активним залученням учнів до процесу оцінювання власної діяльності. Такий контроль спрямований на визначення ефективних шляхів прогресування конкретного учня у навчанні, мотивування його на здобуття максимально можливих результатів [6, с. 39].

Формувальне оцінювання може здійснюватись через:

- оцінювання учнів вчителем,
- самооцінювання учнів;
- взаємооцінювання учнів,
- оцінювання особистісного розвитку учнів батьками.

Оцінювання учнівства вчителем зазвичай здійснюється за допомогою відкритого чи закритого педагогічного спостереження або на основі надання вербального чи невербального зв'язку учням чи батькам (наприклад, надання розгорнутого аналізу певних робіт учнів самим учням чи їх батькам).

Прикладом закритого педагогічного спостереження може бути ведення вчителем для себе журналу, де містяться примітки про учнів (наприклад, переважаючі типи сприйняття інформації, темп роботи, певні проблеми в комунікації з однокласниками тощо). Прикладами відкритого педагогічного спостереження можуть бути індивідуальні карти поступу для кожного учня, де зазначається виконання учнями домашнього завдання, прогрес у відповідях на питання, типові помилки, що допускає учень, тощо. Вчитель може спеціально вести їх для учнів або надавати за вимогою учнів чи батьків.

Самооцінювання важливий компонент формувального оцінювання. Результати самооцінювання учнів можуть бути також відкритими чи закритими. Прикладом закритого самооцінювання є ведення учнем для себе щоденника спостережень, куди записується інформація про те, як він виконував продовж місяця домашнє завдання (самостійно, з репетитором, з друзями, з використанням штучного інтелекту тощо). Результати самооцінювання можуть бути відкритими і надаватися однокласникам, вчителям чи батькам. Наприклад, на уроці після пояснень нової теми вчитель може запропонувати учням оцінити розуміння матеріалу і провести невербальне самооцінювання за допомогою технології

«Ручний термометр». Учні рукою/руками мають показати, наскільки вони зрозуміли пояснення вчителя. Якщо руки на парті – то не зрозуміли, якщо руки підняті вгору – то все зрозуміли, також є можливість показувати проміжні позиції руками. Прикладом вербального самооцінювання є озвучування учнями наприкінці уроку відповідей на питання «Що запам'ятали?», «Що сподобалось?», «Що не вдалось?».

Взаємооцінювання учнів може відбуватися в процесі взаємоопитування на уроці, перевірки письмових робіт один одного, гри, де учні відіграють різні ролі. Наведемо приклад дидактичної гри, завдання № 199 з підручника Алгебра для 7 класу авторського колективу Бевз Г. П., Бевз В. Г., Васильєва Д. В., Владімірова Н. Г. [1] на тему «Одночлени»: «Перший гравець / перша гравчиня записує одночлен, другий/друга – ще один, третій/третя – знаходить їх добуток. Потім поміняйтеся ролями». В такій грі в кожному з кіл один з учнів виконує завдання, а два інших спершу формують це завдання, а потім оцінюють процес і результат його виконання.

В Новій українській школі батьки також відіграють значну роль у навчанні, адже йде мова про партнерство. Батьки також можуть оцінювати розвиток своїх дітей і передавати цю інформацію вчителю чи самим учням. Досить часто оцінювання батьками розвитку своїх дітей допомагає вчителю знайти підхід до учнів або зрозуміти, в чому криється причина певних дій.

Для з'ясування стану впровадження формульовального оцінювання в навчальний процес з математики було опитано 126 вчителів з різних областей України. Опитування проходили вчителі, що вже знайомі з Концепцією НУШ та мають хоча б один клас, що йде за новим Державним стандартом.

З опитування вчителів бачимо, що більшість (96,8%) все ж практикують формульовальне оцінювання на заняттях математики, але систематично це роблять лише 48,4%. Для формульовального оцінювання систематичність надзвичайно важлива, адже саме вона дає можливість відстежувати просування кожного учня в часі та постійно звіряти уявлення вчителя про навчання з уявленнями учнів.

Варто зазначити, що впровадження формульовального оцінювання не є однорідним. Якщо в 5-6 класах його використовують 91,1% вчителів, то в 7-9 – лише 42,3%, а в 10-11 класах – 15,4%. Певним чином це зумовлено тим, що 7-11 класи працюють ще за старим Державним стандартом і відповідно навчальні матеріали, які використовують вчителі не орієнтовані на те, щоб спонукати вчителів до проведення такого оцінювання. Крім того у вчителів є переконання, що старші учні краще усвідомлюють наявні проблеми в навчанні, мають вищий рівень вольових якостей і не потребують розгорнутого зворотного зв'язку для себе.

Близько 30 % вчителів не розуміють, як між собою співвідносяться обсяги понять «формульовальне оцінювання» і «поточне оцінювання» (рис. 1), а саме 4,8 % вважають, що це синоніми, а 19 % вважають, що обсяги цих понять не перетинаються.

Чи знаєте, як співвідносять поняття "поточне оцінювання" і "формульовальне оцінювання"?

126 відповідей



Рис. 1. Співвідношення обсягів понять

Найчастіше формувальне оцінювання вчителі здійснюють через:

- оцінювання учнів вчителем (74,8 % вчителів)
- самооцінювання (85,4% вчителів)
- взаємооцінювання (72,4% вчителів).

Учителі математики не використовують оцінювання розвитку учнів батьками.

У той же час ми запитували про те, який з видів формувального оцінювання вони вважають найефективнішим (рис. 2) та який з видів, на їх думку найбільше подобається учням (рис. 3).

Які з видів формувального оцінювання є, на вашу думку, **найефективнішими**?

126 відповідей

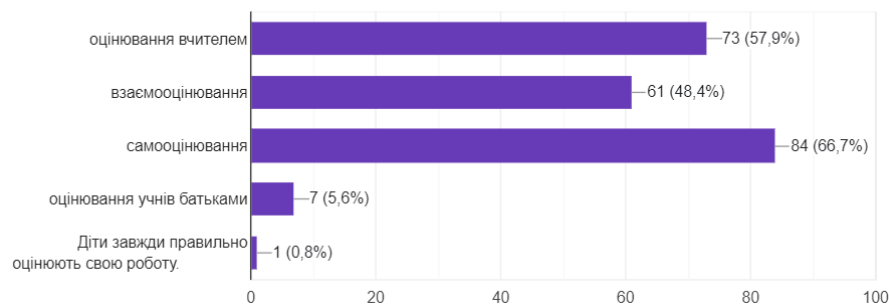


Рис. 2. Найефективніші види формувального оцінювання

Які з видів формувального оцінювання, на вашу думку, **найбільше подобаються учням**?

126 відповідей

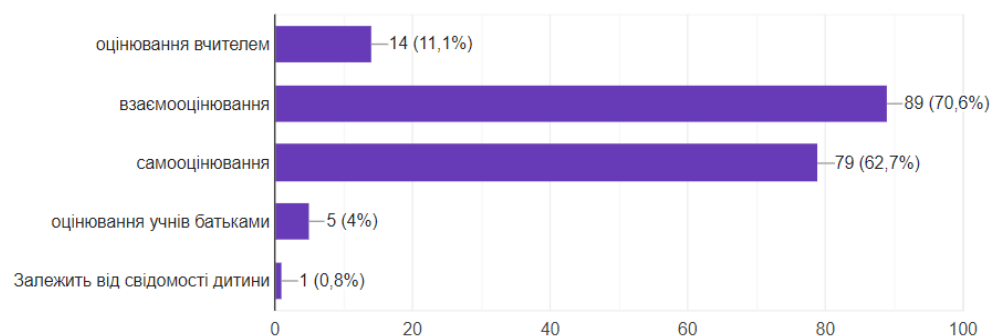


Рис. 3. Види формувального оцінювання, що найбільше подобаються учням

Як бачимо, вчителі вважають найефективнішим самооцінювання і найчастіше його використовують, але в той же час вони не вважають достатньо ефективним взаємооцінювання, хоча усвідомлюють, що цей вид робіт найбільше до вподоби учням.

Опитування також показало, що 50,8% вчителів найчастіше для самооцінювання з математики пропонують учням письмово розв'язати завдання чи дати відповідь на питання, 34,1% вчителів для цього використовують різноманітні онлайн платформи, а 11,9% вчителів пропонують усно розв'язати завдання чи дати відповідь на питання.

Аналогічно для взаємооцінювання, 54,8% вчителів найчастіше пропонують для взаємооцінювання письмові роботи, 27,8% вчителів – роботу з спільними документами, 7,9% вчителів пропонують здійснювати взаємооцінювання в усній формі.

Вчителі використовують у своїй діяльності як відкрите (48,3 % вчителів) так і закриті педагогічне спостереження (40% вчителів).

47,5% вчителів найчастіше ініціюють вербальний зворотний зв'язок від учнів, а 37,5% вчителів найчастіше ініціюють – невербальний зв'язок від учнів. Враховуючи, що учні в класі різні, доцільно все ж ініціювати різні види надання зворотного зв'язку. Це дасть змогу якісно включитися в цей процес всім учням.

З опитування випливає, що найпоширенішими технологіями для формувального оцінювання на уроках математики є письмові роботи для самооцінювання (їх використовує 67,5% вчителів), використання смайлів як невербального зворотного зв'язку (54,2%), використання шкал для самооцінювання учнями (45,8%), «світлофор» (40%), ведення журналу спостереження (39,2%), Також 28,3% вчителів пропонують учням надавати письмовий зворотний зв'язок наприкінці уроку.

Іноді вчителі, після проведення формувального оцінювання, продовжують роботу за старим сценарієм і не корегують заплановане. Звернемо увагу на те, що за результатами нашого опитування лише близько 64,7% вчителів корегують заплановану діяльність. Якщо в результаті формувального оцінювання більша частина класу не розуміє матеріал, то переходити до наступного кроку недоречно. Адже такий перехід може швидко призвести до того, що всі учні відчують себе розчарованими. Ті учні, які не зазнавали труднощів, теж будуть пасивнішими, адже відчуватимуть, що їх однокласників ігнорують, і можуть побоюватися, що їх теж незабаром буде проігноровано. Якщо в результаті формувального оцінювання було виявлено, що частина учнів зазнають труднощів на даному етапі, а частина – ні, то важливо запропонувати дві окремих траєкторії для кожної з груп або запропонувати їм попрацювати разом, наприклад, об'єднати учнів, що мають труднощі, і тих, хто їх не має, задля колективного обговорення або розв'язування задач в групі.

Формувальне оцінювання вимагає не лише аналізу того, чого учні змогли досягнути, а й рекомендацій щодо того, що вони мають змінити, щоб отримати кращий результат. Наприклад, недостатньо констатувати факт, що учень неправильно розв'язав квадратне рівняння, бо допустив помилку в формулі дискримінанта. Доцільно запропонувати учню знайти формулу, виписати її на картку, розв'язати наступні декілька рівнянь за допомогою картки, а потім наступні рівняння вже без неї. Якщо ж учень взагалі не демонструє хоча б часткового розуміння, то іноді доцільно не надавати негативного зворотного зв'язку, а запропонувати додаткові пояснення.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Формувальне оцінювання не є тотожним до поточного оцінювання чи підсумкового оцінювання, а також не замінює жодного з них, хоча поточне і підсумкове оцінювання можуть бути формувальними.

Формувальне оцінювання спрямоване на те, щоб учні усвідомлювали свої досягнення на даний момент, могли їх порівняти з тими, які вони мали в минулому та могли самостійно або з допомогою вчителя чи однокласників досягнути більшого.

Особливостями формувального оцінювання є: орієнтація на процес; систематичність; інтерактивність; індивідуалізація.

Багато стратегій формувального оцінювання є простими та гнучкими. Вони часто не потребують складних протоколів. Їх можна легко інтегрувати майже в будь-який урок.

В результаті опитування 126 вчителів математики з різних областей України було виявлено, що переважна більшість вчителів (96,8%) використовує формувальне оцінювання, але половина з них робить це не систематично, що значно послаблює його ефект. Вчителі частіше використовують його в 5-6 класах. Але, враховуючи, що формувальне оцінювання допомагає вчителю краще проектувати навчальний процес, підвищує мотивацію учнів і атмосферу співробітництва між всіма учасниками навчального процесу, доцільно активніше впроваджувати формувальне оцінювання в 7-11 класах.

Найчастіше формувальне оцінювання вчителі здійснюють через самооцінювання, оцінювання учнів вчителем та взаємооцінювання, але українські вчителі на даному етапі не практикують отримання зворотного зв'язку від батьків про розвиток їх дітей.

Вчителі не вважають взаємооцінювання досить ефективним, хоча усвідомлюють, що цей вид навчання найбільше до вподоби учням. На нашу думку це спричинено тим, що українські вчителі звикли контролювати всі процеси на уроці, їм важко перелаштуватися, повірити у наявність відповідальності учнів за навчання, а також важко організувати такі види учнівської діяльності. Найчастіше вчителі математики для організації самооцінювання

та взаємооцінювання використовують письмові форми роботи. Це також в певній мірі може свідчити про те, що вчителі мають бажання проконтролювати ці види робіт.

Вчителі найчастіше ініціюють вербальний зворотний зв'язок від учнів, але варто зауважити, що деяким учням важко надати зворотний зв'язок словами. Тож доречно пропонувати надавати зворотний зв'язок учням у різних формах.

Було виявлено, що третина вчителів після проведення формувального оцінювання, продовжують роботу за старим сценарієм і не корегують заплановане навчання. За таких умов формувальне оцінювання може негативно впливати на атмосферу співпраці і мотивацію учнів. Адже формувальне оцінювання має спрямовувати увагу на прогнозування навчання. На основі результатів формувального оцінювання вчитель може змінити свої дії або має намітити план для розвитку компетентностей учнівства.

Подальші дослідження можуть стосуватися сприйняття учнями формувального оцінювання у навчанні та якісним змінам у процесі навчання, що спричинені впровадженням формувального навчання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Бевз, Г., Бевз, В., Васильєва, Д., Владімірова, Н. (2024). Алгебра: підручник для 7 класу загальноосвітніх навчальних закладів. Київ. (Bevz G. P., Bevz V. G., Vasylieva D. V., Vladimirova N. G. (2024). Algebra: a textbook for the 7th grade of secondary schools. Kyiv).
2. Гривко, А., Ващенко, Л. (2021). Поточне та формувальне оцінювання в базовій та старшій профільній школі. Український педагогічний журнал, 2, 72–83. Режим доступу: <https://doi.org/10.32405/2411-1317-2021-2-72-83>. (Hryvko, A., Vashchenko, L. (2021). Current and formative assessment in basic and senior profile school. Ukrainian Educational Journal, 2, 72–83. Retrieved from: <https://doi.org/10.32405/2411-1317-2021-2-72-83>).
3. Державний стандарт базової основної освіти (2020). Режим доступу: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/nova-ukrayinska-shkola/derzhavnij-standart-bazovoyi-serednoyi-osviti>. (State Standard of Basic Education (2020). Retrieved from: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/nova-ukrayinska-shkola/derzhavnij-standart-bazovoyi-serednoyi-osviti>).
4. Жук, Ю., Гривко, А., Ващенко, Л. (2021). Дослідження особистісного ставлення до поточного та підсумкового оцінювання як умови вибору стратегій контрольно-оцінювальної діяльності. Український педагогічний журнал, 4, 96–105. Режим доступу: <https://doi.org/10.32405/2411-1317-2021-4-96-105>. (Zhuk, Yu., Hryvko, A., Vashchenko, L. (2021). On the way of modernization of the evaluation system: research of teachers' perception of current and final assessment in the secondary school. Ukrainian Educational Journal, 4, 96–105. Retrieved from: <https://doi.org/10.32405/2411-1317-2021-4-96-105>).
5. Закон України «Про повну загальну середню освіту» (2020). Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/lavs/show/463-20/>. (Law of Ukraine "On Complete General Secondary Education" (2020). Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/lavs/show/463-20/>).
6. Локшина, О. (2009). Зміст шкільної освіти в країнах Європейського Союзу: теорія і практика (друга половина XX – початок XXI ст.). Монографія. Київ. Режим доступу: <https://lib.iitta.gov.ua/5435/> (Lokshyna, O. (2009). Content of school education in the European Union: theory and practice (second half of the XX – beginning of the XXI century). Monograph. Kyiv. Retrieved from: <https://lib.iitta.gov.ua/5435/>).
7. Онопрієнко, О. (2016). Формувальне оцінювання навчальних досягнень учнів: сутність і методик здійснення. Український педагогічний журнал, 4, 36–42. Режим доступу: <https://uej.undip.org.ua/index.php/journal/article/view/206>. (Onopriienko, O. (2016). Formative assessment of students' academic achievements: the nature and the methodology of implementation. Ukrainian Educational Journal, 4, 36–42. Retrieved from: <https://uej.undip.org.ua/index.php/journal/article/view/206>).
8. Онопрієнко, О. (2020). Інструментарій оцінювання результатів компетентісно орієнтованого навчання молодших школярів: методичний посібник. Київ. Режим

- доступу: https://undip.org.ua/wp-content/uploads/2021/07/20.6-posibnyk_.pdf.
(Onoprienko, O. (2020). Tools for assessing the results of competence-based learning of junior schoolchildren: a methodological guide. Kyiv. Retrieved from: https://undip.org.ua/wp-content/uploads/2021/07/20.6-posibnyk_.pdf).
9. Рекомендація щодо оцінювання навчальних досягнень учнів 5-6 класів, які здобувають освіту відповідно до нового Державного стандарту базової середньої освіти. (2022). Режим доступу: <https://yakistosviti.com.ua/userfiles/pdf/Metodychni-rekomendatsiyi-MON-Ukrayiny-shhodo-otsinyuvannya-u-5-6-klasah-NUSH.pdf>.
(Recommendations for assessing the learning achievements of pupils in grades 5-6 who receive education in accordance with the new State Standard of Basic Secondary Education. (2022). Retrieved from: <https://yakistosviti.com.ua/userfiles/pdf/Metodychni-rekomendatsiyi-MON-Ukrayiny-shhodo-otsinyuvannya-u-5-6-klasah-NUSH.pdf>).
 10. Beesley, A., Clark, T., Dempsey, K., Tweed, A. (2018). Enhancing formative assessment practice and encouraging middle school mathematics engagement and persistence. *School Science and Mathematics*, 118(1-2), 4-16. Retrieved from <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/ssm.12255>.
 11. Black, P., William, D. (1998). Assessment and Classroom Learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 5(1), 7-74. Retrieved from <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0969595980050102>.
 12. Bloom, B. (1968). Learning for mastery. *Evaluation Comment*, 1(2), 1-12. Retrieved from <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED053419.pdf>.
 13. Briggs, D., Ruiz-Primo, M., Furtak, E., Shepard, L., Yin, Y. (2012). Meta-analytic methodology and inferences about the efficacy of formative assessment. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 31(4), 13-17. Retrieved from <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1745-3992.2012.00251.x>.
 14. Cisterna, D., Gotwals, A. (2018). Enactment of ongoing formative assessment: Challenges and opportunities for professional development and practice. *Journal of Science Teacher Education*, 29(3), 200-222. Retrieved from <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/1046560X.2018.1432227>.
 15. Kingston, N., Nash, B. (2011). Formative assessment: A meta-analysis and a call for research. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 30(4), 28-37. Retrieved from <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1745-3992.2011.00220.x>.
 16. Lane, R., Parrila, R., Bower, M., Skrebneva, I. (2019). *Formative Assessment Evidence and Practice: Literature Review*. AITSL. Melbourne.

Vasylieva D., Bukalov L. Formative assessment in mathematics teaching formative assessment in mathematics teaching.

The modern educational process requires not only the acquisition of knowledge by students, but also their active participation in their own learning, including in the assessment process. This article is aimed at researching and analyzing the implementation of formative assessment in mathematics teaching in the context of the New Ukrainian School. Regulatory documents that refer to formative assessment are mentioned. The relationship of formative assessment with current and summative assessment is considered. Ukrainian and foreign articles about student assessment are analyzed. The features of formative assessment are described, including process orientation, systematization; interactivity; and individualization, etc. It is noted that as a result of the introduction of formative assessment, positive changes in motivation, confidence, and student performance are observed, as well as improved interaction between all participants in the educational process. Some examples of strategies for implementing formative assessment are given. The article analyses the results of a survey with 126 mathematics teachers from different regions of Ukraine about their implementation of formative assessment in mathematics teaching. The results show that the majority of teachers practice formative assessment, but some of them do not do it systematically, and some do not change the planned

learning activities based on the results of formative assessment. Based on the survey, we can see some ambiguity in the interpretation of the concepts of "formative assessment", "current assessment" and "summative assessment" by teachers. The article identifies the classes in which Ukrainian teachers most often use formative assessment, the most effective types and the most popular strategies of this assessment. Some problems and challenges related to the implementation of formative assessment are considered and some ways for its effective implementation in the educational process are suggested.

Key words: formative assessment, current assessment, summative assessment, mathematics teaching, self-assessment, mutual assessment, assessment technologies, New Ukrainian School.

УДК 378.147 33

DOI 10.5281/zenodo.12162205

І. В. Гордієнко

ORCID ID 0000-0001-6182-4968

Л. І. Комарницька

ORCID ID 0009-0001-0907-1038

Дрогобицький державний педагогічний
університет імені І. Я. Франка

ВИКОРИСТАННЯ АНАЛОГІЇ ПРИ ВИКЛАДАННІ ВИЩОЇ АЛГЕБРИ

У статті проведено аналіз і викладено основні засади використання аналогії у практиці навчання, зокрема у викладанні вищої алгебри. Обґрунтовано методичні особливості аналогії у навчанні математики як засобу активізації навчальної діяльності здобувачів освіти. Розкрито особливості застосування аналогії у процесі навчання як важливого компонента творчого мислення студентів, які базуються на принципах поступовості й послідовності, інтегрованості, цілісності та відкритості. За допомогою аналогії пізнавальна діяльність здобувачів освіти на основі встановлення подібності між об'єктами спрямовується на реалізацію певних дидактичних цілей – набуття нової навчальної інформації; конкретизацію, усвідомлення матеріалу, що вивчається; закріплення, запам'ятовування, узагальнення та систематизацію набутих знань. Умовиводи за аналогією є одними з основних при виникненні навчальних гіпотез, при встановленні нових закономірностей, способів введення понять, доведення тверджень і теорем, розв'язування математичних задач. Наведено приклади використання аналогії при викладанні лінійної алгебри, алгебри та теорії чисел. Зокрема, за аналогією з дво- та тривимірними векторами розглядається поняття n -вимірного вектора; матриці як узагальнення поняття числа та їх властивості; виконання операцій над числами, записаними в різних позиційних системах числення; властивості порівнянь, що тісно пов'язані з властивостями рівностей; подільність цілих чисел і многочленів; означення старшого члена многочлена від однієї і декількох змінних; означення найбільшого спільного дільника чисел і многочленів; означення звідних і незвідних многочленів та теореми про подання многочлена ненульового степеня у вигляді добутку незвідних многочленів як аналог основної теореми арифметики. Наведено приклад історичного характеру, коли умовиводи, зроблені за аналогією, не дають очікуваного результату. Проілюстровано цінність аналогії як евристичного методу та обґрунтовано необхідність використання методу аналогії у навчанні математики для формування у студентів умінь переносу знань від відомого об'єкта до невідомого.

Ключові слова: методика навчання математики, викладання вищої алгебри, методи та прийоми навчальної діяльності, прийоми розумової діяльності, пошуково-дослідницька діяльність, проблемне навчання, аналогія.

Постановка проблеми. Останнім часом велика увага приділяється дослідженню таких методів навчання, які сприяють активізації пізнавальної діяльності здобувачів освіти, зокрема при викладанні вищої математики. Значну роль у розв'язанні цього завдання відіграє проблемне навчання. Актуальним є управління пізнавальною діяльністю під час створення проблемної ситуації і розв'язання відповідної проблеми. Тут найбільш складною ланкою є, як відомо, вирішення проблеми. У процесі розв'язання навчальної проблеми здобувач освіти застосовує логічні операції, а найчастіше прийоми аналогії та порівняння.

Аналогія як метод наукових математичних досліджень і як метод пізнання займає значне місце у процесі вивчення математики. Відомий польський математик С. Банах писав: «Математик – це той, хто вміє знаходити аналогії між твердженнями; кращий математик той, хто встановлює аналогії доведень; сильніший математик той, хто зауважує аналогії теорій; але можна уявити собі й такого, хто між аналогіями бачить аналогії».

У статті аналізується важливість використання методу аналогії при висвітленні важливих питань з курсів вищої алгебри і теорії чисел та його значення для формування у студентів умінь переносу знань від відомого об'єкта до невідомого та глибокого розуміння матеріалу.

Аналіз актуальних досліджень. Для дослідження проблеми застосування методу аналогії у навчанні математики важливе значення мають роботи Д. Пойя. Учений стверджував, що навчання математики, як й інших предметів, є практично неможливим без використання індукції та аналогії. «Можливо, – пише він, – не існує відкриттів ні в елементарній, ні у вищій математиці, ні, навіть, в будь-якій іншій галузі, які могли б бути зроблені без цих операцій, особливо без аналогії» [5, с.39].

«Аналогією проймає все наше мислення; наша щоденна мова й тривіальні висновки, мова художніх творів і вищі наукові досягнення. Аналогія може бути різною. Люди часто застосовують туманні, двозначні, неповні або не цілком з'ясовані аналогії, але аналогія може досягнути математичної точності. Нам не слід нехтувати жодним видом аналогії; кожний з них може відіграти певну роль у пошуках розв'язання» [5, с.42–43]. Автор зауважує, що багато задач часто легше розв'язати, ніж одну, бо при розв'язанні серії типових задач, що пов'язані тісною аналогією, виникає принцип розв'язання. Підкреслюючи важливу роль аналогії у розв'язанні задач, Д. Пойя обґрунтував процес розв'язання задачі методом спеціально дібраних додаткових задач, точніше ланцюга еквівалентних задач. Хоча допоміжна задача не гарантує розв'язку основної, але частина її розв'язку може стати частиною розв'язку основної задачі, зробити основну задачу більш зрозумілою, оживити пам'ять, розширити сферу пошуку [5].

Розробник теорії методів проблемно-розвивального навчання в загальноосвітній і професійній школі М. І. Махмутов зазначає, що на першому етапі розв'язування навчальної проблеми «аналогія, перенесення відомих способів розв'язування в нову ситуацію, асоціативні зв'язки відіграють головну роль». Другий етап розв'язування проблеми, як пише М. І. Махмутов, починається з висунення гіпотези. Автор зауважує, що розвиток гіпотези, тобто логічний процес її висунення, обґрунтування і доведення може здійснюватися також шляхом аналогії. Аналогія, як правило, дає поштовх для висунення гіпотези. У побудові гіпотези актуалізуються всі наявні знання відносно даної проблеми.

А. П. Дмитрієв встановив можливість застосування на кожному з виділених М. І. Махмутовим етапів такого ефективного методу наукового пізнання, як аналогія. На його думку застосування аналогії виступає як необхідний етап у вирішенні поставленої проблеми. Для пояснення нового спочатку актуалізують знання, проводять аналіз відомого та невідомого. І на основі аналізу, за аналогією, роблять висновок.

У процесі формулювання проблеми може виникнути здогадка – основа евристичного її вирішення. Д. В. Вількеєв вважає, що основою для здогадок, висунення навчальних гіпотез може слугувати аналогія. Проте, він попереджує про можливість виникнення різних помилок. «Помилка першого роду – це коли встановлюються неправильні аналогії...» [3, с.35].

У загальних методиках викладання математики аналогія часто розглядалася як евристичний метод, який сприяє пошукам шляхів доведення теорем і розв'язування задач. Г. П. Бевз [2] радить користуватися аналогіями в навчанні для кращого усвідомлення навчального матеріалу, його узагальнення та систематизації, вироблення навичок творчого розв'язування задач. Автор наголошує на евристичній функції методу аналогії. З цього приводу він зазначає, що з її допомогою можна: а) підвести здобувачів освіти до відкриття нового твердження і допомогти сформулювати його; б) вказати на спосіб або метод доведення цього твердження; в) допомогти знайти шлях розв'язання задачі. Тим самим з допомогою аналогії можна полегшити процес навчання, здійснюючи перехід від відомого до невідомого, при цьому пов'язуючи матеріал ряду тем у певну змістовну єдність.

О. І. Скафа в евристичному навчанні математики важливе місце відводить аналогії. У монографії [6, с.47] подається евристичне правило-орієнтир цього прийому, яке складається із послідовності таких операцій:

- визначити мету дії;
- розглянути деякі властивості чи відношення об'єкта, який вивчається;
- згадати, чи не зустрічали раніше подібний предмет;
- якщо так, то згадати усі його властивості;
- порівняти властивості першого та другого предметів;
- якщо другий предмет має властивості, яких не було помічено у першому предметі, виявити їх наявність у предметі, який вивчається;
- зробити висновок згідно поставленої мети.

Мета статті – проілюструвати та обґрунтувати цінність методу аналогії при викладанні вищої алгебри.

Виклад основного матеріалу. Аналогію доцільно використовувати на різних етапах процесу навчання математики, зокрема у закладах вищої освіти.

За допомогою методу аналогії пізнавальна діяльність студентів на основі встановлення подібності між об'єктами спрямовується на реалізацію певних дидактичних цілей – набуття нової навчальної інформації; конкретизацію, усвідомлення матеріалу, що вивчається; закріплення, запам'ятовування, узагальнення та систематизацію набутих знань [7].

Застосування методу аналогії як засобу засвоєння знань студентами в умовах університету з різних дисциплін є однією з актуальних і недостатньо розроблених проблем, вирішення якої тісно пов'язане з подальшим удосконаленням процесу професійної підготовки випускників вищої школи в контексті сучасної особистісно орієнтованої парадигми освіти [7].

Розглянемо приклади використання аналогії у вищій алгебрі.

У шкільному курсі математики розглядається поняття вектора як напрямленого відрізка. Проте в математиці термін «вектор» вживається в більш широкому розумінні, а саме, як елемент деякого векторного простору. У курсі лінійної алгебри за аналогією з двовимірним, тривимірним векторами розглядається поняття n -вимірного числового вектора, а сукупність таких векторів із заданими операціями додавання векторів і множення на число – як арифметичний n -вимірний векторний простір.

Число можна розглядати як матрицю розмірності 1×1 , тому поняття матриці узагальнює поняття числа. І природно припустити, що властивості операцій над матрицями аналогічні операціям над числами, а саме: операції додавання матриць та множення їх на число асоціативні та комутативні. Асоціативна і операція множення матриць, проте вона не є комутативною. Аналогічні властивості мають і операції над лінійними операторами у n -вимірному векторному просторі, які повністю описуються квадратними матрицями n -го порядку.

У теорії чисел за аналогією з десятковою системою числення розглядаються двійкова, трійкова і т.д. системи числення. У десятковій системі використовується десять цифр, аналогічно у системі числення з основою g використовуються g цифр: $0, 1, 2, 3, \dots, g-1$. При виконанні арифметичних операцій над числами, записаними в

десятковій системі числення, користуються правилами додавання, віднімання і множення чисел «стовпцем», ділення – «кутом». Аналогічно за цими ж правилами виконують операції й над числами, записаними в будь-якій іншій позиційній системі числення.

При розгляді в курсі алгебри многочленів від однієї змінної, старший член означають як відмінний від нуля член многочлена, степінь якого більший за степінь усіх інших відмінних від нуля членів цього многочлена. Очевидно, що він єдиний. Аналогічне означення можна дати і для старшого члена многочлена від кількох змінних, вважаючи степенем члена $A x_1^{k_1} x_2^{k_2} \dots x_n^{k_n}$ суму $k_1 + k_2 + \dots + k_n$, але тут многочлен може мати декілька різних старших членів, або ж взагалі всі, й тоді він називається однорідним. Крім того, для многочлена від однієї змінної існує два способи розташування його членів – за зростаючими або спадними степенями змінної. У випадку многочленів від багатьох змінних такого способу вже не існує, оскільки степені різних членів можуть збігатися. Тому для многочленів від кількох змінних використовують лексикографічний спосіб розташування членів, при цьому перший за порядком член многочлена при такому розміщенні називається вищим членом многочлена. Тобто для многочленів від кількох змінних розглядають поняття старшого і вищого членів, тоді як для многочленів від однієї змінної – лише старшого члена.

Широко використовується аналогія при розгляді таких питань, як подільність цілих чисел і многочленів. Якщо для цілих чисел a і b існує таке ціле число q , що $a = bq$, то кажуть, що a ділиться на b . Аналогічно дається означення подільності многочленів: многочлен $f(x)$ ділиться на многочлен $g(x)$, якщо існує многочлен $s(x)$ такий, що $f(x) = g(x)s(x)$. Аналогічними є і більшість властивостей подільності чисел і многочленів, наприклад такі: властивість транзитивності $f(x) : g(x) \wedge g(x) : h(x) \Rightarrow f(x) : h(x)$; якщо кожний з многочленів (або чисел) $f(x)$ і $g(x)$ ділиться на $h(x)$, то їхня сума і різниця ділиться на $h(x)$; якщо многочлени (числа) діляться один на одного, то вони відрізняються множителем, що є дільником одиниці (для чисел це 1 або -1 , для многочленів – відмінні від нуля константи). Аналогічно до теореми про ділення цілих чисел з остачею формулюється і відповідна теорема для многочленів з тією відмінністю, що вимога для чисел, щоб остача була меншою від модуля дільника, замінюється наступною: щоб степінь остачі був меншим від степеня дільника.

Означення найбільшого спільного дільника чисел можна дати по-різному: як найбільшого зі спільних дільників чисел або як спільного дільника, який ділиться на будь-який інший спільний дільник цих чисел. А вже означення найбільшого спільного дільника многочленів дають аналогічно до другого варіанту, тобто як спільного дільника многочленів, який ділиться на кожний інший спільний дільник цих многочленів, оскільки порівнювати многочлени не можна (лише їхні степені).

Аналогами простих і складених чисел у теорії чисел є незвідні і звідні многочлени у теорії многочленів. Фундаментальну роль у теорії подільності цілих чисел відіграє основна теорема арифметики, тобто теорема про можливість і єдиність розкладу довільного цілого числа (відмінного від 0, ± 1) у добуток простих множників. Аналогічне твердження справедливе і для многочленів: кожний многочлен ненульового степеня можна подати у вигляді добутку незвідних у заданому полі многочленів, причому єдиним способом з точністю до сталих множників і до порядку нумерації цих незвідних многочленів.

Розглянемо, як використовується аналогія в теорії порівнянь, яка має цілу низку арифметичних застосувань. Порівняння в математиці – це співвідношення між двома цілими числами a і b , яке означає, що різниця $a - b$ ділиться на задане натуральне число m (модуль порівняння) і записується у вигляді $a \equiv b \pmod{m}$. Зазначимо, що якщо $a - b$ ділиться на число m , то це можна записати у вигляді рівності $a - b = mq$. Тому порівняння мають багато властивостей, аналогічних властивостям рівностей, а саме: доданок можна переносити з протилежним знаком з однієї частини порівняння в іншу; обидві частини порівняння можна помножити на одне й те саме число та підносити до будь-

якого натурального степеня; порівняння з однаковим модулем можна почленно додавати, віднімати і перемножувати. Зручним способом розв'язування двочленних порівнянь n -го степеня за простим модулем є використання індексів, а поняття індексів у теорії порівнянь аналогічне поняттю логарифмів чисел. Аналогічні до властивостей логарифмів є властивості індексів, тому вони легко засвоюються студентами.

У процесі навчання аналогія відіграє двояку роль. В одних випадках вона допомагає краще усвідомлювати програмний матеріал і міцніше його запам'ятати; в інших випадках вона є причиною багатьох досить поширених помилок, які негативно впливають на знання учнів [2]. Так, найменше спільне кратне двох чисел дорівнює їхньому добутку, поділеному на їх найбільший спільний дільник, а для трьох чи більше чисел таке твердження вже неправильне, і студенти часто про це забувають.

Міркування за аналогією не є строгими, вони не мають «доказової сили». Іноді вони приводять до правильних висновків, навіть до відкриттів, а іноді – до хибних. Розглянемо приклад з історії розвитку числових систем, коли умовиводи, зроблені за аналогією, не дали очікуваного результату. У 1835 р. відомий ірландський математик Вільям Гамільтон опублікував працю «Теорія алгебраїчних пар», у якій побудував арифметичну модель комплексних чисел як пар дійсних чисел, для яких певним чином задані арифметичні операції. Геометрична інтерпретація комплексних чисел відкривала широкі можливості їх застосування. Успішність цієї моделі комплексних чисел як векторів на площині підштовхнула його до пошуків схожого представлення тривимірного простору. Протягом декількох років Гамільтон працював над узагальненням поняття комплексного числа і створенням, за аналогією, повноцінної системи «чисел» з трійок дійсних чисел, так званих триплетів, додавання яких, як і для комплексних чисел, мало бути покомпонентним. Проте тут виникла проблема із заданням операції множення триплетів, адже вимагалось, щоб для множення зберігалися властивості асоціативності, комутативності, дистрибутивності відносно додавання, а також, щоб добуток ненульових триплетів не дорівнював нулю. Але виявилось, що яким би способом не задавалося множення триплетів (пізніше було доведено, що такого способу не існує), завжди знаходились такі ненульові триплети, добуток яких дорівнював нулю. Однак у 1843 році Гамільтон все ж таки знайшов вихід: він відкрив кватерніони (вектори у чотиривимірному просторі), але тут довелось відмовитись від такої важливої властивості для них, як комутативність. Історичний внесок кватерніонів у розвиток математики був неоціненний. Відомий французький фізик і математик А. Пуанкаре писав: «Це була революція в арифметиці, подібна до тієї, яку здійснив Лобачевський у геометрії».

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Таким чином, наведені приклади свідчать про цінність аналогії як евристичного методу та ілюструють можливості використання методу аналогії у навчанні математики для формування у студентів умінь переносу знань від відомого об'єкта до невідомого. Сформованість у студентів вміння застосовувати аналогію слугує чудовим підґрунтям для глибокого розуміння матеріалу та виробленням навичок розв'язування задач.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCE

1. Алексюк, А. М. (1980). Методи навчання і методи учіння. Київ : Знання. (Aleksyuk, A. M. (1980). Learning methods and learning methods. Kyiv: Znannia).
2. Бевз, Г. П. (1989). Методика викладання математики: Навчальний посібник. Київ : Вища школа. (Beves, H. P. (1989). Methods of teaching mathematics: Study guide. Kyiv: Vyshcha shkola).
3. Бондар, С. П. (1975). Дидактичні основи застосування аналогії на уроці (на матеріалі предметів природничо-математичного циклу) (дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01). Київ. (Bondar, S P. Didactic basis of using analogy in the lesson (on the material of the subjects of the science and mathematics cycle) (PhD thesis). Kyiv).

4. Бурда, М. І. (1994). Методичні основи диференційованого формування геометричних умінь учнів основної школи (автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02). Київ. (Burda, M. I. (1994). Methodological basis of differentiated formation of geometric skills of elementary school students (DSc thesis abstract). Kyiv).
5. 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).
6. Скафа, О. (2004). Методичні вимоги щодо організації евристичного навчання математики. Рідна школа, 1, 32–35. (Skafa, O. (2004). Methodological requirements for the organization of heuristic teaching of mathematics. Native school, 1, 32–35).
7. Метод аналогії як засіб поглиблення фундаментальної математичної підготовки студентів технічних університетів. Режим доступу: http://dspace.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/15318/1/Kolomiets_Klochko.pdf. (The method of analogy as a means of deepening the fundamental mathematical training of students of technical universities. Retrieved from: http://dspace.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/15318/1/Kolomiets_Klochko.pdf).

Hordiienko I. V., Komarnytska L. I. Using the analogy in teaching Higher Algebra.

In the article the basic principles of using the analogy in teaching practice, in particular, in teaching Higher Algebra are analyzed and considered. The methodical features of analogy in teaching Mathematics as a means of activating the educational activity of students are substantiated. The peculiarities of using the analogy in the learning process as an important component of students' creative thinking, which are based on the principles of gradualness and consistency, integration, integrity and openness, are revealed. With the help of analogy, the cognitive activity of students based on the establishment of similarities between objects is directed to the realization of certain didactic goals – the acquisition of new educational information; specification, awareness of the material being studied; consolidation, memorization, generalization and systematization of acquired knowledge. Conclusions by the analogy are one of the main ones in the emergence of educational hypotheses, in the establishment of new regularities, ways of introducing concepts, proving statements and theorems, solving mathematical problems. The examples of the using of analogy in teaching Linear Algebra, Algebra and Number Theory are given. In particular, by analogy with two- and three-dimensional vectors, the concept of an n -dimensional vector is considered; matrices as a generalization of the concept of numbers and their properties; performing operations on numbers written in different positional counting systems; properties of comparisons, which are closely related to the properties of equalities; divisibility of integers and polynomials; definition of the senior term of a polynomial of one and several variables; definition of the greatest common divisor of numbers and polynomials; definitions of reducible and irreducible polynomials and the theorem on the presentation of a polynomial of non-zero degree in the form of a product of irreducible polynomials as an analogue of the main theorem of Arithmetic. The example of a historical nature when conclusions made by analogy do not give the expected result is given. The value of analogy as the heuristic method is illustrated and the necessity of using the method of analogy in teaching Mathematics for the formation of students' ability to transfer knowledge from a known object to an unknown one is substantiated.

Key words: *Teaching Methods of Mathematics, higher Algebra teaching, methods and techniques of educational activity, techniques of mental activity, search and research activity, problem-based learning, analogy.*

УДК 378.016:514.7-047.37(045)
DOI 10.5281/zenodo.12162395

О. Г. Демченко
О. М. Коломієць
ORCID ID 0000-0003-4008-3990
Черкаський національний університет
імені Богдана Хмельницького

ОДНЕ ГЕОМЕТРИЧНЕ МІСЦЕ ТОЧОК, ЯКЕ ПОВ'ЯЗАНЕ З ОПЕРАЦІЯМИ НАД ВІДСТАННЯМИ

Одним із завдань диференціальної геометрії є вивчення кривих, особливо тих, визначення яких пов'язані з діями над відстанями. У загальному вигляді задачу дослідження таких геометричних місць точок можна сформулювати так: дослідити геометричне місце точок M деякого метричного простору, для яких результат виконання заданої операції над відстанями до кількох підмножин цього простору є заданою функцією від точки M . У статті розглядається двовимірний евклідов простір і дві точки як його підмножини, операція над відстанями є операцією множення, функція точки є сталою величиною. Метою статті є розгляд методу дослідження геометричного місця точок на площині з постійним добутком відстаней до двох нерухомих точок (овалів Кассіні).

Потужним методом вивчення геометричних місць точок є метод координат (складають рівняння шуканого геометричного місця точок, за допомогою рівняння проводиться дослідження). У статті продемонстровано такий підхід до дослідження овалів Кассіні: знайдено різні форми рівняння кривої, опорні елементи кривої (точки перетину з осями, точки екстремуму і точки перегину в залежності від параметрів, що входять у рівняння кривої). Важливим і доцільним у дослідженні кривих є вивчення поведінки кривої в околі окремих точок. Ми пропонуємо досліджувати поведінку овалів Кассіні поблизу деякої точки шляхом розкладу правої частини рівняння кривої у ряд.

Під час дослідження встановлено, що: 1) поблизу точки, досліджувана крива наближена до гіперболи; 2) поблизу точки досліджувана крива наближається до еліпса; 3) поблизу точки максимуму досліджувана крива близька до лінії, заданої рівнянням 4) поблизу $x = 0$, лемніската Бернуллі при, близько до кривої. Цей метод дослідження кривих доцільно використовувати при дослідженні інших кривих.

Запропонована у роботі методика дослідження геометричного місця точок площини, для яких є сталими добутком відстаней до двох заданих точок (овали Касіні), дозволить вивчати геометричні місця точок, які пов'язані з операціями над відстанями.

Описану методика дослідження доцільно використовувати під час вивчення геометричних місць точок площини, зокрема тих, які пов'язані з операціями над відстанями. Для дослідження кривих варто знаходити опорні елементи кривої та вивчати будову кривої в околі тієї чи іншої точки. Відкритими є питання дослідження геометричних місць точок площини, для яких є сталими відповідно сума, добутком відстаней до трьох заданих точок тощо.

Ключові слова: освітній процес з геометрії, рівняння, диференціальна геометрія, навчання студентів, геометричне місце точок, алгебраїчна крива, властивості кривої, овали Касіні.

Постановка проблеми. Однією з задач диференціальної геометрії є дослідження кривих, зокрема тих, визначення яких пов'язані з операціями над відстанями. Еліпс, гіпербола, лемніската Бернуллі, овали Касіні, коло Аполлонія визначаються як геометричні місця точок, для яких є сталими відповідно сума, різниця, добутком і відношення відстаней до двох заданих точок. Еліпс, гіпербола і парабола вивчені достатньо повно як з точки зору загальної теорії кривих другого порядку так і нарізно [1; 9]. Закономірно виникає потреба

вивчення інших геометричних місць точок, які пов'язані з операціями над відстанями. У загальному вигляді проблему вивчення геометричних місць точок, які пов'язані з операціями над відстанями, можна сформулювати так: дослідити геометричне місце точок M деякого метричного простору, для яких результатом виконання заданої операції над відстанями до кількох підмножин цього простору є задана функція від точки M . У статті розглядаються двовимірний евклідів простір і дві точки в якості його підмножин, операція над відстанями – операція множення, функція точки – стала величина.

Аналіз актуальних досліджень. У роботах [2; 3; 4; 5; 7; 8] досліджено окремі геометричні місця точок площини, які пов'язані з операціями над відстанями.

Мета статті – розглянути методику дослідження геометричного місця точок площини зі сталим добутком відстаней до двох фіксованих точок.

Виклад основного матеріалу. Геометричним місцем точок M площини, добуток відстаней яких до двох заданих точок F_1 і F_2 є величина стала, є лінії, які мають назву овали Касінні [10]. Оскільки методики дослідження кривих передбачають наявність їх рівнянь [1; 2; 3; 9], то для досягнення мети спочатку знаходять рівняння шуканого геометричного місця точок, і за його допомогою проводять дослідження.

Для виведення рівняння овалів Касінні систему координат обирають у такий спосіб: вісь абсцис – вздовж прямої F_1F_2 , вісь ординат – серединний перпендикуляр до прямої F_1F_2 . Нехай $M(x; y)$, $F_1(-c; 0)$, $F_2(c; 0)$. Тоді $MF_1 = \sqrt{(x+a)^2 + y^2}$; $MF_2 = \sqrt{(x-a)^2 + y^2}$. Якщо добуток відстаней позначити як b^2 , то маємо аналітичне задання овалів Касінні $\sqrt{(x+a)^2 + y^2}\sqrt{(x-a)^2 + y^2} = b^2$ або $((x+a)^2 + y^2)((x-a)^2 + y^2) = b^4$.

Після перетворень це рівняння набуває вигляду:

$$(x^2 + y^2)^2 - 2a^2(x^2 - y^2) + a^4 - b^4 = 0.$$

Отже, овали Касінні задаються алгебраїчним рівнянням четвертого порядку. Під час дослідження геометричних місць точок варто подавати рівняння відповідної кривої у різних формах. Для овалів Касінні перегрупуємо доданки в останньому рівнянні та розкриємо дужки:

$$y^4 + 2y^2(x^2 + a^2) + (x^2 - a^2)^2 - b^4 = 0.$$

Отримане рівняння можна розв'язати відносно y^2 :

$$y^2 = -a^2 - x^2 + \sqrt{b^4 + 4x^2a^2} \text{ або } y^2 + x^2 + a^2 = \sqrt{b^4 + 4x^2a^2}.$$

Підставивши $x = \rho \cos \varphi$, $y = \rho \sin \varphi$ у рівняння $(x^2 + y^2)^2 - 2a^2(x^2 - y^2) + a^4 - b^4 = 0$, отримаємо полярне рівняння овалів Касінні:

$$\rho^4 - 2\rho^2 a^2 \cos 2\varphi + a^4 - b^4 = 0.$$

Для вивчення властивостей кривої та її побудови варто знаходити опорні елементи кривої [6]: точки перетину з осями координат, точки екстремуму, точки перегину, особливі точки тощо. На нашу думку важливим етапом у дослідженні є з'ясування характеру поведінки кривої в околі окремих точок, зокрема в точках перетину з осями координат, в точках екстремуму тощо. Оскільки рівняння містить тільки парні степені x і y , то овали Касінні симетричні відносно координатних осей і під час їх дослідження обмежимося випадком невід'ємних координат точок M .

1. Точки перетину з осями координат.

Якщо $x = 0$, то $y = \sqrt{b^2 - a^2}$ за умови $b \geq a$. Маємо $(0; \sqrt{b^2 - a^2})$.

Якщо $y = 0$, то $x_1 = \sqrt{a^2 - b^2}$ за умови $a \geq b$, та $x_2 = \sqrt{b^2 + a^2}$.

2. Точки екстремуму.

$$y' = -\frac{x(x^2 + y^2 - a^2)}{y(x^2 + y^2 + a^2)}.$$

Якщо $y'=0$, то $x = 0$ або $x^2 + y^2 = a^2$.

Якщо $x = 0$, маємо точки $(0; \sqrt{b^2 - a^2})$ за умови $b > a$.

Якщо $x^2 + y^2 = a^2$, то $x^2 = a^2 - y^2$ підставимо в рівняння $(x^2 + y^2)^2 - 2a^2(x^2 - y^2) + a^4 - b^4 = 0$, маємо $y = \frac{b^2}{2a}$. Оскільки при переході із внутрішньої частини кола на зовнішню похідна змінює знак з плюса на мінус, то маємо точку максимуму. Отже, $y_{max} = \frac{b^2}{2a}$, $x_{max}^2 = a^2 - y_{max}^2$, а отже, для точки кола маємо $\rho = a$, $\sin \varphi = \frac{y_{max}}{a}$. Тоді $\sin \varphi = \frac{b^2}{2a^2} \leq 1$.

Якщо $b \leq a\sqrt{2}$, то на колі $\rho = a$ маємо $y_{max} = \frac{b^2}{2a}$.

Якщо $b > a$, то на колі $\rho = a$ маємо $y_{max} = \sqrt{b^2 - a^2}$.

Якщо $b = a$ (лемніската Бернуллі), то $y_{max} = \frac{1}{2}$, тоді $\sin \varphi = \frac{1}{2}$, $\varphi = 30^\circ$.

3. Точки перегину.

Точки перегину знаходимо з рівняння $1 + (y')^2 + y'' = \frac{2a^2b^4}{(\rho^2+a^2)^3}$. Оскільки $y'' = 0$, то $1 + (y')^2 = \frac{2a^2b^4}{(\rho^2+a^2)^3}$. З іншого боку, враховуючи, що $y' = -\frac{x(x^2+y^2-a^2)}{y(x^2+y^2+a^2)}$, отримуємо:

$$1 + (y')^2 = 1 + \frac{(\rho^2-a^2)^2}{(\rho^2+a^2)^2} = \frac{(\rho^4+a^4)(1 + (\cot \varphi)^2) - 2\rho^2a^2((\cot \varphi)^2 - 1)}{(\rho^2+a^2)^2(\sin \varphi)^2}$$
 Прирівнявши праві частини отриманих рівностей, отримуємо $\frac{2a^2b^4}{(\rho^2+a^2)^3} = \frac{b^4}{(\rho^2+a^2)^2(\sin \varphi)^2}$ або в полярних координатах $\rho^2 = -a^2 \cos 2\varphi$. Отже, точки перегину овалів Касінні лежать на лемніскаці Бернуллі. Точки перегину $\rho = \sqrt[4]{\frac{b^4-a^4}{3}}$ існують за умови, що $b > a$ і $|\cos 2\varphi| = \frac{\rho^2}{a^2} \leq 1$. З останньої нерівності і формули для ρ , маємо $\rho \leq a\sqrt{2}$. Отже, точки перегину існують, якщо $a < b \leq a\sqrt{2}$. В інших випадках маємо криві без точок перегину.

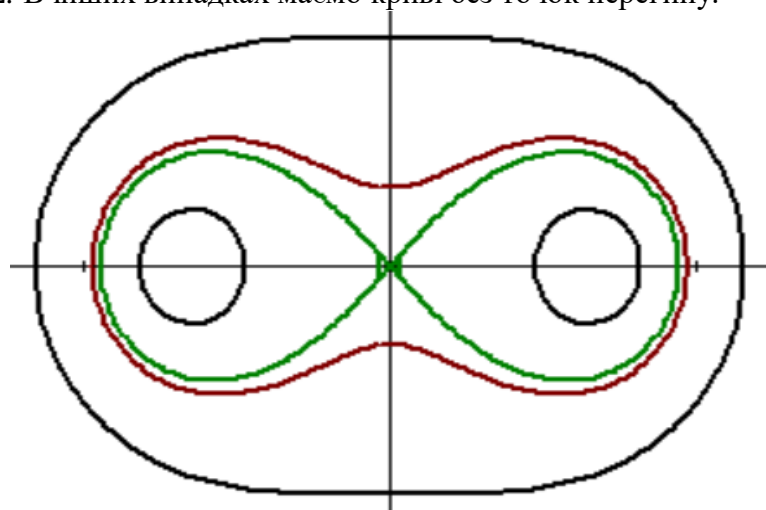


Рис. 1.

На рисунку 1 зображено види овалів Касінні в залежності від значень параметрів a і b .

4. Характер поведінки кривої в околі окремих точок.

Ми пропонуємо досліджувати поведінку овалів Касінні поблизу точки $x = c$ шляхом розкладу правої частини рівності $y^2 = -a^2 - x^2 + \sqrt{b^4 + 4x^2a^2}$ у ряд за степенями $(x^2 - c^2)$:

$$y^2 = -a^2 - c^2 + \sqrt{b^4 + 4c^2a^2} + \left(\frac{2a^2}{\sqrt{b^4+4c^2a^2}} - 1\right)(x^2 - c^2) + \dots$$

При дослідженні установлено, що поблизу точки $c = \sqrt{a^2 + b^2}$ досліджувана крива близька до еліпса $\frac{x^2}{c^2} + \frac{y^2}{\frac{c^2 b^2}{c^2 + a^2}} = 1$ (рис. 2).

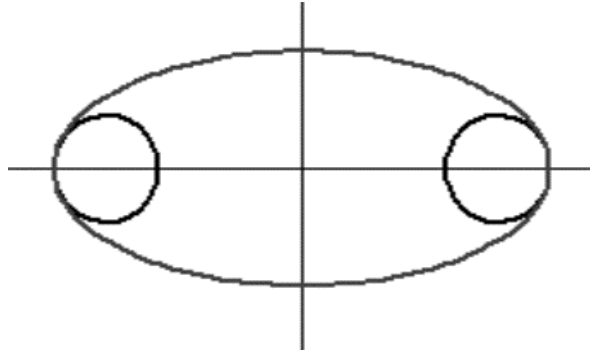


Рис. 2.

Для еліпса квадрат координат фокусів є середнім гармонічним чисел a^2 і c^2 , тобто $x_F^2 = \frac{2c^2 a^2}{c^2 + a^2}$.

В околі точки $c = \sqrt{a^2 - b^2}$ досліджувана крива близька до гіперболи

$$\frac{x^2}{c^2} - \frac{y^2}{\frac{c^2 b^2}{c^2 + a^2}} = 1 \text{ (рис. 3).}$$

У гіперболи квадрат координат фокусів є середнім гармонічним чисел a^2 і c^2 тобто $x_F^2 = \frac{2c^2 a^2}{c^2 + a^2}$.

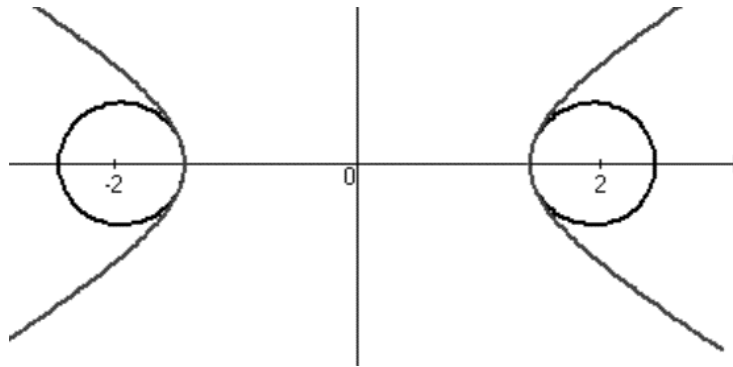


Рис. 3

Доцільно розглянути будову кривої в околі точок екстремуму. Поблизу точки максимуму $x_{max}^2 = a^2 - y_{max}^2$, $y_{max} = \frac{b^2}{2a}$ досліджувана крива близька до лінії, яка задається рівнянням $y = \frac{b^2}{2a} \left(1 - \frac{(x^2 - c^2)^2}{2b^4} \right) \Rightarrow y_{max} \cdot \left(1 - \frac{(x^2 - x_{max}^2)^2}{2b^4} \right)$. Якщо $a = 1$, $b = \sqrt{2}$, то $y = 1 - \frac{x^2}{8}$ (рис. 4). Ця крива близька до овалів Касінні не тільки поблизу $x = 0$, а й на відрізку $[0; \sqrt{3}]$.

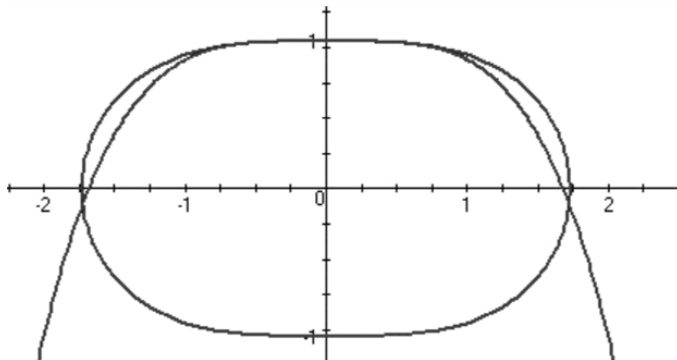


Рис. 4

Для лемніскати Бернуллі варто розглянути характер кривої у околі особливої точки $(0; 0)$. Поблизу $x = 0$ при $a = 1$, $b = 1$, лемніската Бернуллі близька до кривої $y = x - x^3$ (рис. 5).

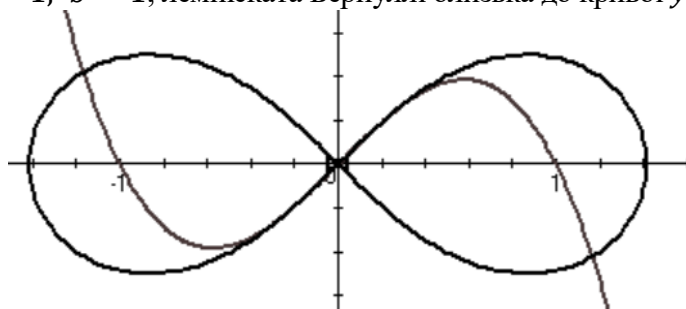


Рис. 5

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Описану методику дослідження доцільно використовувати під час вивчення геометричних місць точок площини, зокрема тих, які пов'язані з операціями над відстанями. Для дослідження кривих варто знаходити опорні елементи кривої та вивчати будову кривої в околі тієї чи іншої точки. Відкритими є питання дослідження геометричних місць точок площини, для яких є сталими відповідно сума, добуток відстаней до трьох заданих точок тощо.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Борисенко, О. А., Ушакова, Л. М. (1993). Аналітична геометрія. Навчальний посібник для університетів. Харків : Видавництво «Основа» при ХДУ. (Borysenko, O. A., Ushakova, L. M. (1993). Analytical geometry. Kharkiv : «Osnova» publishing house at KhSU).
2. Демченко, О. Г. (2012). Геометричне місце точок, рівновіддалених від двох кіл. Вісник Черкаського університету: Серія «Педагогічні науки», 8, 28–32 (Demchenko O. (2012). The locus of points equidistant from two circles. Cherkasy University Bulletin: «Pedagogical Sciences» Series, 8, 28–32).
3. Демченко, О. Г., Пастушенко, В. П. (2014). Деякі задачі на знаходження геометричного місця точок, рівновіддалених від заданої точки і лінії. Вісник Черкаського університету. Серія «Педагогічні науки», 26, 79–85. (Demchenko, O., Pastushenko, V. (2014). Some problems for finding the geometric locus of points equidistant from a given point and line. Cherkasy University Bulletin: «Pedagogical Sciences» Series, 26, 79–85).
4. Демченко, О. Г. (2008). Деякі геометричні місця точок, пов'язані з поняттям відстані від точки до множини. Дидактика математики: проблеми і дослідження : міжнародний збірник наукових праць, 29, 100–104. (Demchenko, O. (2008). Some geometric locus of points related to the concept of distance from a point to a set. Didactics of mathematics: problems and research : International Collection of Science Working, 29, 100–104).
5. Демченко, О. Г., Коломієць, О. М. (2011). Геометричне місце точок, рівновіддалених від параболи і прямої. Режим доступу: http://dm.inf.ua/_35/83-86.pdf. (Demchenko, O., Kolomiets, O. (2011). The geometric locus of points equidistant from a parabola and a straight line. Retrieved from: http://dm.inf.ua/_35/83-86.pdf).
6. Кованцов, М. І. (1973). Диференціальна геометрія. Київ : Вища школа (Kovantsov, M. I. (1973). Differential geometry. Kyiv : Vyshcha shkola).
7. Коломієць, О. М., Бринько, О. І. (2019). Формування дослідницьких умінь у студентів ЗВО під час навчання диференціальної геометрії (теорії кривих). Вісник Черкаського університету : Серія «Педагогічні науки», 4, 72 –76. (Kolomiets, O., Brynko, O. (2019). The formation of research skills in students of higher education institutions during the study of differential geometry. Cherkasy University Bulletin: «Pedagogical Sciences» Series, 4, 72–76).
8. Тютюн, Л. А., Тимчишена, І. А. (2018). Чудові властивості та застосування лемніскати Бернуллі. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/pmovc/pmovc/paper/viewFile/5619/4755/> (Tyutyun, L. A., Tymchyshena, I. A. (2018). Wonderful properties and

applications of Bernoulli's lemniscate. Retrieved from: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/pmouv/pmouv/paper/viewFile/5619/4755/>).

9. Яковець, В. П., Боровик, В. Н., Ваврикович, Л. В. (2004). Аналітична геометрія : навчальний посібник. Суми : ВТД Університетська книга. (Yakovets, V., Borovyk, V., Vavrykovich, L. (2004). Analytical geometry. Sumy: VTD Universytetska knyha).
10. Овали Каінні. Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B2%D0%B0%D0%BB_%D0%9A%D0%B0%D1%81%D1%81%D1%96%D0%BD%D1%96. (Cassini oval. Retrieved from: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B2%D0%B0%D0%BB_%D0%9A%D0%B0%D1%81%D1%81%D1%96%D0%BD%D1%96).

Demchenko O., Kolomiets O. One geometric locus of points associated with operations on distances.

One of the tasks of differential geometry is the study of curves, particularly those whose definitions are related to operations on distances. In a general form, the problem of studying such loci of points can be formulated as follows: to study the geometric location of points M of some metric space, for which the result of performing a given operation on the distances to several subsets of this space is a given function from the point M. The article considers the two-dimensional Euclidean space and two points as its subsets, the operation on distances is a multiplication operation, the function of a point is a constant value. The purpose of the article is to consider the method of researching the locus of points on a plane with a constant product of distances to two fixed points (Cassini ovals).

A powerful method of studying the loci of points is the method of coordinates (form the equation of the desired locus of the points; the study is performed using the equation). The article demonstrates the following approach to the study of Cassini ovals: different forms of the equation of the curve, reference elements of the curve (the number of intersection points with axes, extremum points and inflection points depending on the parameters included in the equation of the curve and their coordinates) are found. To study the behaviour of the curve around individual points is important and expedient in the study of curves. We propose to study the behaviour of Cassini ovals near the point $x = c$ by expanding the right-hand side of the equality $y^2 = -a^2 - x^2 + \sqrt{b^4 + 4x^2a^2}$ into a power series $(x^2 - c^2)$.

During the study, it was established that: 1) near the point $c = \sqrt{a^2 - b^2}$, the investigated curve is close to the hyperbola $\frac{x^2}{c^2} - \frac{y^2}{\frac{c^2b^2}{c^2+a^2}} = 1$; 2) near the point $c = \sqrt{a^2 + b^2}$ the studied curve is close to the ellipse $\frac{x^2}{c^2} + \frac{y^2}{\frac{c^2b^2}{c^2+a^2}} = 1$; 3) near the maximum point, the studied curve is close to the line given by the equation $y = \frac{b^2}{2a} \left(1 - \frac{(x^2 - c^2)^2}{2b^4} \right)$; 4) near $x = 0$, Bernoulli's lemniscate at $a = 1, b = 1$, close to the curve $y = x - x^3$. It is advisable to use this method of researching curves when studying other curves.

Key words: educational process in geometry, equations, differential geometry, student learning, locus of points, algebraic curve, curve properties, Cassini ovals.

УДК 372.851: 371.3
DOI 10.5281/zenodo.12190541

О. О. Одіцова
ORCID ID 0000-0002-9948-3801
Сумський державний педагогічний
університет імені А.С.Макаренка

С. В. Красуцька
Роменська загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів №7
Роменської міської ради Сумської області

**ДО ПИТАННЯ ВИЯВЛЕННЯ ПРОБЛЕМ ПРИ НАВЧАННІ
ДЕЯКИМ ТЕОРЕМАМ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ГЕОМЕТРІЇ
ПОГЛИБЛЕНОГО РІВНЯ ТА ШЛЯХІВ ЇХ ПОДОЛАННЯ
(Частина перша: проблеми)**

У 2008 році відбулися зміни у шкільній програмі з математики поглибленого рівня вивчення, зокрема поява в курсі геометрії питань, пов'язаних із зовнішнім колом та його властивостями, теоремами Чеви, Менелая, Ейлера тощо. Але на жаль ще й досі цей матеріал намагаються оминати вчителі при вивченні відповідних тем і, як наслідок, – геометричні задачі на математичних олімпіадах, конкурсах залишаються поза увагою переважної більшості учасників. Тому цікавою є думка вчителів, що навчають геометрії на поглибленому рівні в основній школі, стосовно проблем, які виникають у них при підготовці, розгляді та контролю знань із заявлених питань, а також пошук можливих шляхів для усунення чинного стану.

Відповідно до заявленого було проведено опитування серед частини вчителів закладів загальної середньої освіти Сумської області, які навчають геометрії на поглибленому рівні в основній школі, стосовно використання теорем Чеви та Менелая. Опитування було розроблено для двох груп вчителів: окремо для тих вчителів, що не навчають зазначеним іменним теоремам (перша група) та окремо для тих вчителів, що навчають учнів зазначеному матеріалу (друга група).

Аналіз відповідей опитаних вчителів з першої групи виявив, що головними причинами того, чому вчителі не пропонують учням розглядати теореми Чеви та Менелая є: важкість розуміння матеріалу учнями – 60%; обмаль часу під час уроків – 53,3%; складність теоретичного матеріалу – 46,7%. Для другої групи розподіл відповідей на аналогічне питання був наступним: найважчим для 86% опитаних було створення методично виваженої системи задач для закріплення (через відсутність потрібних завдань із точки зору вчителя у підручнику); далі для 57% опитаних іде складність теоретичного матеріалу; і на третьому місці для 43% – важкість розуміння матеріалу учнями. Тобто для вчителів після самотужки створеної системи задач та її застосування проблема нерозуміння матеріалу учнями (з точки зору вчителя) стає децю слабшою.

В опитуванні пропонувалися питання про доцільність використання зазначених теорем під час проведення уроків, з'ясування причин нерозуміння матеріалу учнями, застосування допоміжних джерел для створення системи завдань тощо.

Респондентам першої групи також було запропоновано висловити побажання щодо створення можливості навчати учнів теоремам Чеви та Менелая. Вони зазначили, що було б добре мати: можливість скористатися готовою системою задач для закріплення, у тому числі з розв'язками – 80%; наявність готових завдань для контролю знань (у тому числі і теоретичного) – 60%; допомога у опрацюванні теоретичного матеріалу – 27%.

Отже, підсумовуючи результати анкетування, можна стверджувати, що головною проблемою при навчанні учнів матеріалу, пов'язаного з теоремами Чеви та Менелая є обмаль часу у вчителів для створення методично виваженої системи задач, зокрема і для контролю знань. Тобто, не дивлячись на присутність даного матеріалу в

підручниках, система задач, що наявна там, не задовольняє потреб вчителів у цьому питанні. Крім того, слабо розвинена просторова уява сучасних учнів та упереджене ставлення їх до геометрії стають серйозними перешкодами на шляху опанування матеріалу та застосування його у майбутньому.

Ключові слова: навчання геометрії, класи з поглибленим рівнем вивчення математики, теорема Чеви, теорема Менелая.

Постановка проблеми. Прагнення авторів програм з математики долучити якомога ширше коло учнів до геометричного матеріалу, який дозволив би розв'язувати задачі на різних математичних змаганнях, призвів до появи в шкільному курсі геометрії поглибленого рівня вивчення (з 2008 р.) [1] наступних питань, пов'язаних з геометрією трикутника: зовнівписане коло та його властивості, теореми Чеви, Менелая, Ейлера тощо. Але на жаль ще й досі ці питання намагаються оминати вчителі при вивченні відповідних тем і, як наслідок, – геометричні задачі на математичних олімпіадах, конкурсах залишаються поза увагою переважної більшості учасників. Тому цікавою є думка вчителів, що навчають геометрії на поглибленому рівні в основній школі, стосовно проблем, які виникають у них при підготовці, розгляді та контролю знань із заявлених питань, а також пошук можливих шляхів для усунення чинного стану.

Аналіз актуальних досліджень. Питанню розв'язування геометричних задач із використанням «некласичних» (для шкільного курсу) фактів з геометрії трикутника присвячено доволі велике число робіт: Кушніра І., Ясинського В., Жидкова С., Кадубовського О., Кобко Л., Кукуша О. та багатьох інших. Але проблемам, які виникають у вчителів при навчанні цим фактам, на жаль, раніше не розглядалися, як і пропозиції щодо їх усунення.

Мета статті. Розкриття проблем, які виникають у вчителів при навчанні геометричного матеріалу, пов'язаного з теоремами Чеви та Менелая, на основі аналізу спеціально проведеного анкетування та створення пропозицій щодо шляхів виходу із ситуації, що склалася.

Виклад основного матеріалу. Аналіз статистики розв'язування завдань з геометрії на III (обласному) етапі Всеукраїнської олімпіади з математики, зокрема тих, де потрібно застосовувати теореми Чеви та Менелая, за останні 15 років в Сумській області є невтішним: найчастіше учасники зупиняються лише на побудові рисунка, не переходячи до розв'язання.

Щоби з'ясувати причини зазначеного стану було проведено опитування серед частини вчителів закладів загальної середньої освіти Сумської області, які навчають геометрії на поглибленому рівні в основній школі стосовно використання теорем Чеви та Менелая в своїй педагогічній діяльності. Опитування проводилося у другій половині 2023 року за допомогою анонімного онлайн-анкетування через Google Forms та було розроблено для двох груп вчителів:

- окремо для тих вчителів, що не навчають зазначеним іменним теоремам (перша група),
- окремо для тих вчителів, що навчають учнів зазначеному матеріалу (друга група). Участь в опитуванні взяли 28 осіб, співвідношення кількості респондентів першої групи до респондентів другої становить 2 : 1. Невелике число опитуваних пов'язане з невеликою кількістю 8-9 класів в Сумській області, що вивчають геометрію на поглибленому рівні.

Аналізуючи відповіді опитаних вчителів з першої групи, виявилось, що головними причинами того, чому вчителі не пропонують учням розглядати теореми Чеви та Менелая є:

- важкість розуміння матеріалу учнями – 60%;
- обмаль часу під час уроків – 53,3%;
- складність теоретичного матеріалу (незрозумілість формулювання теорем, складність їх доведень) – 46,7%;
- рідкість використання матеріалу в регулярному курсі геометрії – 46,7%.

- важкість створення методично виваженої системи задач для закріплення (через відсутність потрібних з точки зору вчителя задач у підручнику) – 33,3%.
Розподіл відповідей наведено на рис.1.

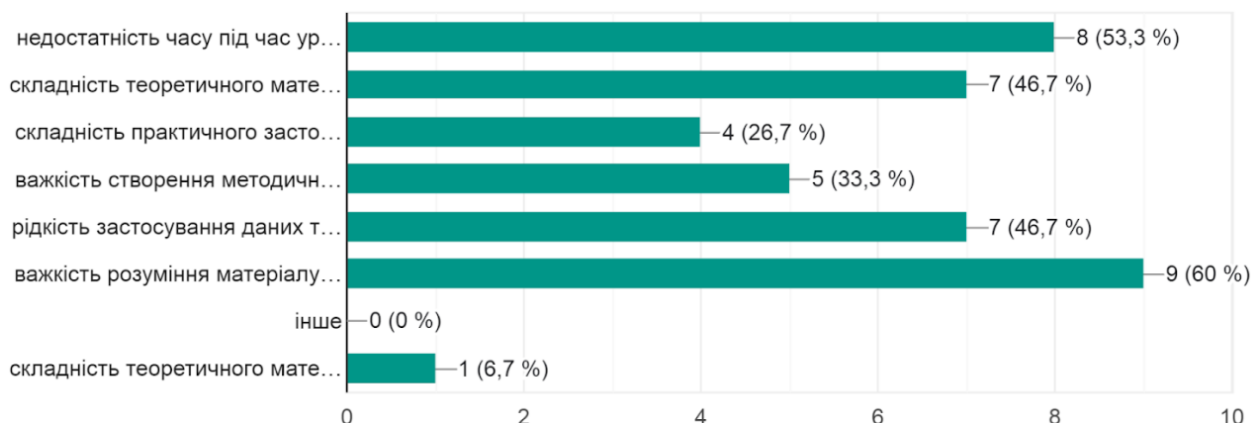


Рис. 1. Розподіл відповідей на питання про причини оминання теорем Чеви та Менелая для першої групи вчителів

Усі ці моменти призвели до того, що 46,7% респондентів першої групи вважають, що матеріал, пов'язаний із теоремами Чеви та Менелая, є зайвим у курсі геометрії поглибленого рівня основної школи. Така ж сама кількість респондентів вагається щодо цього питання (рис.2).

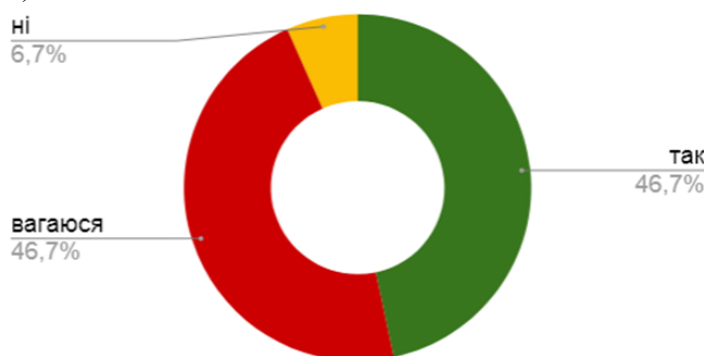


Рис. 2. Розподіл відповідей на питання про зайвність теорем Чеви та Менелая серед обов'язкового матеріалу в першій групі вчителів

Відповідно переважна більшість вчителів першої групи (60%) погоджуються з думкою, що зазначений матеріал варто розглядати лише під час позакласної роботи з предмету, а 26,7% вагаються у цьому питанні (рис.3).

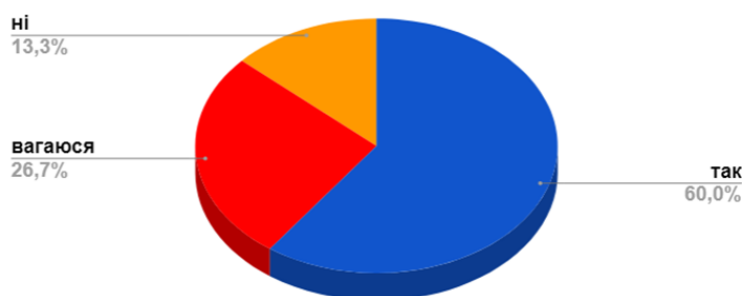


Рис. 3. Розподіл відповідей на питання про повне перенесення теорем Чеви та Менелая до позакласної роботи (гуртки, факультативи) в першій групі вчителів

Серед вчителів, що на сьогодні не розглядають теореми Чеви, Менелая та суміжні питання, 53% тих, хто раніше їх не використовував, а 47% респондентів через зазначені вище причини відмовились від використання даного матеріалу.

Аналізуючи відповіді вчителів другої групи, тобто тих, що пропонує учням матеріал, пов'язаний з теоремами Чеви, Менелая, були виокремлені наступні труднощі, з якими вчителі стикалися на перших етапах навчання зазначеним іменним теоремам:

- найважчим (86%) було створення методично виваженої системи задач для закріплення (через відсутність потрібних з точки зору вчителя у підручнику);
- на другому місці (57%) йде складність теоретичного матеріалу (незрозумілість формулювання теорем, складність їх доведень);
- на третьому (43%) – важкість розуміння матеріалу учнями.

Розподіл відповідей – рис. 4.

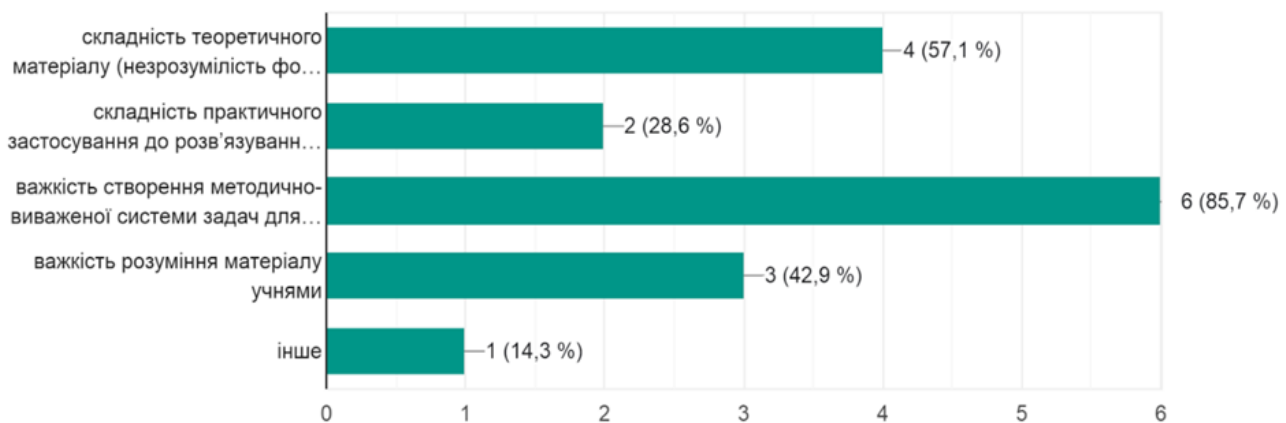


Рис. 4. Розподіл відповідей на питання про труднощі, що виникають на початках навчання теоремам Чеви та Менелая в другій групі вчителів

Отримані результати в цій групі інверсні до результатів, отриманих на аналогічні запитання в першій групі, тобто після створення системи задач та її застосування нерозуміння матеріалу учнями (з точки зору вчителя) стає дещо слабшим.

Серед проблем важкості сприйняття учнями матеріалу, пов'язаного із використанням теорем Чеви та Менелая, респонденти виокремили такі:

- слаборозвинуте просторове мислення (невміння працювати з рисунком, невміння «бачити» суттєве та несуттєве в умові задачі, на рисунку) – 86%;
- нестандартність формування відношень та їх перетворень – 29%;
- упереджене ставлення до геометрії – 29%.

Розподіл відповідей подано на рис.5.

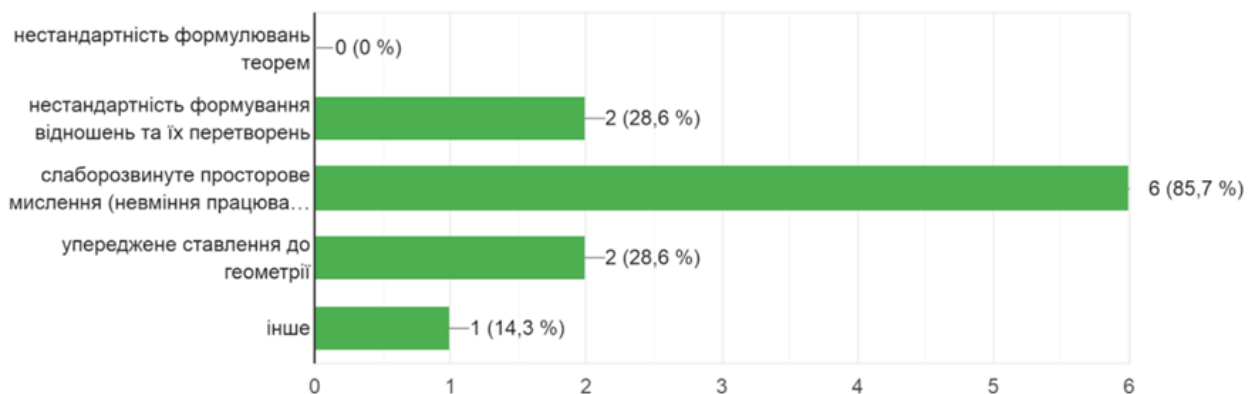


Рис. 5. Розподіл відповідей на питання про труднощі, що виникають на початках навчання теоремам Чеви та Менелая в другій групі вчителів

Абсолютна більшість респондентів другої групи відповіли ствердно щодо використання додаткових джерел при створенні системи задач на закріплення під час вивчення теорем Чеви та Менелая, при цьому для 57% опитаних вчителів другої групи ця система складається лише із задач на доведення (рис. 6).

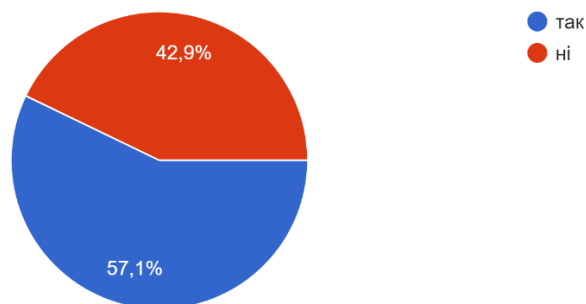


Рис. 6. Розподіл відповідей на питання про систему задач до застосування теорем Чеви та Менелая в другій групі вчителів

Також переважна більшість вчителів (86%) пропонують до вивчення обидві теореми у формі відношення відрізків та лише 14% відсотків (1 вчитель) пропонує обидві форми: і через відрізки і тригонометричну. Зазначений матеріал 57% опитуваних пропонують під час проведення уроків, 29% лише під час позакласної роботи, а 14% використовують обидві форми роботи (рис. 7).

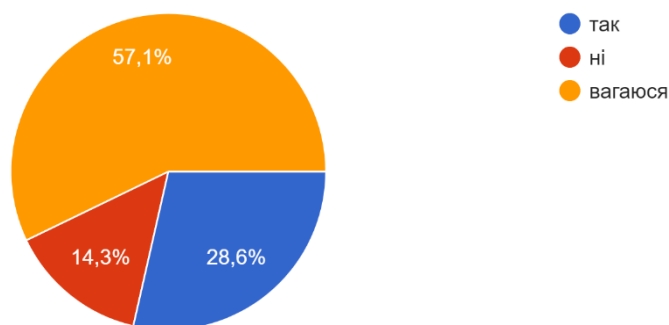


Рис. 7.

Але при цьому 57% вагаються щодо повного перенесення матеріалу до позакласної роботи, а 29% з цим не погоджуються.

Респондентам першої групи також було запропоновано висловити побажання щодо створення можливості навчати учнів теоремам Чеви та Менелая і вони зазначили, що було б добре мати:

- можливість скористатися готовою системою задач для закріплення, навіть якщо така буде містити надлишкову кількість задач, у тому числі з розв'язками – 80%;
- наявність готових завдань для контролю знань (у тому числі і теоретичного) – 60%;
- допомога у опрацюванні теоретичного матеріалу – 27% (рис. 8).

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Отже, підсумовуючи результати анкетування, можна стверджувати, що головною проблемою при навчанні учнів матеріалу, пов'язаного з теоремами Чеви та Менелая (так само, як й іншого «некласичного» матеріалу з геометрії трикутника) є обмаль часу у вчителів для створення методично виваженої системи задач, зокрема і для контролю знань. Тобто, не дивлячись на присутність даного матеріалу в підручниках, система задач, що наявна там, не задовольняє потреб вчителів у цьому питанні. Крім того, слабо розвинена просторова уява сучасних учнів та упереджене ставлення їх до геометрії стають серйозними перешкодами на шляху опанування матеріалу та застосування його у майбутньому.

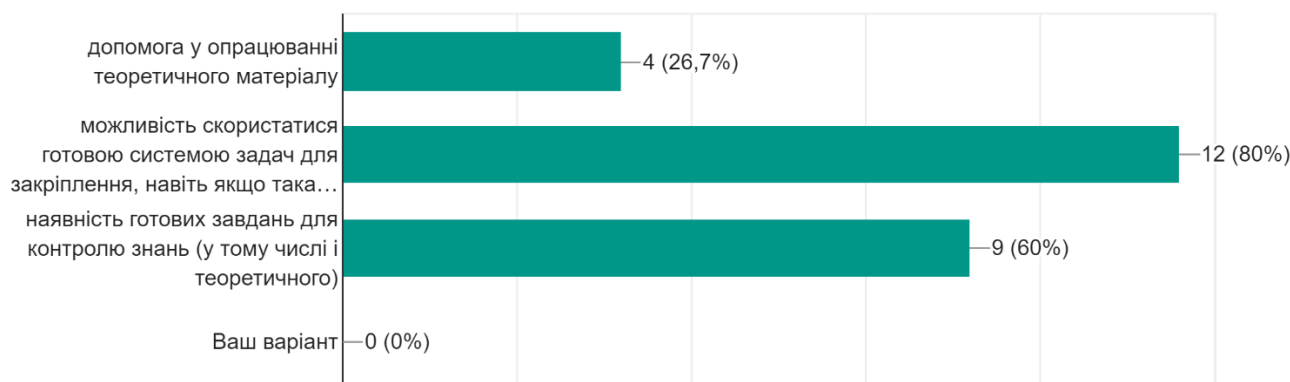


Рис. 8. Розподіл відповідей на питання про форми допомоги для полегшення включення матеріалу із застосування теорем Чеви та Менелая в першій групі вчителів

Для подолання виявлених при опитуванні труднощів, на наш погляд, потрібно під час проведення уроків знаходити час для ознайомлення учнів з даними теоремами та їх застосуванням. По-перше, це демонструє, як витончено можна доводити два важко встановлювані геометричні факти: перетин трьох прямих в одній точці та належність трьох точок одній прямій. По-друге, сам спосіб використання розглядуваних теорем є доволі незвичним, дозволяє розвивати просторове мислення учнів та використовувати широкий спектр знань про трикутники та інші геометричні фігури.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Програма для класів з поглибленим вивченням математики, 8–9 класи. (2008). Рекомендовано МОН України (лист № 1/11 – 2151 від 30.05.2008 р.). Математика в школі, 10(86). (Program for classes with in-depth study of mathematics, grades 8-9. (2008). Recommended by the Ministry of Education and Culture of Ukraine (letter No. 1/11 – 2151 dated May 30, 2008). Mathematics in school, 10(86)).
2. Мерзляк, А. Г., Полонський, М. С., Якір, В. Б. (2016). Геометрія для загальноосвітніх навчальних закладів з поглибленим вивченням математики: підручник для 8 класів загальноосвітніх навчальних закладів. Харків: Гімназія. (Merzlyak, A. G., Polonskyi, M. S., Yakir, V. B. (2016). Geometry for secondary schools with advanced mathematics: a textbook for 8th grade secondary schools. Kharkiv: Gymnasium).
3. Мерзляк, А. Г., Полонський, М. С., Якір, В. Б. (2016). Геометрія для загальноосвітніх навчальних закладів з поглибленим вивченням математики: підручник для 9 класів загальноосвітніх навчальних. Харків: Гімназія. (Merzlyak, A. G., Polonskyi, M. S., Yakir, V. B. (2016). Geometry for general educational institutions with in-depth study of mathematics: a textbook for 9th grade of general education. Kharkiv: Gymnasium).

Odintsova O. O. Krasuts'ka S. V. On the issue of identifying problems in teaching some theorems in the advanced geometry's school curriculum and the ways to overcome them. Part 1: problems.

In 2008, there were changes in the advanced mathematics's school curriculum, in particular, the appearance of questions related to the incircle and its properties, Ceva theorem, Menelaus theorem, Euler theorem, etc. in the geometry curriculum. But unfortunately, teachers still try to avoid this material when they study relevant topics and, as a result, geometric tasks at Math Olympiads and competitions are remained unattended by the vast majority of participants. Therefore, it is interesting to hear the opinion of teachers who teach geometry at the advanced level in secondary school about the problems which they face in preparing, reviewing, and controlling knowledge of the stated issues, as well as finding possible ways to eliminate the current situation.

In order to find out the reasons for this situation, a survey was conducted among some secondary schools' teachers in Sumy region who teach geometry at the advanced level regarding the

use of Ceva and Menelaus theorems. The survey was designed for two groups of teachers: separately for those teachers who do not teach these named theorems (the first group) and separately for those teachers who teach students this material (the second group).

An analysis of the answers of the surveyed teachers from the first group revealed that the main reasons why teachers do not offer students to consider the Ceva and Menelaus theorems are: difficulty of understanding the material by students – 60%; lack of time during lessons – 53.3%; complexity of theoretical material – 46.7%. For the second group, the distribution of answers to a similar question was as follows: the most difficult for 86% of respondents was creating a methodologically sound system of tasks for consolidation (due to the lack of necessary tasks in the textbook from the teacher's point of view); next for 57% of respondents was the theoretical material's complexity; and the third for 43% was the difficulty of understanding the material by students. That is, for teachers, after creating a system of tasks and applying it, students' misunderstanding of the material (from the teacher's point of view) becomes somewhat weaker.

The survey asked questions about the appropriateness of using these theorems in classes, finding out why students don't understand the material, using auxiliary sources to create a system of tasks, etc.

The respondents of the first group were also asked to express their wishes regarding the creation of opportunities to teach students the Ceva and Menelaus theorems. They noted that it would be good to have: the ability to use a ready-made system of tasks for consolidation, including solutions – 80%; the availability of ready-made tasks for controlling knowledge (including theoretical knowledge) – 60%; assistance in working out theoretical material – 27%.

So, summarizing the results of the survey, we can say that the main problem in teaching students the Ceva and Menelaus theorems' material is that teachers have little time to create a methodologically sound system of tasks, including for knowledge control. That is, despite the presence of this material in textbooks, the system of tasks available there does not meet the needs of teachers in this regard. In addition, the underdeveloped spatial imagination of modern students and their prejudiced attitude toward geometry become serious obstacles to mastering the material and applying it in the future.

Key words: teaching geometry, classes with an advanced level of mathematics, Ceva theorem, Menelaus theorem.

УДК 372.851

DOI 10.5281/zenodo.12190824

М. В. Працьовитий

ORCID ID 0000-0001-6130-9413

Н. С. Правіцка

ORCID ID 0009-0004-7651-9105

Український державний університет
імені Михайла Драгоманова

МЕТОД ГЕОМЕТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ – ОДИН З ОСНОВНИХ МЕТОДІВ ЕЛЕМЕНТАРНОЇ ГЕОМЕТРІЇ

Не завжди у навчальній літературі автори дотримуються загальноприйнятих у науці термінів, означень та позначень, що іноді приводить до непорозумінь, спотворення наукової істини або суперечностей. Це стосується і елементів теорії геометричних перетворень площини та простору (рухів і перетворень подібності) у шкільному курсі математики. Аналіз змісту шкільних підручників (діючих та бувших) змушує переусвідомлювати мету, завдання, ресурс засобів і уявний кінцевий результат курсу навчання та констатувати, що виклад теоретичного матеріалу має бути суттєво вдосконаленим, а добірка задач істотно збалансованою. У роботі обговорюється це коло питань на основі аналізу змісту шкільних підручників. Грунтуючись на виявлених логічних,

методологічних та методичні прогалинах шкільного курсу геометрії стосовно вивчення геометричних перетворень, ми пропонуємо шляхи вдосконалення викладу теоретичного матеріалу, його супроводу прикладами та задачами. У роботі розглядаються задачі, які ефектно розв'язуються методом геометричних перетворень (метричні, афінні, позиційні задачі; задачі на доведення, побудову та дослідження, включаючи оптимізаційні). Вони якісно виконують дидактичні та мотиваційні функції навчання. Вважаємо, що задачний матеріал має бути більш акцентовано спрямованим на застосування.

Метод геометричних перетворень є потужним інструментом розв'язування задач і дослідження геометричних об'єктів. На жаль, рафінованого формулювання його суті у шкільних підручниках немає (це можна робити на уроках узагальнення та систематизації). Вдосконалення навчального матеріалу з геометричних перетворень слід реалізовувати у різних напрямках, зокрема варто привести його у відповідність з загальнонауковими положеннями, виклад здійснити більш системним, статус методу треба істотно підвищити, яскраво ілюструючи його альтернативність і ефективність.

Ключові слова: геометричне перетворення, рух, гомотетія, перетворення подібності, подібність фігур, композиція перетворень, метод геометричних перетворень, шкільний курс геометрії, форма геометричної фігури.

Постановка проблеми. Геометрія – галузь математики, що вивчає просторові форми (фігури) та відношення, їх узагальнення та аналоги, використовуючи при цьому різноманітні прийоми, методи, засоби. Постійно збагачуючись новими об'єктами, фактами, ідеями геометрія різнопланово розвивається. Підтвердженням цьому є бурхливий розвиток фрактальної геометрії. Не є завершеною і елементарна геометрія. Шкода, але не збагачується шкільний курс геометрії, в якому учні вивчають елементи та фрагменти різних геометричних теорій, зокрема теорії геометричних перетворень площини та простору. Геометричні перетворення здобувачі освіти вивчають на різних рівнях, включаючи профільний, за різними програмами та підручниками. Вчитель математики має бути здатним і готовим навчати учнів за будь-яким підручником, має володіти ґрунтовними знаннями з предметної області і навиками та вміннями розв'язувати задачі, а також у доступній формі пояснювати навчальний матеріал на належному науковому рівні та вчити учнів розв'язувати задачі, зокрема з використанням геометричних перетворень площини та простору. Кругозір вчителя, його висока наукова культура і професійна майстерність та якісні шкільні підручники – головні передумови ефективності навчального процесу. Термінологічна грамотність – одна зі складових математичної культури вчителя і учня (більш детально описано у [17] Чашечниковою О.С. (2009).

Аналіз актуальних досліджень. Навіть поверхневий аналіз змісту шкільних підручників засвідчує недосконалість викладу теоретичного матеріалу (як понятійного, так і фактичного) з теорії геометричних перетворень, який зводиться лише до часткового вивчення рухів та перетворень подібності.

Майбутні вчителі математики, здобуваючи вищу освіту за відповідною спеціальністю у ЗВО, вивчають геометричні перетворення у курсі аналітичної геометрії – університетській навчальній дисципліні, найближчій до шкільного курсу геометрії, та у конструктивній геометрії, де широко використовується метод геометричних перетворень. У аналітичній геометрії на аналітичній (координатно-формульній) основі систематично вивчаються рухи, перетворення подібності, афінні перетворення, інверсія і розглядаються їх застосування до різних типів суто геометричних та прикладних задач.

Педагогічна проблема (проблема теорії та методики навчання математики), пов'язана з вивченням геометричних перетворень школярами, полягає в тому, що зміст окремих шкільних підручників не в повній мірі відповідає загальноприйнятій у науці термінології (і навіть суперечить загальноприйнятим означенням), містить значну кількість логічних, методологічних та методичних прогалин, підручники практично не дають рафінованого формулювання суті методу геометричних перетворень та конструктивної схеми його використання, а також яскравої демонстрації його альтернативності та ефективності.

Наведені нижче міркування ми адресуємо вчителям математики і авторам шкільних підручників та посібників для школярів, а також майбутнім вчителям математики і всім небайдужим до математичної освіти. Вважаємо доречним обговорення тих недоречностей, які мають місце у навчальній математичній літературі, саме зараз, коли готуються нові шкільні підручники. Акцентуючи увагу на прогалинах та невідповідностях, ми наводимо строгі означення і вказуємо на альтернативні (еквівалентні) означення понять і розглядаємо задачі, які ілюструють ефективність методу геометричних перетворень.

Мета статті – запропонувати підхід до використання методу геометричних перетворень при навчанні математики.

Виклад основного матеріалу. *Шкільна геометрія і теорія геометричних перетворень.* Геометричним перетворенням простору (площини, прямої, відрізка) називається бієктивне відображення простору на себе. Відносно автономними є теорії перетворень прямої, площини, тривимірного простору. Елементи цих теорій завжди вивчалися у закладах загальної освіти. Але їх вивчення завжди було фрагментарним, конструктивно-синтетичним. До програм шкільного курсу геометрії традиційно входили рухи (переміщення): центральна і осьова симетрії, паралельне перенесення, поворот (епізодично); перетворення подібності, зокрема гомотетія. В останній час спостерігається тенденція до зменшення уваги на вивчення цих питань. Рівність і подібність трикутників залишилися центральними питаннями блоку, ознаки рівності (конгруентності) і подібності трикутників – центральними фактами. Разом з цим метод геометричних перетворень є загальним достатньо продуктивним методом розв'язування задач елементарної математики, зокрема задач на максимум та мінімум, задач оптимізаційного характеру. У чинних програмах геометричні перетворення залишаються однією з основних змістових ліній курсу геометрії. Як засвідчує вчорашня реальність [7], всю шкільну геометрію можна вибудувати на основі геометричних перетворень, але чи доцільно це робити? Знайдений компроміс [14] між доступністю, традиційністю і альтернативністю уже працює десятиліттями і навряд чи варто його руйнувати. Слід зазначити, що в останні десятиліття в підручниках для класів з поглибленим вивченням математики з'явилися елементи аналітичного вивчення окремих геометричних перетворень і значна кількість гарних задач, включаючи прикладні [6,10]. З'являються роботи щодо важливості врахування стилів мислення школярів для ефективного навчання їх геометричним перетворенням [18].

Геометричні перетворення – важливий розділ ШКГ, який вивчають у чотири етапи «рівність трикутників», «подібність трикутників», «перетворення фігур на площині», «геометричні перетворення простору» 7- 9, 11 класи.

У шкільному курсі геометрії, в якому вивчаються елементи декількох геометричних теорій, використовуються різні прийоми та методи задання і дослідження об'єктів, а також розв'язування задач. Це синтетичний метод, алгебраїчний метод, метод координат, векторний метод, координатно-векторний, а також метод геометричних перетворень.

1. Перетворення і відображення – не є тотожними (рівнозначними) поняттями! Ототожнювати перетворення і відображення – груба методологічна помилка. А шкільний курс математики не має спотворювати наукові істини.

Прямим (синонім декартовим) добутком множин A і B називається множина всіх впорядкованих пар виду (a, b) , де $a \in A, b \in B$, яка позначається $A \times B$.

Кожна непорожня підмножина L прямого (декартового) добутку множин A і B , тобто

$$L \subset A \times B = \{(a, b) : a \in A, b \in B\},$$

називається *відповідністю* між цими множинами (синонім: *бінарне відношення*).

Якщо $(a, b) \in L$, то кажуть, що елементу $a \in A$ відповідає елемент $b \in B$.

Зауважимо, що природа множин A і B тут не відіграє ніякої ролі. Якщо A і B – геометричні фігури, то маємо відповідність між фігурами A та B .

Відображенням множини (фігури) A у множину (фігуру) B називається відповідність між цими множинами, встановлена за певним правилом (законом) f , при якій кожному елементу a множини A відповідає єдиний елемент b множини B , що записують $f(a) = b$. При цьому елемент $b \in B$ називають образом елемента $a \in A$, а a – прообразом елемента b .

Якщо кожен елемент множини B є образом принаймні одного елемента множини A , то кажуть, що маємо відображення множини A на множини B (таку властивість відображення називають сюр'єктивною, а саме відображення – сюр'єкцією). Якщо при відображенні f різним елементам множини A відповідають різні елементи множини B , то відображення f називають ін'єктивним або ін'єкцією. Прямокутна декартова система координат на площині є засобом встановлення бієктивного відображення площини на множини $R \times R$.

Термін відображення є загальнономатематичним. Якщо ж множина B – числова, то відображення називають функцією, а відповідність – функціональною. Наприклад, площа є функцією квадровної геометричної фігури, а ймовірність є функцією випадкової події. Рівність $y = f(x) = a^x$ задає дійсну функцію дійсної змінної.

Перетворенням множини F (прямої, площини, простору) називають взаємно однозначне, тобто бієктивне (одночасно ін'єктивне і сюр'єктивне), відображення цієї множини на себе. Далі F – площина. Існує еквівалентне означення перетворення: «Геометричним перетворенням площини називається оборотне відображення площини самої на себе» [3, С. 79]. На наш погляд, воно є одним з альтернативних варіантів означення для шкільного курсу геометрії поряд з наявним у підручнику [2], оскільки є строго науковим і вповні доступним для розуміння!

Відомо, що множина всіх перетворень заданої множини (простору) відносно операції композиція (послідовне виконання перетворень) утворює групу, нейтральним елементом якої є тотожне перетворення, а симетричним елементом – обернене перетворення.

З групової точки зору, яку в 1872 р. у своїй Ерлангенській програмі запропонував Фелікс Клейн, Евклідова геометрія є теорією інваріантів групи перетворень подібності простору (площини, прямої), яка включає групу рухів. Основними інваріантами цієї групи є відношення довжин відрізків, збереження величин кутів, перпендикулярності прямих, форм геометричних фігур. Взагалі кажучи, Елементарна геометрія є складовою Евклідової геометрії, а шкільна геометрія є складовою елементарної геометрії.

Афінна геометрія вивчає властивості фігур і відношень простору, які є незмінними при будь-якому афінному перетворенні, тобто є теорією інваріантів групи афінних перетворень, яка включає групу перетворень подібності. Нагадаємо, що перетворення простору називається афінним, якщо воно кожні три точки однієї прямої переводить в три точки однієї прямої. Просте відношення трьох точок однієї прямої – основний інваріант групи афінних перетворень. Нагадаємо, що коли точки M_1, M_2, M – колінеарні, тобто належать одній прямій, причому $M \neq M_2$, то існує єдине число λ таке, що $\overrightarrow{M_1M} = \lambda \overrightarrow{MM_2}$. Це символічно записується $\lambda = (M_1M_2, M)$ і називається простим відношенням точок M_1, M_2, M . При цьому кажуть, що точка M здійснює поділ напрямленого відрізка $\overrightarrow{M_1M_2}$ у відношенні λ . Важливим інваріантом групи афінних перетворень є збереження відношень площ многокутників. Зауважимо, що це метричний інваріант цієї групи.

Не зважаючи на те, що афінна геометрія є більш загальною теорією по відношенню до евклідової геометрії, значна частина задач елементарної геометрії мають не метричний характер, а афінний. Прийнято вважати, що афінними є ті поняття і властивості плоских фігур, які залишаються незмінними при паралельному проєктуванні на площину. До них відносять колінеарність точок і векторів, а отже, і паралельність прямих, відношення площ квадровних фігур та ін. Прикладом афінного поняття є поняття медіани трикутника, а поняття висоти трикутника не є афінним. Але властивість висот трикутника перетинатись в одній точці є афінною. Аналогічна властивість бісектрис трикутника теж є афінною.

У стереометрії до афінних властивостей відносять паралельність прямих і площин, відношення довжин колінеарних відрізків, відношення об'ємів многогранників тощо.

2. Про означення перетворення подібності. Означення – це не твердження. Підкреслимо: означення не буває істинним чи хибним. Означення – це домовленість, означення – це скорочення. Означення бувають коректними та некоректними, загальноприйнятими (широковживаними) і місцевого (епізодичного) використання. В математиці лише ті речення, які в компактній лаконічній формі визначають об'єкт за

найбільш істотними ознаками і використовуються в теорії на змістовному рівні (при доведенні тверджень) є строгими, а не описовими визначеннями. Теорія геометричних перетворень, зокрема перетворень подібності, розвивається впродовж тисячоліть і ключові поняття уже викристалізовані, термінологія врегульована. Вигадувати тут нові терміни потреби немає.

Без означення відповідності між множинами немає у ШКМ строго наукових означень ні функції, ні перетворення.

У контексті сказаного констатуємо, що у підручнику [10] відсутнє означення перетворення подібності площини з коефіцієнтом k . Його не можна замінити нечіткими описами і розпливчатими поясненнями. Тому виклад теоретичного матеріалу не є строгим.

Зауважимо, що існують критерії (твердження, що виражають необхідні і достатні умови), які забезпечують основи для альтернативних (еквівалентних) означень. Наприклад,

для того щоб перетворення площини було перетворенням подібності, необхідно і достатньо, щоб воно зберігало інцидентність чотирьох точок кола, тобто кожні чотири точки, що лежать на одному колі, переводило у чотири точки, що належать одному колу [11].

3. У шкільних підручниках відсутнє означення форми фігури, хоча це слово використовується без пояснення змісту. Наприклад, «Які властивості перетворення фігури гарантують збереження її розміру та форми?» [10]. Але що таке розмір фігури чи форма? М'яко кажучи, дивні запитання, оскільки ні розмір фігури, ні форма фігури раніше і не пояснювались, і не означувались. І цей недолік властивий майже всім підручникам.

Стосовно форми хотілось би зазначити, що термін форма фігури у логіці науки і її методології в двох номінаціях, а саме у словосполученнях геометрична форма і форма геометричної фігури. У тривимірному просторі існує чотири чистих типи геометричних форм: незв'язні множини, лінії, поверхні, тіла (решта є їх «сумішами» або «комбінаціями»).

Форма геометричної фігури – це спільна властивість всіх подібних між собою геометричних фігур (тих, що переводяться одна в іншу під дією перетворення подібності), тобто це клас еквівалентності фактор-множини всіх фігур простору за бінарним відношенням еквівалентності «бути подібними». Таким чином, форма фігури – це один з інваріантів групи перетворень подібності. Отже, у підручниках маємо «зачароване коло».

4. Лінії і перетворення подібності. Лініям у ШКГ приділена мізерна увага, якої удостоїлись лише пряма, коло і ламані, зокрема замкнені ламані. Дійсні алгебраїчні лінії 2-го порядку. Тобто такі, що відмінні від вироджених і уявних, а саме парабола, гіпербола та еліпс не фігурують у шкільній геометрії як об'єкти вивчення. Вони реалізуються у ШКМ як графіки функцій: квадратичної, оберненої пропорційності та функції $y = b\sqrt{a^2 - x^2}$. Всі гіперболи як графіки функцій виду $y = \frac{k}{x}$ (оберненої пропорційності) є рівнобічними (мають рівні між собою дійсну і уявну осі), а отже, мають ексцентриситет $\varepsilon = \sqrt{2}$ і тому є подібними. Зазначимо, що вповні коректне і еквівалентне загальноприйнятому в силу теореми про структуру перетворення подібності [17] означення подібних фігур, наведене у підручнику [10]: «Дві фігури називають подібними, якщо одну з них можна отримати з другої в результаті композиції двох перетворень: гомотетії та руху», дозволяє конструктивно використовувати його при розв'язуванні значної кількості задач. На жаль відсутність аналітичної складової у теорії дещо обмежує ефективність використання поняття. Розглянемо кілька задач у контексті «алгебраїчні лінії 2-го порядку і перетворення подібності».

Задача 1. *Вивести формулу для обчислення площі плоскої фігури, обмеженої еліпсом:*

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1.$$

Розв'язання. Розглянемо круг, заданий у прямокутній декартовій системі координат нерівністю $x^2 + y^2 \leq a^2$ (рівносильно рівнянням $x^2 + y^2 - a^2 + |x^2 + y^2 - a^2| = 0$) і перетворення площини, яке задається формулами: $\varphi: x' = x, y' = \frac{b}{a}y$.

Легко бачити, що фігура F , площу якої вимагається виразити, є образом круга, оскільки коло $x^2 + y^2 = a^2$ перетворення φ переводить у заданий еліпс. Тому $S_F = \frac{b}{a} S_{кр} = \pi ab$.

Зауваження. Чи може це розв'язання бути цілком зрозумілим учню?

Для впевненості варто спочатку довести, що площі трикутника ABC і його образу $A'B'C'$ при перетворенні: $x' = kx$, $y' = ty$, де $kt > 0$, перебувають у співвідношенні: $S_{\Delta A'B'C'} = tkS_{\Delta ABC}$. Це просто (легко) зробити координатним методом у доступній школяру формі.

Задача 2. Відрізок AB – хорда заданого еліпса, C – довільна точка цього еліпса. Якою фігурою є геометричне місце центрів мас системи точок A, B, C ?

Центром мас системи точок A, B, C називається точка O така, що $\vec{OA} + \vec{OB} + \vec{OC} = \vec{0}$.

Якщо A, B, C – вершини трикутника, то центром мас цієї системи точок є точка перетину медіан трикутника ABC .

Зауваження. Дана задача є модифікацією задачі 24.62 з підручника [10]. Відрізок AB – хорда даного кола, точка C – довільна точка цього кола. Знайдіть геометричне місце точок, які є точками перетину медіан трикутників ABC (підручник [4]).

Шуканим геометричним місцем точок є коло з двома вилученими точками, оскільки шукана фігура гомотетична заданому колу при гомотетії, центром якої є середина AB , а коефіцієнтом є $\frac{1}{3}$ (без образів точок A і B , оскільки при $C=A$ і $C=B$ трикутник вироджується).

Аналогічно міркуючи і використовуючи ту ж гомотетію, отримуємо, що для задачі 2 шуканим місцем точок є еліпс, гомотетичний заданому еліпсу, оскільки при $C=A$ центром мас точок A, B, C буде точка, яка ділить напрямлений відрізок AB у відношенні $0,5$, а у випадку $C=B$ центром мас буде точка, яка ділить направлений відрізок AB у відношенні 2 .

Задача 3. За яких умов параболи $\gamma_1: y = k_1x^2$ і $\gamma_2: x = k_2y^2$ подібні?

Розв'язання. Параболи γ_2 і $\gamma_2': y = k_2x^2$ очевидно є конгруентними (рівними). Залишилось з'ясувати, за яких умов подібними є параболи γ_1 і γ_2' . Розглянемо образ параболи γ_1 під дією гомотетії $h: x' = tx, y' = ty$, а саме $h(\gamma_1) = \gamma_1': \frac{y'}{t} = k_1 \frac{x'^2}{m^2} \Leftrightarrow y' = \frac{k_1}{m} x'^2$. Параболи γ_1' і γ_2' конгруентні тоді і тільки тоді, коли $\frac{k_1}{m} = k_2$, тобто $\frac{k_1}{k_2} = m$. Отже, γ_1' і γ_2' – гомотетичні, а отже, параболи γ_1 і γ_2 подібні при будь-яких k_1 і k_2 .

Задача 4. За яких умов параболи $\gamma_1: y = a_1x^2 + b_1x + c_1$ і $\gamma_2: y = a_2x^2 + b_2x + c_2$ конгруентні (рівні)? Вказати перетворення подібності площини, яке відображає параболу $\gamma_1: y = a_1x^2 + b_1x + c_1$ на параболу $\gamma_2: y = a_2x^2 + b_2x + c_2$.

5. Прикладні задачі і рухи та перетворення подібності. Суть методу геометричних перетворень полягає в тому, що розглянувши певне перетворення простору або композицію кількох перетворень, вдається встановити зв'язки шуканого з відомим (зв'язок між фігурами або зв'язок між відношеннями), на основі чого формується ідея способу (шляху) розв'язування задачі. Цей метод ефектно працює в задачах на побудову, доведення та дослідження, зокрема оптимізаційних [3,5,8,9,10,12].

Задача 5. По одну сторону від прямолінійної залізниці розташовані населені пункти A і B . В якому місці варто розмістити станцію, щоб витрати на будівництво прямолінійних доріг до населених пунктів A і B були найменшими?

Задача 6. По одну сторону від прямолінійної залізниці розташовані населені пункти A, B і C . В якому місці варто розмістити станцію, щоб витрати на будівництво прямолінійних доріг до цих трьох населених пунктів були найменшими?

Зауваження. Якщо попередня задача часто зустрічається в навчальній літературі [3] і багатьом знайома (її розв'язок навіть проілюстрований на обкладенці підручника [10]), то остання такою не є, а є значно складнішою. Вона, її модифікації та аналоги заслуговують бути об'єктом інтересу окремого проекту школяра.

Задача 7. «Села A і B розташовані на різних берегах річки. Де треба побудувати міст перпендикулярно до берегів річки, щоб шлях між селами був найкоротший.» [2].

Зауважимо, що ця, відома задача, має гарний дидактичний і мотиваційний потенціал, є яскравим прикладом ефективності застосування геометричних перетворень і їх значущості.

Пропонуємо розв'язати наступні аналоги вказаних задач і оцінити їх потенціал.

Задача 8. Точки A і B належать колу (лежать поза колом) з межею γ . Знайти на колі γ точку, сума відстаней якої до точок A і B буде найменшою.

Симетрії фігури. Принцип симетрії ефективно використовується в різних галузях науки. Іноді симетрію на площині зводять до центральної або осової (відносно точки або прямої). Тоді як в геометрії симетрією називають кожен рух, який переводить фігуру в себе. Згідно з цим означенням тотожне перетворення є тривіальним прикладом симетрії. Його включають до множини симетрій лише для того, щоб множина симетрій фігури відносно операції композиції утворювала групу, яку називають групою симетрій або групою самосуміщень фігури. Так група симетрій правильного трикутника крім тотожного перетворення і трьох осових симетрій включає повороти на 120 і 240 градусів. В цьому місці теорія рухів простору має вихід на інші науки (згадаймо федорівські групи).

Рекомендуємо читачу фундаментальні джерела з даної тематики [1, 3, 4].

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Ліквідація виявлених логічних прогалин та недоліків має сприяти вдосконаленню змісту шкільних підручників, зокрема посиленню їх науковості без втрати доступності. Акцентуючи увагу школярів на різних способах задання геометричного перетворення, варто з'ясувати чи сприятиме посиленню мотиваційних основ і ефективності навчального процесу введення елементів аналітики у цю змістову лінію. Цьому будуть присвячені наші наступні дослідження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Бевз, Г. П. (1977). Методика викладання математики. Київ: Вища школа. (Bevs, G. P. (1977). *Methods of teaching mathematics*. Kyiv: Vyshcha shkola).
2. Бевз, Г. П., Бевз, В. Г., Владімірова, Н. Г., Владімиров, В. М. (2011). Геометрія: 11 клас: підручник для загальноосвітніх навчальних закладів: академічний рівень, профільний рівень. Київ: Генеза. (Bevs, G. P., Bevs, V. G., Vladimirova, N. G., Vladimirov, V. M. (2011). *Geometry: 11th grade: textbook for general educational institutions: academic level, professional level*. Kyiv: Geneza).
3. Бевз, Г. П., Конфорович, А. Г., Резніченко, З. О., Ченакал, Є. О. (1982). Математика: Посібник для факультативних занять у 7 класі. Київ: Радянська школа. (Bevs, G. P., Konforovych, A. G., Reznichenko, Z. O., Chenakal, E. O. (1982). *Mathematics: Guide for optional classes in the 7th grade*. Kyiv: Radianska shkola).
4. Боровик, В. Н., Зайченко, І. В., Мурач, М. М., Яковець, В. П. (2003). Геометричні перетворення площини: навчальний посібник. Суми: Університетська книга. (Borovyk V. N., Zaichenko, I. V., Murach, M. M., Yakovets, V. P. (2003). *Geometric transformations of the plane: a tutorial*. Sumy: Universytetska knyha).
5. Gotman E.G., Skopets Z.A. The problem is the same – the solutions are different. (1988). К.: Rad. school, 1988. 173 p.
6. Істер, О. С. (2017). Геометрія: підручник для 9 кл. загальноосвіт. навч. закл. Київ: Генеза. (Ister, O. S. (2017). *Geometry: a tutorial. for 9th grade general education education closing*. Kyiv: Geneza).
7. Колмогоров, А. М., Семенович, О. Ф., Нагібін, Ф. Ф., Черкасов, Р. С. (1972). Геометрія 6 клас. Київ: Радянська школа. (Kolmogorov, A. M., Semenovich, O. F., Nagibin, F. F., Cherkasov, R. S. (1972). *Geometry 6th grade*. Kyiv: Radianska shkola).
8. Кушнір, І. А. (1994). Методи розв'язування задач з геометрії. Київ: Абрис. (Kushnir, I. A. (1994). *Methods of solving geometry problems*. Kyiv: Abris).
9. Ленчук, І. Г. (2016). Метод перетворень: паралельне перенесення. Математика у рідній школі, 3(174), 37–42. (Lenchuk, I. G. (2016). *Method of transformations: parallel transfer*. *Mathematics in native school*, 3(174), 37–42.

10. Мерзляк, А. Г., Полонський, В. Б., Якір, М. С. (2017). Геометрія для загальноосвітніх навчальних закладів з поглибленим вивченням математики: підручник для 9 класів загальноосвітніх навчальних закладів. Харків: Гімназія. (Merzlyak, A. G., Polonskyi, V. B., Yakir, M. S. (2017). Geometry for secondary schools with advanced mathematics: a textbook for 9th grade general education education institutions. Kharkiv : Himnaziia).
11. Мороз, М. П. (2016). Перетворення площини, що зберігають належність точок колу. Математика у рідній школі, 3(174), 43–47. (Moroz, M. P. (2016). Transformations of the plane that preserve the membership of the points of the circle. Mathematics in the native school, 3(174), 43–47).
12. Nikulin A.V., Kukush A.G., Tatarenko Yu.S. (1996) Geometry on a plane (Planimetry): Uch. village. Mn.: Popurry LLC, 1996. 592 p.
13. Погорелов, О. В. (1993). Геометрія: Підручник для 7–11 класів середньої школи. Київ : Освіта. (Pogorelov, O. V. (1993). Geometry: Tutorial for 7–11 classes of secondary school. Kyiv: Osvita).
14. Працьовитий, М. В. (2007). Геометричні перетворення. Теоретико-груповий погляд на геометрію. Київ: НПУ імені М.П. Драгоманова. (Pratsiovytyi, M. V. (2007). Geometric transformations. A theoretical group view of geometry. K Kyiv : NPU named after M. P. Dragomanova).
15. Працьовитий, М. В. (2007). Геометричні перетворення. Рухи площини. Київ: НПУ імені М.П. Драгоманова. (Pratsiovytyi, M. V. (2007). Geometric transformations. Plane movements. Kyiv : NPU named after M.P. Drahomanova).
16. Працьовитий, М. В. (2013). Перетворення подібності площини з елементами теорії фракталів. Київ : НПУ імені М.П. Драгоманова. (Pratsiovytyi, M. V. (2007). Transformation of plane similarity with elements of fractal theory. Kyiv : NPU named after M. P. Drahomanova).
17. Чашечникова, О. С., Москаленко, І. М., Калюсенко, Л. О. (2009). Математична грамотність як одна зі складових інтелектуальної компетентності учнів. Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології : науковий журнал, 2, 209–216. (Chashechnikova, O. S., Moskalenko, I. M., Kalyusenko, L. O. (2009). Mathematical literacy as one of the components of students' intellectual competence. Pedagogical sciences: theory, history, innovative technologies: scientific journal, 2, 209–216).
18. Чашечникова, О. С. (2023). Методичні особливості навчання геометричних перетворень учнів з різними стилями мислення. Актуальні питання природничо-математичної освіти. Суми : Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка, 1(21), 98–111. (Chashechnikova, O. S. (2023). Methodological features of teaching geometric transformations of students with different thinking styles Current issues of natural and mathematical education. Sumy: Sumy state Pedagogical University named after A. S. Makarenko, 1(21), 98–111).

Pratsiovytyi M. V., Pravitska N. S. The method of geometric transformations as one of the main methods of elementary geometry.

In the educational literature, authors do not always follow the terms, definitions and notations generally accepted in science, that sometimes leads to misunderstandings, distortions of scientific facts or contradictions. It also concerns to the elements of the theory of geometric transformations of the plane and space (motions and similarity transformations) in the school course of mathematics. The analysis of the school textbooks content (current and former) force us to rethink the purposes, tasks, resource of means and the imaginary final result of the educational course and state that the presentation of theoretical material should be significantly improved, and the selection of problems should be significantly balanced. In this paper we discuss this area of issues based on the analysis of the school textbooks content. Based on the identified logical and methodological gaps in the school course of geometry on geometric transformations, we propose ways to improve the presentation of theoretical material, its

support with examples and problems. The paper deals with problems that can be effectively solved by the method of geometric transformations (metric, affine, positional problems; problems for proving, drawing and investigation, including optimization problems). They qualitatively accomplish the didactic and motivational functions of teaching. We believe that the content of problems should be more focused on applications.

The method of geometric transformations is a powerful tool for solving problems and studying geometric objects. Unfortunately, there is no refined formulation of its essence in school textbooks (this can be done in lessons dedicated to generalization and systematization). The improvement of the educational material on geometric transformations should be implemented in different directions, in particular, it should be coordinated with general scientific provisions, the presentation should be more systematic, the status of the method should be significantly increased, clearly illustrating its alternativeness and effectiveness.

Key words: geometric transformation, motion, homothety, similarity transformation, similarity of figures, composition of transformations, method of geometric transformations, school course of geometry, shape of geometric figure.

УДК 378.14

DOI 10.5281/zenodo.12191006

Л. Я. Соловей

ORCID ID 0009-0001-2832-1741

Ю. Г. Лотюк

ORCID ID 0000-0001-6696-5583

Приватний вищий навчальний заклад
«Міжнародний економіко-гуманітарний університет
імені академіка Степана Дем'янчука»

РОЛЬ МАТЕМАТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ У ПРОФЕСІЙНОМУ ФОРМУВАННІ МАЙБУТНЬОГО ПРОГРАМІСТА

У статті досліджується значення математичних знань та навичок у процесі підготовки фахівців з програмування. Проаналізовано, які математичні дисципліни є найбільш важливими для майбутніх програмістів, та як їх вивчення впливає на розвиток аналітичного мислення, логічних здібностей та здатності до вирішення складних технічних завдань. Особлива увага приділяється взаємозв'язку між математичною освітою та успішністю в програмуванні, а також практичним аспектам застосування математичних методів у програмній інженерії.

Розглядаються сучасні тенденції у викладанні математики та їх вплив на професійну підготовку програмістів. Виявлено, що інтеграція інноваційних педагогічних методик та технологій у навчальний процес сприяє кращому засвоєнню математичних знань і підвищує мотивацію студентів. На прикладі розв'язування практичних математичних задач продемонстровано, як ефективно поєднувати теоретичні і практичні аспекти математичної освіти.

Визначено основні математичні дисципліни, які є фундаментальними для розвитку аналітичного мислення та вирішення складних алгоритмічних задач. Особлива увага приділяється ролі математики у розумінні принципів програмування, розробці ефективних алгоритмів та структур даних. Також обговорюються методи покращення математичної підготовки студентів та інтеграції математичних знань у навчальні програми з програмування.

Пропонується включення у курс підготовки програмістів прикладної математики, статистики, теорії ймовірностей та інших дисциплін, оскільки математика вчить абстрактно мислити, розуміти задачі, ставити завдання, розуміти різні дії та операції, аналізувати можливі рішення.

Ключові слова: математична підготовка, професійне формування програміста, програмування, алгоритми, логічне мислення, інженерія програмного забезпечення, освітні програми, комп'ютерні науки, математичні методи, професійні навички.

Постановка проблеми. Актуальність даного дослідження ґрунтується на поточному стані технологічного розвитку та кон'юктурі ринку праці, що визначається інтенсивністю розвитку ІТ-індустрії та професійною підготовкою інженерів-програмістів. Програмісти, розробники та тестувальники є одними з найбільш затребуваних фахівців сьогодні. Сучасні роботодавці все частіше відбирають співробітників не тільки на основі *hard skills* (професійних навичок), але й на основі *soft skills* (особистих якостей) і *digital skills* (цифрової грамотності).

Математична підготовка є важливою складовою для багатьох професійних галузей, включаючи науку, інженерію, програмування та інші. Незалежно від того, в якій сфері ви плануєте працювати, основні математичні навички можуть бути дуже корисними.

Викладання математичних дисциплін для інженерів програмного забезпечення є важливою складовою їх професійної підготовки. Математика відіграє ключову роль у побудові алгоритмів, оптимізації процесів, аналізі даних та інших аспектах програмної інженерії.

Дискретна математика, яку зазвичай включають до освітніх програм інженерів програмного забезпечення, вивчає об'єкти, які не мають неперервної природи, такі як цілі числа, графи, логічні операції та комбінаторика. Вона важлива для розв'язання задачі пошуку, оптимізації та теорії алгоритмів, лінійна алгебра опрує із системами лінійних рівнянь, які зустрічаються у багатьох областях програмної інженерії, таких як обробка зображень, машинне навчання та комп'ютерна графіка, математичний аналіз охоплює поняття диференціювання, інтегрування. Ці концепції використовуються при аналізі та оптимізації алгоритмів, а також у статистиці.

Теорія ймовірностей і статистика допомагає інженерам програмного забезпечення розуміти ймовірність та випадковість процесів, що використовуються у багатьох областях, включаючи розробку алгоритмів машинного навчання та тестування програм.

Для ефективного викладання цих математичних дисциплін для майбутніх інженерів програмного забезпечення важливо надавати студентам практичні завдання та приклади, розв'язуючи які, вони мають зрозуміти, як математичні концепції можуть бути застосовані у реальних ситуаціях в програмній інженерії. Також важливо надавати студентам можливість задавати питання та обговорювати варіанти розв'язків, для активного отримання відповідних навичок та знань.

Важливо надавати інженерам програмного забезпечення можливість не лише вивчати математичні дисципліни, а й застосовувати їх на практиці у вигляді завдань та проєктів.

Аналіз актуальних досліджень. Формування математичної компетентності майбутніх програмістів розглядається в дослідженнях багатьох вітчизняних та зарубіжних науковців, серед яких Л.Загітова, Л.Іляшенко, М.Міншин, В.Плахова, Я.Стельмах, В.Шершньова, Д.Гельфанова.

Детальний аналіз та огляд шляхів розвитку комп'ютерної математики представлено у статті Гвоздика Д. Н., Клименка В. П., Ляхова А. Л. [2]. Застосування *online* математичних середовищ під час викладання математики та інформатики розглядаються в працях Мерзликіна П. В., Попель М. В., Семерікова С. О., Словак К. І., Шокалюк С. В. [4, 5, 7]. Загальна характеристика найпопулярніших СКМ відображена у спільній праці Кобильник Т. П. і Когут У. П. [3]. Особливості застосування спеціалізованих математичних середовищ в освіті проаналізовано у статті Сінько Ю. І. [6].

В більшості випадків математика розглядається як засіб програмування математичних методів, в роботі [1] автор демонструє, як застосовувати математику в програмуванні, з великою кількістю прикладів, які дозволяють використовувати знання математики для розв'язування задач і задач програмування.

Поняття чисел і прогресії, дробів і округлення, основні операції з числами знадобляться у будь-якій діяльності програміста. Багато мов програмування

використовують концепцію функцій і кілька різних типів символів як основу для синтаксису та відповідних обчислень. Фігури на площині, їх площі та відстані використовуються при проектуванні та реалізації UI/UX дизайну.

Мета статті полягає у висвітленні важливості та значущості математичних знань і навичок у процесі підготовки програмістів. У статті планується проаналізувати, як математичні концепції та методи впливають на розвиток логічного мислення, алгоритмічного підходу та здатності вирішувати складні технічні завдання. Також буде досліджено, як математична освіта сприяє успішному засвоєнню основних принципів програмування та покращує професійні перспективи майбутніх фахівців у галузі ІТ.

Виклад основного матеріалу. Найголовніше, що може дати вивчення математики, це вміння мислити і міркувати, знаходити рішення і відкидати неправильні підходи, помічати екстремальні і незвичайні ситуації. Саме ці навички допомагають програмістам досягти успіху в будь-якій сфері їх діяльності.

Для вирішення завдань обробки даних та складання алгоритмів машинного навчання необхідно використовувати такі поняття, як багатовимірні масиви, тензори та статистичні розподіли.

Основою цих підходів є статистика, яка використовується для аналізу та розуміння даних, пошуку прихованих закономірностей, це дає змогу програмісту зосередитися на функціях ймовірності, розподілі, вибірці та оцінці похибок. Математична статистика в програмуванні потрібна для створення звітів і тестування систем, а також для обробки даних.

Вивчення лінійної алгебри допоможе краще зрозуміти та розробити алгоритми, засновані на векторному та матричному численні, при цьому програміст має використати такі математичні структури, як векторні простори, операції над векторами і матрицями.

У свою чергу, математичний аналіз застосовується у програмуванні при обчислення середніх і граничних значень для обробки послідовностей, що дозволяє досліджувати фізику руху та взаємодії ігрових об'єктів у розробці комп'ютерних ігор.

Знання математики дозволяє уникнути помилок під час програмування, оптимізувати програмний код або розв'язати задачі програмування, використовуючи математику. [1]. Звичайно, є різні програми, різні проекти, деякі вимагають більше математики, інші потребують менше, а деякі потребують спеціальних знань з математики.

У програміста, який вивчає математику, розвивається абстрактне мислення, він може краще виконувати завдання, розбивати його на логічні частини, знаходити нові шляхи створення програми. Знання математики відкриває для програміста можливість самостійно оцінити алгоритмічну складність алгоритму. Математичний аналіз широко використовується в програмуванні для розв'язання різноманітних завдань. Один з прикладів застосування математичного аналізу в програмуванні – це розробка та оптимізація алгоритмів [8].

Розглянемо конкретний приклад, реалізований у середовищі пакету MathCad:

Задача: Реалізувати алгоритм обчислення числа π з використанням методу Монте-Карло.

Опис: Метод Монте-Карло – це статистичний метод для обчислення значень математичних величин шляхом генерації випадкових величин і використання їх у певних формулах. Для обчислення π , ми можемо використовувати метод Монте-Карло, як показано нижче:

Припустимо, що ми маємо квадрат зі стороною 1 і вписане в нього коло.

Ми генеруємо випадкові точки всередині квадрата за допомогою функцій $\text{rnd}(1)$. Ця функція буде генерувати випадкове число у інтервалі $0..1$. Задамо константу $N = 1000$ – кількість точок. Отримаємо дві змінні (масиви) x_i та y_i , які містять координати згенерованих точок.

Підрахувавши кількість випадкових точок, які опинилися всередині кола, і всіх випадкових точок в квадраті, можемо розрахувати відношення кількості точок всередині кола до загальної кількості точок всередині квадрата.

З цим відношенням, можемо оцінити значення π . Чим більше точок генеруємо, тим більш точна оцінка.

Для обчислення π , скористаємося наступними міркуваннями: площа кола обчислюється за допомогою формули: $S_{\text{кола}} = \pi r^2$, де r – радіус кола. В нашому прикладі $r = 0.5$.

Площа квадрата, який ми використовуємо, дорівнює $1 \times 1 = 1$, оскільки сторона квадрата дорівнює 1.

Отже, відношення площі кола до площі квадрата дорівнює: $\frac{S_{\text{кола}}}{S_{\text{квадрата}}} = \frac{\pi r^2}{1} = \frac{0.25\pi}{1}$.
Звідси $\pi = \frac{S_{\text{кола}}}{0.25 S_{\text{квадрата}}}$. У нашому випадку $S_{\text{квадрата}} = N$, $S_{\text{кола}} = \text{sum}$ (див. Рис. 1).

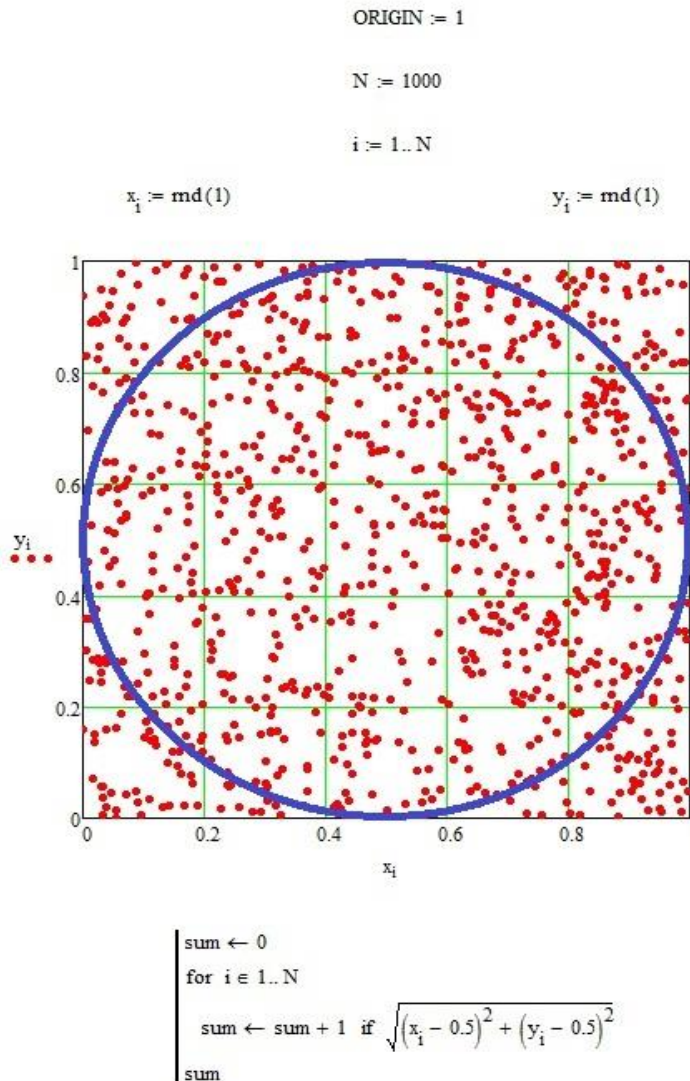


Рис. 1. Алгоритм обчислення числа π з використанням методу Монте-Карло у пакеті MathCad

Тобто, ми можемо використовувати оцінку цього відношення, яку ми отримуємо за допомогою методу Монте-Карло, для обчислення числа π .

Лінійна алгебра та аналітична геометрія широко використовуються в програмуванні для розв'язання задач, пов'язаних з обробкою геометричних об'єктів, комп'ютерною графікою, комп'ютерним зором, фізичною моделлю тощо. Ось один приклад застосування лінійної алгебри та аналітичної геометрії в програмуванні:

```
import numpy as np
```

```

def find_intersection_point(segment1, segment2):
    A, B = np.array(segment1[0]), np.array(segment1[1])
    C, D = np.array(segment2[0]), np.array(segment2[1])
    # Вектори відрізків
    AB = B - A
    CD = D - C
    # Вектор, що спрямований вздовж першого відрізка
    AC = C - A
    # Матриця коефіцієнтів для параметрів t і s
    matrix = np.array([[ -AB.dot(AB), AC.dot(AB)],
                      [CD.dot(AB), -CD.dot(CD)]])

    # Вектор вільних членів
    rhs = np.array([-AC.dot(AB), CD.dot(AC)])
    # Розв'язуємо систему рівнянь для параметрів t і s
    try:
        params = np.linalg.solve(matrix, rhs)
    except np.linalg.LinAlgError:
        # Випадок, коли матриця не має оберненої
        return None
    # Перевіряємо, чи лежать параметри в інтервалі [0, 1]
    if 0 <= params[0] <= 1 and 0 <= params[1] <= 1:
        # Знаходимо точку перетину
        intersection_point = A + params[0] * AB
        return intersection_point
    else:
        # Відрізки не перетинаються
        return None

# Приклад використання:
segment1 = [(1, 2, 3), (4, 5, 6)]
segment2 = [(2, 3, 4), (7, 8, 9)]
intersection = find_intersection_point(segment1, segment2)
if intersection is not None:
    print(f"Точка перетину: {intersection}")
else:
    print("Відрізки не перетинаються.")

```

Рис. 2. Приклад програмної реалізації задачі знаходження точки перетину відрізків у тривимірному просторі за допомогою мови програмування Python та бібліотеки NumPy

Задача: Реалізувати програму для обчислення координат перетину двох відрізків у тривимірному просторі.

Опис: Перетин двох відрізків у тривимірному просторі може бути знайдений за допомогою лінійної алгебри та аналітичної геометрії. Програма отримує на вхід координати двох відрізків та повинна визначити, чи вони перетинаються, і якщо так, то де саме.

1. Визначення точки перетину:

Для знаходження точки перетину відрізків у тривимірному просторі можна використовувати параметричні рівняння відрізків. Нехай відрізки задані наступним чином:

$$\text{Відрізок A: } \vec{p}_1 + t_1 \cdot \vec{d}_1$$

$$\text{Відрізок B: } \vec{p}_2 + t_2 \cdot \vec{d}_2$$

Де \vec{p}_1 і \vec{p}_2 – початкові точки відрізків, \vec{d}_1 і \vec{d}_2 – їхні напрямні вектори, t_1 і t_2 – параметри.

2. Перетин відрізків: Перевіряємо, чи існує таке значення параметрів t_1 і t_2 , що відрізки перетинаються. Якщо вони перетинаються, то обчислюємо точку перетину, підставляючи знайдені значення параметрів в рівняння відрізків.
3. Визначення положення точки перетину: Знайдену точку перетину можна використовувати для подальших обчислень або відображення на екрані.

Програмна реалізація цієї задачі використовуватиме лінійну алгебру для роботи з векторами (додавання, множення на скаляр) та аналітичну геометрію для визначення точок перетину та визначення умови перетину відрізків. Зазвичай такі операції виконуються з використанням математичних бібліотек, таких як NumPy для Python або бібліотек для роботи з векторами і матрицями у мовах програмування, які підтримують обчислення векторних операцій.

У цьому коді ми визначили функцію *find_intersection_point*, яка приймає два відрізки у тривимірному просторі у вигляді списків координат їх початкових і кінцевих точок.

Функція розв'язує систему лінійних рівнянь для параметрів t і s і знаходить точку перетину, якщо вона існує. Результатом є точка перетину або None, якщо відрізки не перетинаються.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Математичні концепції допомагають програмістам розв'язувати різноманітні завдання, від розробки алгоритмів та їх оптимізації до аналізу даних і створення комп'ютерних моделей. Вони є основою для розуміння та вдосконалення програмних рішень і роблять програмістів більш компетентними в їхній професійній діяльності.

Математичні методи та підходи сприяють розвитку логічного мислення, аналітичних здібностей та вміння моделювати реальні процеси, що є критично важливими для успішної кар'єри в IT-сфері. Інтеграція математичної підготовки в освітні програми підготовки програмістів є необхідною умовою для підвищення їх професійної компетентності та конкурентоспроможності на ринку праці.

Тому, врахувавши вищезазначене, зазначимо, що необхідним є включення математичних дисциплін у навчальний процес з підготовки програміста.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Славко, Г. В. (2018). Математика програмістам: навчальний підручник. Кременчук: Видавництво ПП Щербатих О.В. (Slavko, G. V. (2018). Mathematics for programmers: a textbook. Kremenchuk: Publishing House PP Shcherbatyh O.V.).
2. Клименко, В. П., Ляхов, А. Л., Гвоздик, Д. Н. (2011). Современные особенности развития систем компьютерной алгебры. Математичні машини і системи, 2, 2–18. (Klymenko, V. P., Lyakhov, A. L., Gvozdyk, D. N. (2011). Contemporary features of the development of computer algebra systems. Mathematical machines and systems, 2, 2–18).
3. Кобильник, Т. П., Когут, У. П. (2014). Системи комп'ютерної математики у навчанні студентів напряму підготовки «інформатика». Інформаційні технології і засоби навчання, 40(2). Режим доступу: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/1019/765>. (Kobylnyk, T. P., Kogut, U. P. (2014). Systems of computer mathematics in teaching students of the "informatics" field of study. Information technologies and teaching aids, 40(2). Retrieved from: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/1019/765>).
4. Мерзликін, П. В., Попель, М. В., Шокалюк, С. В. Сервіси середовища SageMathCloud та їх дидактичний потенціал у процесі навчання інформатичних та математичних дисциплін. Режим доступу: <http://ceur-ws.org/Vol-2168/paper3.pdf>. 326/ (Merzlykin, P.V., Popel, M.V., Shokalyuk, S.V. SageMathCloud environment services and their didactic potential in the process of teaching informatics and mathematics disciplines. Retrieved from: <http://ceur-ws.org/Vol-2168/paper3.pdf>. 326/).

5. Семеріков, С. О., Словак, К. І. (2011). Теорія і методика застосування мобільних математичних середовищ у процесі навчання вищої математики студентів економічних спеціальностей. Інформаційні технології і засоби навчання, 21(1). Режим доступу: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/413/369>. (Semerikov, S. O., Slovak, K. I. (2011). Theory and methods of using mobile mathematical environments in the process of teaching higher mathematics to students of economic specialties. Information technologies and teaching aids, 21(1). Retrieved from: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/413/369>).
6. Сінько, Ю. І. (2009). Системи комп'ютерної математики та їх роль у математичній освіті. Інформаційні технології в освіті, 3, 274–278. (Sinko, Yu. I. (2009). Systems of computer mathematics and their role in mathematics education. Information technologies in education, 3, 274–278).
7. Словак, К. І. (2012). Методика побудови окремих компонентів мобільного математичного середовища «Вища математика». Інформаційні технології і засоби навчання, 30(4). Режим доступу: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/687/520>. (Slovak, K. I. (2012). Methodology for building individual components of the "Higher Mathematics" mobile mathematical environment. Information technologies and teaching aids, 30(4). Access mode: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/687/520>).
8. Чи обов'язково знати математику, щоб стати програмістом? Режим доступу: <https://cases.media/article/naskilki-programistu-potribno-znati-matematiku-yaka-potribna-matematika-programistu-de-vchiti-matematiku-dlya-programistiv>. (Is it necessary to know mathematics to become a programmer? Retrieved from: <https://cases.media/article/naskilki-programistu-potribno-znati-matematiku-yaka-potribna-matematika-programistu-de-vchiti-matematiku-dlya-programistiv>).

Solovey L. Ya., Lotiuk Yu. H. The role of mathematical training in the professional formation of the future programmer.

The article examines the importance of mathematical knowledge and skills in the process of training specialists in programming. It is analyzed which mathematical disciplines are the most important for future programmers, and how their study affects the development of analytical thinking, logical abilities and the ability to solve complex technical problems. Particular attention is paid to the relationship between mathematical education and success in programming, as well as practical aspects of the application of mathematical methods in software engineering.

Current trends in mathematics teaching and their influence on the professional training of programmers are considered. It was found that the integration of innovative pedagogical methods and technologies into the educational process contributes to better assimilation of mathematical knowledge and increases the motivation of students. Using the example of solving practical mathematical problems, it is demonstrated how to effectively combine theoretical and practical aspects of mathematical education.

The main mathematical disciplines are defined, which are fundamental for the development of analytical thinking and solving complex algorithmic problems. Special attention is paid to the role of mathematics in understanding the principles of programming, the development of efficient algorithms and data structures. Methods of improving students' mathematical training and integrating mathematical knowledge into programming curricula are also discussed.

It is proposed to include applied mathematics, statistics, probability theory and other disciplines in the training course for programmers, since mathematics teaches abstract thinking, understanding problems, setting tasks, understanding various actions and operations, and analyzing possible solutions.

Key words: *mathematical training, professional training of a programmer, programming, algorithms, logical thinking, software engineering, educational programs, computer science, mathematical methods, professional skills.*

УДК: 37.001.8

DOI 10.5281/zenodo.12185069

В. І. Федів

ORCID ID 0000-0002-5033-1356

О. І. Олар

ORCID ID 0000-0002-2467-6932

Т. В. Бірюкова

ORCID ID 0000-0003-4112-7246

Буковинський державний медичний університет

КОНЦЕПЦІЯ ВИКЛАДАННЯ ПРИРОДНИЧОЇ ДИСЦИПЛІНИ ЯК STEM КОМПОНЕНТИ У ФАРМАЦЕВТИЧНІЙ ОСВІТІ

Сьогодні актуальні та важливі міждисциплінарні інтегровані знання з різних наукових областей, які носять прикладний характер, а також їх взаємозв'язок з інформаційними та комп'ютерними технологіями, що постійно розвиваються. На ринку праці затребувані спеціалісти, які мають всебічну підготовку та знання з різноманітних галузей природничих наук, технологій, інженерії. Такий підхід у підготовці майбутніх фахівців стимулює студентів до технологічної грамотності та вміння працювати з сучасними технологіями.

Зараз ведеться багато дискусій щодо важливості STEM-компетенцій здобувачів медичної (фармацевтичної) освіти, враховуючи широкий спектр дисциплін, які забезпечують STEM-компетенції майбутніх фармацевтів.

Мета дослідження полягає у демонстрації важливості дисципліни «Біологічна фізика з фізичними методами аналізу», як STEM-компоненти фармацевтичної освіти для формування причинно-наслідкових зв'язків, як фундаменту професійних компетенцій у фахівців галузі промислової фармації.

У статті представлена фізико-математична складова в інтегральній STEM-компоненті підготовки здобувача медичної освіти щодо набуття фахових компетентностей на прикладі напрямку підготовки «Фармація, промислова фармація». Стандарти підготовки фахівців відповідного напрямку пов'язують зі здатністю розробляти та оцінювати методики контролю якості лікарських засобів природного та синтетичного походження, у тому числі активних фармацевтичних інгредієнтів, лікарської рослинної сировини та допоміжних речовин з використанням фізичних, хімічних, фізико-хімічних, біологічних, мікробіологічних та фармако-технологічних методів; проводити стандартизацію лікарських засобів згідно з чинними вимогами, тому роль та завдання дисципліни «Біологічна фізика з фізичними методами аналізу», як STEM-компоненти, полягає в набутті таких компетенцій. Це передбачає формування причинно-наслідкових зв'язків, тобто виконання тих чи інших дій у професійній діяльності повинно спонукатися розумінням причини їх реалізації. Аналіз проведено на прикладі теми «Фотоколориметричний та спектрофотометричний методи аналізу».

Перспективи подальших наукових досліджень полягають у розробці заходів, які сприятимуть розумінню необхідності вивчення комплексу природничих наук.

Ключові слова: фармація, медична та біологічна фізика, STEM, причинно-наслідкові зв'язки, фаховоорієнтованість, освіта, студент, компетентність.

Постановка проблеми. Роботодавці часто звертають увагу на недостатній рівень обізнаності випускників ЗВО та відсутністю необхідних практичних навичок [1, 2], тому роботодавці надають перевагу не тривалим курсам навчання фахівця безпосередньо на робочому місці, забезпечивши виконання рутинних операцій, обмежених за кількістю методик і алгоритмів, і які не завжди потребують використання фундаментальних знань або розуміння причинно-наслідкових зв'язків. Можна виокремити декілька причин цього: відсутня співпраця між роботодавцями та закладами освіти, швидкий розвиток технологій. Тому освітня галузь концентрується на формуванні загальних та фахових компетенцій, володіючи якими

випускник повинен зорієнтуватися в реальній ситуації й шляхом самоосвіти досягти на робочому місці бажаного результату. На сьогоднішній день актуальними є міждисциплінарні інтегровані знання з різних наукових областей, які носять прикладний характер, а також їх взаємозв'язок з інформаційними та комп'ютерними технологіями. На ринку праці затребувані спеціалісти, які мають всебічну підготовку та знання з різноманітних галузей природничих наук, технологій, інженерії, а також в якості компетенцій, для них важливими є здатність до пошуку, аналізу, синтезу інформації, практичні навички роботи з обладнанням, критичне мислення та розуміння причинно-наслідкових зв'язків, які апріорі передбачають володіння фундаментальними знаннями, які сьогодні об'єднують в єдине ціле – STEM.

Фармацевтична галузь знань, зі всіма своїми розгалуженнями, не є винятком з вищенаведеного. Молодий фахівець, обираючи шлях пошукача автоматично повинен інтегруватися у ланцюжок монодисциплінарність → інтердисциплінарність → міждисциплінарність → трансдисциплінарність. Трансдисциплінарність – саме той елемент, який дозволить розв'язання задач фахового спрямування, які до цього були недостатньо вивчені, але потребуватимуть знань, вмінь і навичок, отриманих при вивченні певної сукупності фундаментальних і прикладних дисциплін, серед яких на перший план будуть виходити STEM-компоненти, в цілому, і природничо-математична компонента, зокрема.

Фізико-математична складова та її спрямованість в інтегральній STEM-компоненті підготовки здобувача медичної освіти може бути представлена схемою (рис. 1).

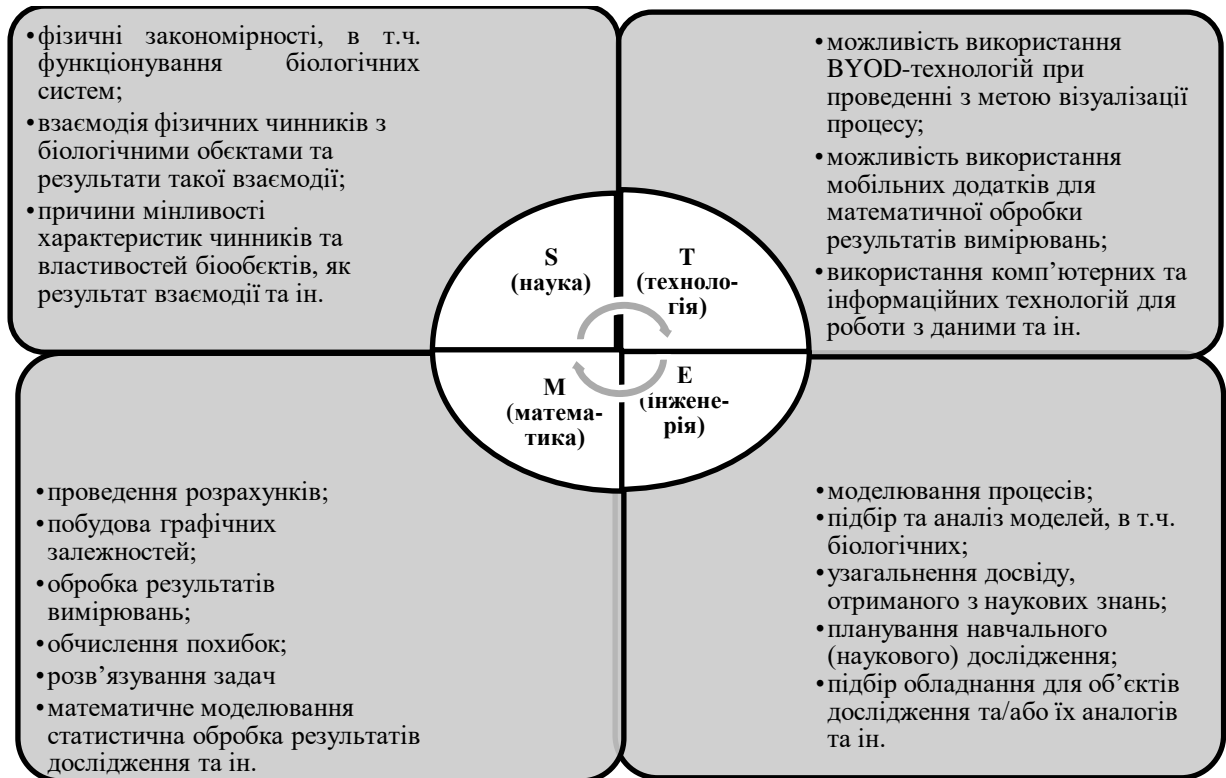


Рис. 1. Фізико-математична складова та її спрямованість в інтегральній STEM-компоненті підготовки здобувача медичної освіти

Це передбачає володіння рядом компетенцій, які формуються на основі знань, вмінь, навичок STEM-спрямованості, які можна зобразити схемою (рис. 2).

Аналіз актуальних досліджень. Брак випускників наукових, технологічних, інженерних та математичних спеціальностей (STEM) давно турбує світову спільноту, оскільки збереження темпів розвитку інформаційно-технологічного суспільства вимагає висококваліфікованих у STEM-галузях кадрів. Щодо кадрів медичних спеціальностей, широко обізнаних із можливістю застосування у практичній діяльності STEM-навичок, то з плином часу їх чисельність потребуватиме постійного зростання і це – об'єктивна

реальність. Отже, зростатиме необхідність глибшого володіння STEM-знаннями, вміннями, навичками або іншими словами – компетенціями.

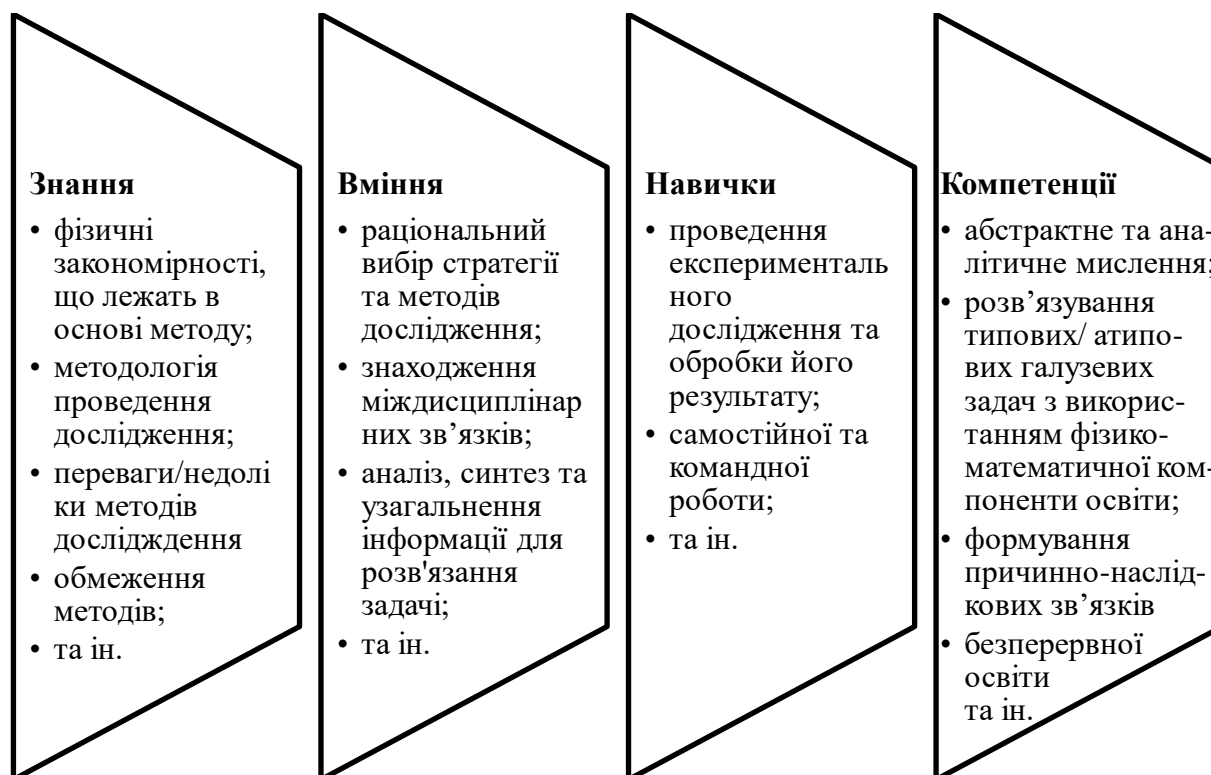


Рис. 2. Компетенції, які формуються на основі знань, вмінь, навичок STEM-спрямованості

Попри те, що кількість наукових публікацій у сфері STEM постійно зростає, вони, в основному, стосуються важливості для довільного випускника таких навичок і того, як прищепити дітям цікавість до них ще в період навчання у молодшій і середній школі [3,4]. Зараз існує дефіцит випускників STEM через відносно низьку кількість учнів старших класів, які вступають до університетів за науково-технічними ступенями.

Такі предмети як фізика, хімія, математика школярі вважають занадто складними, абстрактними, не зважаючи на зусилля, які докладаються викладачами. Їм важко уявити фундаментальні поняття, застосувати теорію до практики, застосувати загальне до частинного випадку, їхні знання фрагментовані й не складаються в цілісну картину, інтегруючись міждисциплінарно та ін. [5]. Тому є серйозна проблема вмотивованості вивчення природничих дисциплін. Щодо здобувачів напрямків медичної освіти, яким би дивним це не здавалося, вони природничо-математичну освіту, найчастіше не розглядають, як необхідний елемент. Така ситуація зі STEM-компонентами в освіті частково може бути пов'язана з об'єктивними (недостатня ефективність освітніх методик природничо-математичного напрямку, навчального контенту, тощо) та суб'єктивними чинниками (психологічне несприйняття, схильність до опанування таких наук, мотивація здобувача освіти, дисциплінованість, тощо).

У системі медичної освіти різних напрямків необхідні STEM-компоненти та навички забезпечуються різними дисциплінами (біологія, біохімія, біофізика, молекулярна біофізика, біоматематика, біоінформатика, біокомп'ютерні науки, біостатистика та ін.) [6, 7]. Серед них важливо виділити також фізико-математичну компоненту, яка присутня практично для всіх напрямків підготовки на першому році навчання систем медичної освіти різних країн світу.

Сьогодні ведеться багато дискусій щодо важливості STEM-компетенцій здобувачів медичної (фармацевтичної) освіти, враховуючи широкий спектр дисциплін, які забезпечують STEM-компетенції майбутніх фармацевтів [8, 9, 10, 11].

Мета статті полягає у демонстрації важливості дисципліни «Біологічна фізика з фізичними методами аналізу», як STEM-компоненти фармацевтичної освіти для формування причинно-наслідкових зв'язків, як фундаменту професійних компетенцій у фахівців галузі промислової фармації.

Виклад основного матеріалу. Розглянемо на прикладі напрямку підготовки «Фармація, промислова фармація» набуття фахових компетентностей, представлених в освітніх програмах, згідно Стандартів підготовки фахівців відповідного напрямку [12], які пов'язують зі здатністю розробляти та оцінювати методики контролю якості лікарських засобів природного та синтетичного походження, у тому числі активних фармацевтичних інгредієнтів, лікарської рослинної сировини та допоміжних речовин з використанням фізичних, хімічних, фізико-хімічних, біологічних, мікробіологічних та фармако-технологічних методів; проводити стандартизацію лікарських засобів згідно з чинними вимогами і роль та завдання дисципліни «Біологічна фізика з фізичними методами аналізу», як STEM-компоненти в набутті таких компетенцій.

Аналіз проведемо на прикладі теми «Фотоколориметричний та спектрофотометричний методи аналізу». Кількісні методи оцінювання концентрації – важлива складова у переліку навичок, що забезпечують вищевказану фахову компетенцію фармацевта. Важливе завдання при проведенні контролю якості або стандартизації лікарських засобів – вміння обрати саме потрібний із загального переліку відомих здобувачеві освіти (фотоколориметричний, спектрофотометричний, поляриметричний, рефрактометричний, люмінесцентний та ін.) метод вимірювання концентрації. Тому одне із завдань дисципліни «Біологічна фізика з фізичними методами аналізу» – знаходження зв'язку тип речовини (розчину) ↔ метод дослідження (визначення) концентрації, враховуючи можливий результат взаємодії речовина – фізичний чинник. Це, своєю чергою, передбачає володіння комплексом представленим схемою 2, який забезпечується фізико-математичною компонентою STEM-освіти, показаною в схемі 1 і для відбору методу оцінювання концентрації виглядає наступним чином:

Таблиця 1

компетенції (типова галузева задача – визначення концентрації)	закономірності, що пов'язують досліджуваній показник – фізичне явище, яке лежить в оцінюванні цього показника. напр.,
	– концентрація оптично-активної речовини ↔ кут повороту площини поляризації світла пропущеного через розчин;
	– концентрація розчину ↔ показник заломлення;
	– концентрація забарвленого розчину ↔ ступінь поглинання (пропускання) світла;
	– концентрація люмінесцентних домішок ↔ інтенсивність люмінесценції;
	– алгоритми підготовки досліджуваних речовин (розчинів);
	– алгоритми проведення вимірювань;
	– обмеження методів;
	– підбір функціональних складових обладнання;
	– розрахункові та графічні методи визначення показників;
	– розрахунок похибок непрямих вимірювань;

Наприклад, фахівець отримує об'єкт дослідження – напівпрозорий розчин, відповідного забарвлення, з характерним рівнем поглинання у визначеній ділянці електромагнітного спектра. Те, що він/вона усвідомлює, як досліджувати розчин, означає, що усвідомлений комплекс знання – вміння – навички.

Таблиця 2

Знання	– зв'язок між ступенем пропускання і поглинання;
	– закони Бугера, Ламберта, Бера;

Продовження таблиці 2

Знання	<ul style="list-style-type: none"> – методи визначення концентрації для даного методу дослідження; – порівняння оптичної густини стандартного і досліджуваного розчинів; – визначення за середнім значенням молярного коефіцієнта поглинання; – метод градувального графіка; – метод домішок; – метод фотометричного титрування;
	<ul style="list-style-type: none"> – обмеження методу вимірювання; – підбір типу кювет; – підбір фільтрів;
	<ul style="list-style-type: none"> – показники на лінійних та логарифмічних шкалах; – сутності калібрувального графіка; – методики розрахунку похибок прямих та непрямих вимірювань в однократних та багаторазових інструментальних вимірюваннях;
Вміння	<ul style="list-style-type: none"> – користуватися логарифмічними шкалами для зняття показників приладу;
	<ul style="list-style-type: none"> – підібрати оптимальний метод визначення концентрації для методики;
	<ul style="list-style-type: none"> – встановити кювету, встановити потрібний світлофільтр;
Навички	<ul style="list-style-type: none"> – знаходити частинні похідні, довірчі інтервали, встановлювати довірчу ймовірність, будувати графічні залежності, розраховувати похибки прямих та непрямих вимірювань та ін.
	<ul style="list-style-type: none"> – вибір методу дослідження для об'єкта;
	<ul style="list-style-type: none"> – проведення вимірювання згідно з алгоритмом його проведення;
	<ul style="list-style-type: none"> – провести вимірювання підібравши оптимальний розмір кювети світлофільтр; – визначення концентрації за графіком або розрахунковим шляхом; – перевірити відтворюваність результату.

Для реалізації вищевикладеного потрібна сформованість причинно-наслідкових зв'язків, тобто ті чи інші дії – це відповідь на розуміння причини, яка спонукає на виконання цієї дії.

Таблиця 3

наслідок (сукупність дій, які буде здійснювати фахівець)	причина (розуміння, чому саме цілком визначені дії слід виконати)
необхідність використання фільтра (монохроматичного випромінювання) для дослідження розчину	явище дисперсії поглинання (ступінь поглинутого випромінювання залежить від довжини хвилі світла, що проходить через зразок)
вибір оптимального фільтра (вибір конкретного фільтра) з використанням таблиці доповнюючих кольорів або визначити емпірично; мінімізація похибки вимірювання	у видимій частині спектра колір, який сприймається оком є результатом вибіркового поглинання певної ділянки спектра білого світла; колір розчину є доповнюючим до кольору поглинутого випромінювання; при використанні для дослідження монохроматичного випромінювання обирають те, яке характеризуватиметься найвищим поглинанням

Продовження таблиці 3

доцільність використати спектрофотометрію замість фотоколориметрії, коли необхідні значення рівня поглинання для випромінювань визначеної довжини хвилі (наприклад, визначення спектрів поглинання для можливої ідентифікації речовин)	світлофільтри характеризуються половою пропускання, тому маємо усереднений показник поглинання у вузькому діапазоні довжин хвиль
вибір кювети з огляду на інтенсивність забарвлення розчину: для розчинів з високою концентрацією беруть кювети малої довжини	розмір кювети, а отже як наслідок довжина оптичного шляху світла, впливає на рівень поглинання (закон Бера): чим довший шлях проходить світло через розчин тим інтенсивнішим буде поглинання, і меншим пропущений потік, який фактично реєструється
використання досліджуваного розчину та розчину порівняння або води	необхідність виключення впливу розчинника на показник оптичної густини для досліджуваного розчину
обмеження методу – низькі концентрації розчинів	вплив на вимірюваний показник інших фізичних явищ (напр., розсіяння); лінійність співвідношення концентрація-оптична густина тільки в ділянках малих концентрацій
досліджувані речовини повинні бути забарвлені, при відсутності забарвлення необхідно виконати фотометричні реакції, які його викликають	найчастіше вимірювання відбуваються у видимій ділянці спектра
для визначення концентрації розчину побудова калібрувального графіка у системі координат концентрація-поглинання (оптична густина)	лінійна залежність у системі координат концентрація-поглинання; експоненційна залежність у системі координат концентрація – коефіцієнт пропускання

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Отже, підхід акцентів «причина-наслідок» необхідно активно, систематично, структуровано та нефрагментовано практикувати для фаховоорієнтованості дисциплін. Це сприятиме зростанню мотивації вивчення природничих дисциплін, в цілому, і “Біологічної фізики з фізичними методами аналізу”, зокрема. Перспективи подальших наукових досліджень полягають у розробці заходів, які сприятимуть важливості вивчення дисциплін STEM-спрямованості для фармацевтичної галузі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

- Halina, R., Rizun, N., Pawłyszyn, I. (2019). Дослідження проблем зайнятості випускників навчальних закладів. Prognostication and planning of economic development: microeconomic and macroeconomic levels, 1, 182–197. (Halina, R., Rizun, N., Pawłyszyn, I. (2019). Study of problems of employment of graduates of educational institutions. закладів. Prognostication and planning of economic development: microeconomic and macroeconomic levels, 1, 182–197).
- Угринюк, О. (2020). Адаптація випускника ЗВО на ринку праці. Актуальні проблеми економіки, підприємництва та управління на сучасному етапі. Матеріали доповідей V Ювілейної науково-практичної конференції студентів та молодих вчених з міжнародною участю. Ч.1. Тернопіль, сс. 275–278. (Ughrynyuk, O. (2020). Adaptation of a graduate of higher education in the labor market. Actual problems of economy, entrepreneurship and management at the modern stage. Materials of reports of the V Jubilee

- scientific and practical conference of students and young scientists with international participation. Part 1. Ternopil, pp. 275–278).
3. Андрієвська, В. М. (2017). Проект як засіб реалізації STEAM-освіти у початковій школі. Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: «Педагогіка. Соціальна робота», 2(41), 11–14. (Andriievska, V. M. (2017). Project as a method of realization of STEAM-education in the primary school. Scientific Bulletin of Uzhhorod University. Series: «Pedagogy. Social work», 2(41), 11–14).
 4. Борзык, О., Москалюк, О., Смець, З., Височан, Л., Ящук, О. (2023). STEM як інноваційна стратегія інтегрованої освіти: світовий досвід та перспективи розвитку. Вісник науки та освіти, 1(7), 383–396. (Borzyk, O., Moskalyuk, O., Yemets, Z., Vysochan, L., Yashchuk, O. (2023). STEM as an innovative strategy of integrated education: global experience and development prospects. Bulletin of Science and Education, 1(7), 383–396).
 5. Федів, В. І., Олар, О. І., Бірюкова, Т. В. (2022). Психолого-педагогічні інструменти викладача природничих дисциплін при підготовці здобувача вищої медичної освіти. Вісник університету імені Альфреда Нобеля. Серія «Педагогіка і психологія». Педагогічні науки, 1(23), 223–229. DOI: 10.32342/2522-4115-2022-1-23-26. (Fediv, V. I., Olar, O. I., Biriukova, T. V. (2022). Psychological and pedagogical tools of the teacher of natural sciences in the preparation of a student of higher medical education. Bulletin of the Alfred Nobel University. Pedagogy and Psychology. Pedagogical Sciences, 1(23), 223–229. DOI: 10.32342/2522-4115-2022-1-23-26).
 6. STEM Designated Degree Program List. Retrieved from: https://benefits.va.gov/gibill/docs/fgib/STEM_Program_List.pdf
 7. STEM Disciplines. Retrieved from: <https://www.heri.ucla.edu/PDFs/surveyAdmin/fac/Listing-of-STEM-Disciplines.pdf>
 8. Zhu, X., Xiong, Z., Zheng, T., Li, L., Zhang, L., Yang, F. (2021). Case-based learning combined with science, technology, engineering and math (STEM) education concept to improve clinical thinking of undergraduate nursing students: A randomized experiment. Nursing Open, 8, 415–422. <https://doi.org/10.1002/nop2.642>
 9. Khmelnikova, L. I., Maslak, A. S. (2022). STEM-education in the chemical training of future pharmacists. Proceedings of the 7th International Scientific and Practical Conference «Theory and Practice of Science: Key Aspects» (December 19–20, 2022). Rome, Italy Pedagogic and education. 137. DOI10.51582/interconf.19–20.12.2022.005. Retrieved from: <https://archive.interconf.center/index.php/2709-4685/article/view/1971/2000>.
 10. Denner, J. STEM Education+Health Education=Creative Solutions. Retrieved from: <https://www.etr.org/blog/stem-education-health-education-creative-solutions/>
 11. Voltmer, E., Obst, K., Kötter, T. (2019). Study-related behavior patterns of medical students compared to students of science, technology, engineering and mathematics (STEM): a three-year longitudinal study. BMC Med Educ., 19, 262. Retrieved from <https://doi.org/10.1186/s12909-019-1696-6>
<https://bmcmeduc.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12909-019-1696-6>
 12. Стандарт вищої освіти зі спеціальності 226 Фармація, промислова фармація для другого (магістерського) рівня вищої освіти. (2022). Режим доступу: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/2022/11/11/226-Farmatsiya.promyslova.farmatsiya.mahistr-981-04.11.2022.pdf>. (Standard of higher education in specialty 226 Pharmacy, industrial pharmacy for the second (master's) level of higher education. (2022). Retrieved from: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/2022/11/11/226-Farmatsiya.promyslova.farmatsiya.mahistr-981-04.11.2022.pdf> /)

Fediv V. I., Olar O. I., Biriukova T. V. The concept of natural science teaching as a stem-component in pharmaceutical education.

Today, interdisciplinary integrated knowledge from various scientific fields which possess applied nature, as well as their relationship with information and computer technologies, which are permanent developing, are relevant and important. The labor market is in demand for specialists with versatile training and knowledge in various fields of natural sciences, technologies and engineering. This approach in the training of future specialists stimulates students to technical literacy and the ability to apply modern technologies.

Today, there is a lot of debate about the importance of STEM competencies of medical (pharmacy) students, if we take into account the wide range of disciplines that provide STEM competencies for future pharmacists.

The purpose of the research is the demonstration of the importance of the discipline "Biological physics with physical methods of analysis" as STEM components of pharmaceutical education for the formation of cause-and-effect relationships, as the base of professional competences of specialists in the field of industrial pharmacy.

The article presents the physico-mathematical component and its orientation in the integral STEM-components of the training of professional competencies presented in educational programs is considered on the base of speciality "Pharmacy, industrial pharmacy". The standards for the training of specialists in the relevant field are associated with the ability to develop and evaluate methods of quality control of medicinal products of natural and synthetic origin, including active pharmaceutical ingredients, medicinal plants raw materials and auxiliary substances using physical, chemical, physico-chemical, biological, microbiological and pharmaco-technological methods; carry out the standardization of medicinal products in accordance with current requirements and the role and task of the discipline "Biological physics with physical methods of analysis", as a STEM component, is to acquire such competencies. For the implementation of the above, the formation of cause-and-effect relationships is required, that is, certain actions are a response to the understanding of the reason that prompts the performance of this action. The analysis was carried out on the example of the topic "Photocolorimetric and spectrophotometric methods of analysis".

Prospect for further scientific research is the development of measures that will contribute to the understanding of the necessity to study the complex of natural sciences.

Key words: *pharmacy, medical and biological physics, STEM, cause-and-effect relationships, professional orientation, education, student, competence.*

УДК 377.016: 54

DOI 10.5281/zenodo.12190693

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

ВИКОРИСТАННЯ АЛГОРИТМІЧНИХ БЛОК-СХЕМ ПРИ ВИВЧЕННІ ХІМІЇ

У статті розглянуто результати дослідження, метою якого було проаналізувати ефективність використання алгоритмічного підходу, зокрема алгоритмічних блок-схем, у процесі навчання хімії для покращення навчальних результатів учнів старших класів. Авторами запропоновано використання алгоритмічних блок-схем, які дають змогу перетворити складні послідовності дій у візуально зрозумілий та зручний формат для учнів. Показано, що їх використання є доцільним як під час очного, так і в умовах

дистанційного навчання, на різних етапах процесу засвоєння знань як в урочний, так і позаурочний час, і є зручним як для учнів, так і для учителя. Розроблено ряд алгоритмічних блок-схем для вивчення хімії у десятому класі, зокрема для характеристики речовин, складання назв органічних речовин згідно із науковою номенклатурою, а також для розв'язання розрахункових задач різних типів. Авторами наведено та проаналізовано результати педагогічного дослідження, які свідчать про те, що використання алгоритмічних блок-схем під час вивчення хімії у експериментальному класі дозволило покращити навчальні результати для учнів, що мали початковий рівень навчальних досягнень. Водночас, їх використання дозволило суттєво зменшити кількість учнів, які мали середній рівень навчальних досягнень і підняти їх на достатній і, таким чином значно підвищити кількість учнів із достатнім рівнем навчальних досягнень; а також збільшити відсоток учнів, що навчалися на високому рівні. Загалом, отримані результати дослідження та їх аналіз підтвердили, що робота з алгоритмічними блок-схемами сприяє позитивній динаміці у навчанні хімії серед учнів старших класів, оскільки незалежно від вихідного рівня навчальних досягнень, учні, які працювали з алгоритмічними блок-схемами, досягали кращих результатів у вивченні хімії. Це свідчить про високу ефективність цього інструменту у формуванні предметних компетентностей з хімії, особливо у контексті дистанційного навчання.

Ключові слова: алгоритмічний підхід, алгоритмічні блок-схеми, навчання хімії, дистанційне навчання, навчальні досягнення.

Постановка проблеми. Дистанційне навчання стало необхідністю під час COVID-19 пандемії, коли заклади різних рівнів освіти по всьому світу були змушені переходити на онлайн формат, щоб забезпечити безпеку учнів, студентів та педагогічного персоналу. Україна, як і багато інших країн, зіткнулася з цим викликом як для учнів і студентів, так і для вчителів та викладачів [1, 2, 3, 13, 19, 20, 22], переходячи до віддаленої освіти в умовах пандемії. Проте тепер ситуація в українській системі освіти ускладнилася ще й через військові дії, які відбуваються в країні. Це створює додаткову нестабільність та обмежує доступ до звичайних освітніх ресурсів для багатьох здобувачів освіти та освітян.

У зв'язку з цим, пошук ефективних методів та форм навчання стає надзвичайно важливим завданням. І використання алгоритмічного підходу під час вивчення хімії, хоча і не є новиною в освітньому процесі, проте може стати потужним інструментом для полегшення процесу навчання, зокрема, при вивченні хімії, зважаючи на особливості її як науки. Можливість і необхідність застосування алгоритмів у навчанні зумовлені не тільки тим, що алгоритмічним шляхом матеріал засвоюється швидше, а також і тим, що учням під час вивчення хімії доводиться розв'язувати багато розрахункових задач.

Методисти та педагоги-практики постійно шукають шляхи оптимізації процесу навчання розв'язуванню задач. Одним із таких шляхів можна розглядати алгоритмізацію, оскільки оволодіння чіткою послідовністю у підході до розв'язування конкретного типу задач допомагає швидше опанувати цей метод навчання. Алгоритмічні інструкції або як їх ще називають – алгоритмічні приписи, мають достатньо широке використання під час вивчення хімії [4, 21], зокрема в таких випадках: а) при складанні реакцій різних типів на основі аналогії; б) при розв'язуванні різних типів розрахункових завдань; в) при складанні хімічних формул на основі валентності атомів елементів; г) для характеристики хімічних елементів на основі їхнього розташування в періодичній системі; г) для опису властивостей речовин; д) під час порівняння фізичних та хімічних властивостей речовин; е) для встановлення причинно-наслідкових зв'язків між зарядом ядра атома та його будовою, а також між будовою речовини та її властивостями; е) під час проведення лабораторних та практичних робіт; ж) при виконанні домашніх експериментів; з) при складанні структурних формул речовин.

Використання алгоритмів у навчанні учнів для вирішення завдань є необхідним не лише через наявність значної кількості задач різних типів, які більш ефективно

розв'язувати за їхньою допомогою, але й через те, що такий підхід до вирішення завдань сприяє розвитку мислення та інтуїції учнів.

Метою статті є аналіз ефективності використання алгоритмічного підходу, зокрема алгоритмічних блок-схем, у процесі навчання хімії для покращення навчальних результатів учнів старших класів.

Аналіз актуальних досліджень. Сам термін «алгоритм» виник у математичній науці, звідки і був запозичений в хімію. Під цим терміном зазвичай розуміють «...деяку систему операцій (дій) для розв'язування задач певного класу», «...систему правил для розв'язування певного класу задач», «...сукупність дій, які необхідно виконати в зазначеній послідовності для реалізації поставленого завдання», «...гарантовану програму дій, яка неминуче приводить до розв'язування тієї чи іншої задачі; тобто, це заздалегідь успішна програма дій» [5, с. 91]. У математиці використовують чітко визначене математичне поняття «алгоритм», у той час як у хімічній науці було сформульовано новий концепт – «алгоритмічна інструкція», «алгоритмічний припис» або «припис алгоритмічного типу». Хімічний алгоритмічний припис, на відміну від математичного алгоритму, є менш формалізованим, тому що його використання допускає операції не тільки зі знаками (символами, цифрами), але і вимагає реалізації конкретних способів діяльності та певних розумових операцій.

Використання алгоритмічного підходу досліджували у своїх роботах різні вчені, як вітчизняні: Блажко О. А. [5, 6], Вівюрській В. Я. [7], Душечкіна Н. Ю. [8], Козак О.П. [9], Савчин М. М. [12], Ярошенко О. Г. [14]; так і науковці інших країн: Akben, N. [16], Davidowitz, B., Chittleborough, G., Murray, E. [17], Laura J. Juszczak [18], Nyachwaya J. M., Warfa A.R. M., Roehrig G. H., Schneider J. L. [21], Surif, J., Ibrahim, N. H., Dalim, S. F. [23] та інші.

Виклад основного матеріалу. У навчальній програмі з хімії, складеній для 10 класу рівня стандарту, чітко зазначені усі аспекти компетентнісного підходу при вивченні хімії, а саме ключові та предметні компетентності. Предметна компетентність складається із знаннєвого, діяльнісного та ціннісного компонентів. Ми передбачали, що використання алгоритмічного підходу дозволить посилити знаннєву і діяльнісну складову хімічної компетентності.

Згідно із поставленою метою дослідження навчання хімії в експериментальному класі мало здійснюватися із використанням алгоритмічного підходу. Тому було розроблено методичне забезпечення формувального експерименту, до складу якого увійшли: тематичне планування, поурочні плани-конспекти, розроблено алгоритмічні блок-схеми та завдання для перевірки рівня навчальних досягнень.

Під час реалізації формувального експерименту нашого дослідження алгоритми ми розглядали як один із експериментальних чинників організації навчальної діяльності учнів.

Так, на початку експерименту під час вивчення теми «Вуглеводні» для опису основних представників гомологічних рядів відповідних класів ми пропонували учням використовувати наступний алгоритм: клас сполук, назва, якісний і кількісний склад, тип зв'язків, види ізомерії, фізичні властивості, способи отримання, хімічні властивості, використання та біологічне значення. Зазначений алгоритм ми відобразили у вигляді схеми [11], яка включала окремі блоки для кращої її візуалізації та легшого сприйняття учнями.

При вивченні хімічних сполук, зокрема органічних, дуже важливо вміти правильно давати їм назви, використовуючи правила систематичної номенклатури (IUPAC). У підручнику О. Г. Ярошенко [15 с.31] пропонується алгоритм для формування назви алканів (рис. 1). Зважаючи, що теперішнє покоління дітей – це діти-візуали [10], які бажають отримувати інформацію у сконцентрованому вигляді, вважаємо, що більш зручним буде подача такого алгоритму у вигляді зображення – алгоритмічної блок-схеми (рис. 2). При цьому, на наш погляд буде доречним апелювати до знань учнів з української мови і провести аналогію між частинами слова: префіксом, коренем та суфіксом, з якими вони дуже добре знайомі, і назвою органічної сполуки.

Алгоритм складання назви алкану

№	Дія зі складання назви алкану	Результат дії	Запис
1	У формулі обирають головний ланцюг, з'ясовують, які замісники є в ньому	Найдовшим (із трьома замісниками) є ланцюг з п'яти томів Карбону; три однакові замісники —CH ₃	$\begin{array}{ccccccc} & & \text{CH}_3 & & & & \\ & & & & & & \\ \text{CH}_3 & - & \text{C} & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH} & - & \text{CH}_3 \\ & & & & & & & & \\ & & \text{CH}_3 & & & & \text{CH}_3 & & \end{array}$
2	Нумерують ланцюг	Нумерацію здійснюємо зліва направо (хоча замісники розташовані і ліворуч, і праворуч біля другого атома Карбону, ліворуч їх більше)	$\begin{array}{ccccccc} & & \text{CH}_3 & & & & \\ & & & & & & \\ \overset{1}{\text{CH}_3} & - & \overset{2}{\text{C}} & - & \overset{3}{\text{CH}_2} & - & \overset{4}{\text{CH}} & - & \overset{5}{\text{CH}_3} \\ & & & & & & & & \\ & & \text{CH}_3 & & & & \text{CH}_3 & & \end{array}$
3	Записують частину назви алкану, що стосується замісників	Головний ланцюг має три замісники —CH ₃ (два розташовані біля другого атома Карбону й один біля четвертого), тож цифр має бути три: 2, 2, 4. Префікс теж «три». Назва кожного із трьох замісників — метил	2,2,4-триметил...
4	Складають повну назву речовини	Головним ланцюгом у цій сполуці є алкан з п'ятьма атомами Карбону в	2,2,4-триметилпентан

Рис 1. Алгоритмічна блок-схема назви алканів (за підручником О. Г. Ярошенко).

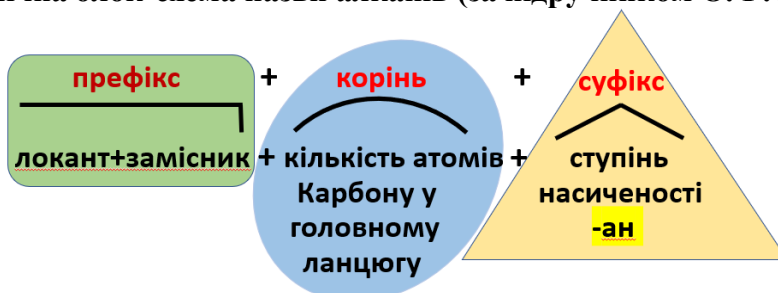


Рис 2. Алгоритмічна блок-схема складання назви алканів

Зауважимо, що запропонований прийом можна використовувати і при вивченні інших класів органічних сполук: алкенів, алкінів, децю змінивши в ньому (рис. 3).

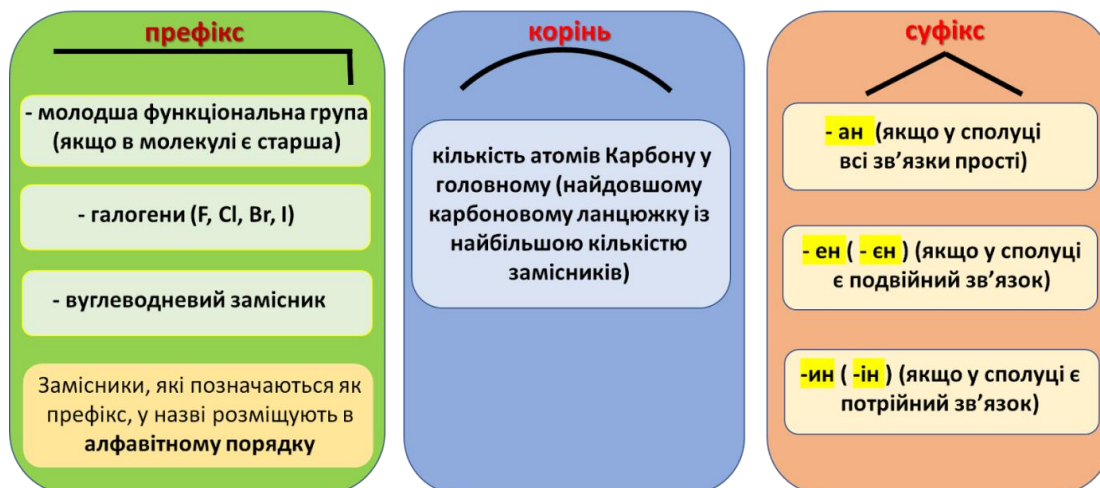


Рис 3. Алгоритмічна блок-схема складання назви вуглеводнів.

Для зворотної дії – складання структурної формули сполуки за її назвою, також можна використовувати алгоритмічний підхід. Ми розробили алгоритмічну схему, яку наведено на рис. 4.

Послідовність дій	Приклади
Проаналізувати корінь назви і визначити кількість атомів Карбону	3-етил-2,2-диметилгексан корінь гекс – 6 атомів Карбону
Проаналізувати суфікс і визначити тип зв'язку	-ан в молекулі одинарні зв'язки C – C – C – C – C – C
Записати ланцюжок із атомів Карбону і пронумерувати його	1 2 3 4 5 6 C – C – C – C – C – C
Проаналізувати префікс (замісники) і записати їх біля атомів Карбону згідно із <u>локантами</u> (цифрами)	CH₃ 1 2 3 4 5 6 C – C – C – C – C – C CH₃ CH₂–CH₃
Позначити рисочками усі валентності у атомів Карбону	CH₃ –C – C – C – C – C – C – CH₃ C₂H₅
Вписати усі атоми Гідрогену	H CH₃ H H H H H–C – C – C – C – C – C–H H CH₃ C₂H₅ H H H
Записати скорочену структурну формулу	CH₃ CH₃–C – CH – CH₂ – CH₂ – CH₃ CH₃ CH₂–CH₃

Рис 4. Алгоритмічна схема побудови структурної формули

Дуже зручним є використання алгоритмічного підходу під час розв'язування розрахункових задач.

При проведенні розрахунків, пов'язаних із визначенням молекулярної формули речовини за масовими частками елементів, що входять до її складу, можна запропонувати учням використати наступний алгоритм.

1. Проаналізуйте умову задачі і запишіть скорочену умову.
2. Запишіть формулу розрахунку молекулярної маси речовини за масовою часткою елемента

$$W(E) = \frac{n(E) \cdot Ar(E)}{Mr(\text{речовини})} \cdot 100\% \quad (1)$$

де W(E) – масова частка елемента в сполуці, n(E) – кількість атомів елемента (індекс), Ar(E) – відносна атомна маса хімічного елемента; Mr(речовини) – відносна молекулярна маса речовини.

3. Запишіть формулу розрахунку кількості атомів елемента n(E), користуючись формулою (1) і розрахуйте кількості атомів елементів у сполуці.
4. Знайдіть кількісне співвідношення атомів у сполуці.
5. Складіть найпростішу формулу речовини.
6. Перевірте Mr за найпростішою формулою речовини.
7. Запишіть істинну формулу речовини та відповідь.

Проте подавши цей алгоритм як лаконічну яскраву блок-схему (рис. 5), нам вдалося привернути увагу учнів та підвищити їх зацікавленість.

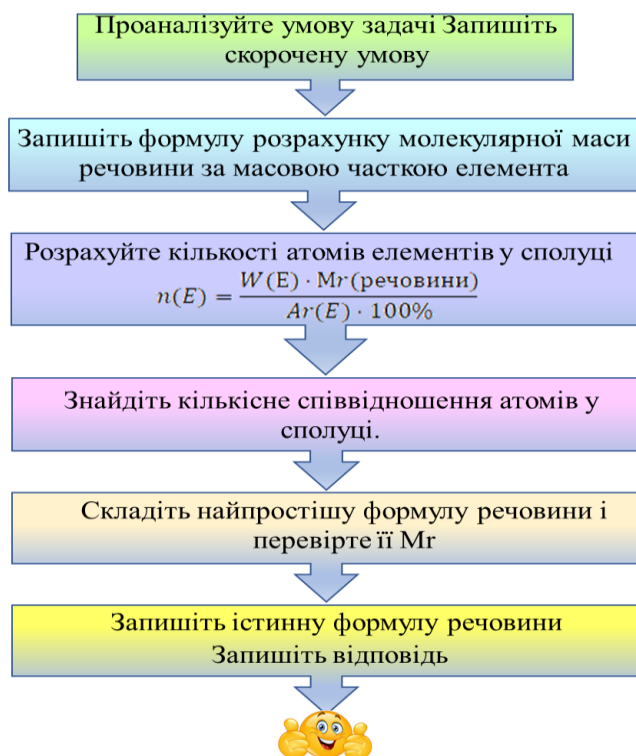


Рис. 5. Алгоритмічна блок-схема розв'язування задачі

Цей самий алгоритм можна подати, проілюструвавши прикладом розв'язування задачі для наочності (рис. 6).

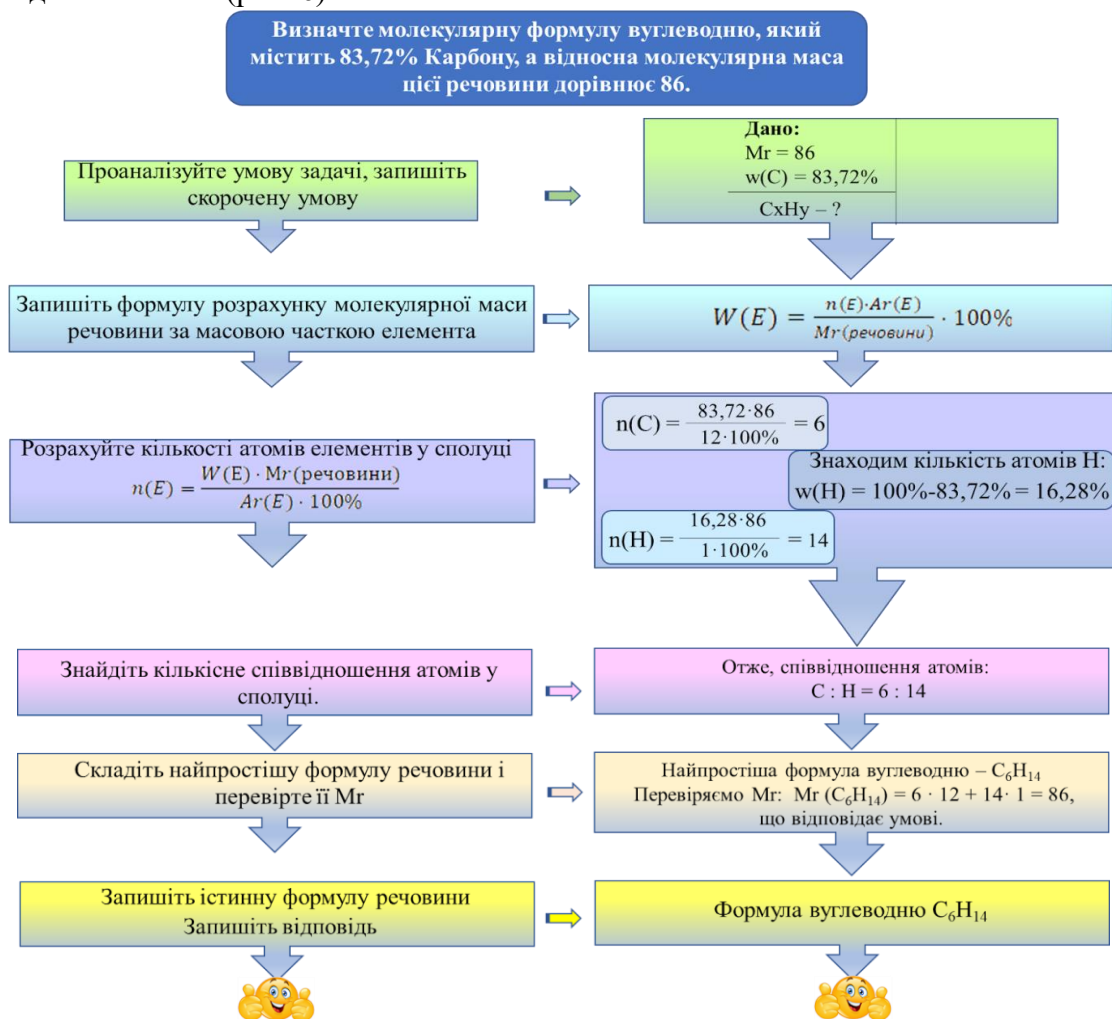


Рис. 6. Алгоритмічна блок-схема розв'язування задачі

Також для задач, спрямованих на виведення формули органічної речовини, наприклад, вуглеводню, виходячи із масових часток елементів та відносної густини речовини за іншою, учням можна пропонувати використовувати алгоритм розв'язування задачі у 6 етапів:

1. Прочитати і визначити умову задачі та що потрібно знайти чи обчислити та записати скорочену умову.
2. Визначити молекулярну масу речовини за відносною густиною.
3. Знайти кількісне співвідношення атомів Карбону у речовині.
4. Знайти кількісне співвідношення атомів Гідрогену у речовині.
5. Записати формулу речовини.
6. Записати відповідь до задачі.

Ми запропонували учням алгоритм та приклад розв'язання такого типу задач у вигляді блок-схеми (рис. 7).

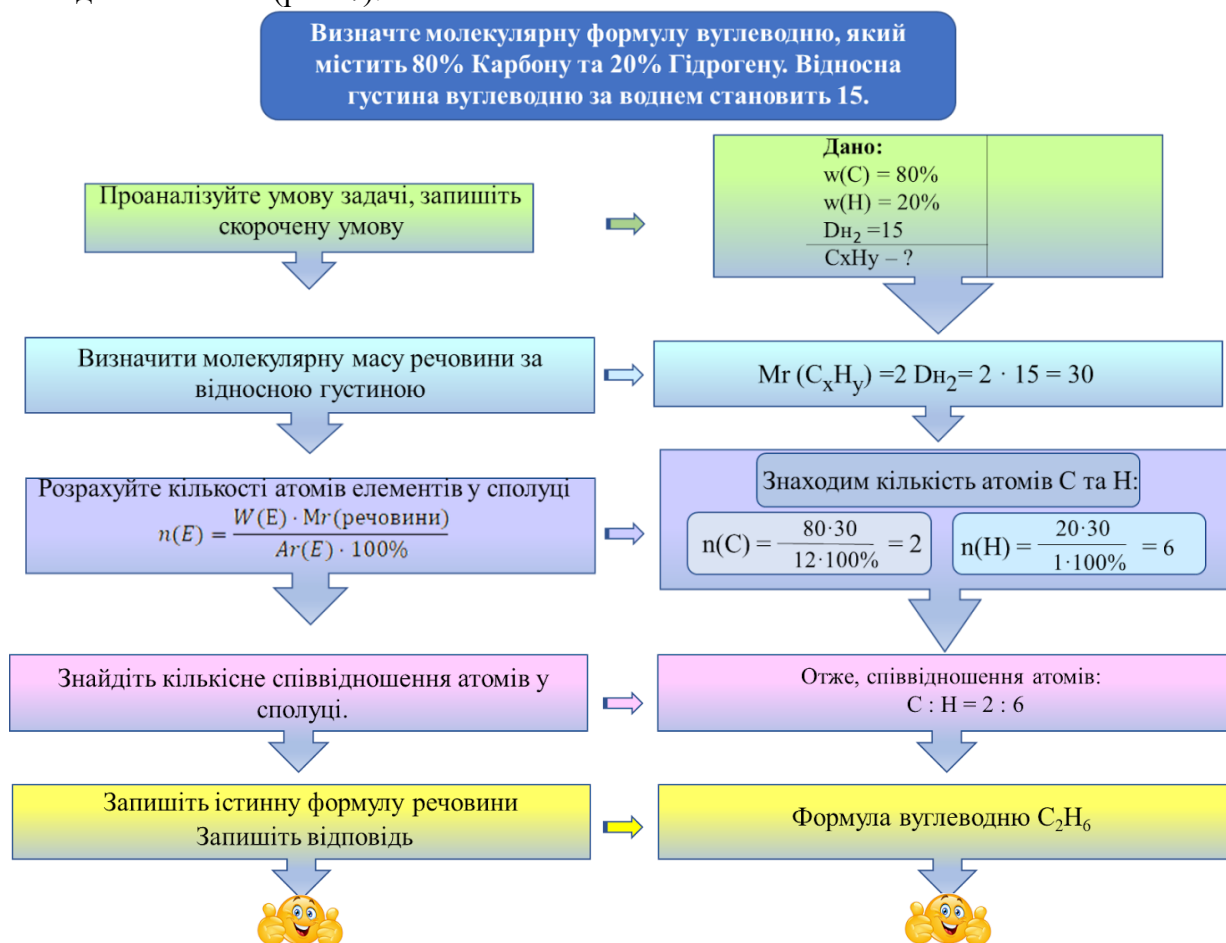


Рис 7. Алгоритмічна блок-схема розв'язування задачі на знаходження формули речовини

Зауважимо, що лаконічність, схематичність та яскравість таких алгоритмічних блок-схем за нашим спостереженням і згідно із опитуванням учнів значно полегшує їх розуміння, особливо для учнів із початковими та середніми навчальними досягненнями. Вони є дуже зручними і під час онлайн-навчання. Вчитель може демонструвати їх на екрані під час пояснення. Дуже гарною практикою є розміщення таких алгоритмічних схем у відкритому доступі, у той спосіб, який буде зручним і для учителя і для учнів. Можна створити папку на Google Диску, де розмістити такі алгоритми і відкрити доступ учням. Можна розмістити їх у Google Classroom або розіслати дітям на пошту чи у месенджери. Також вони будуть зручними для використання і під час очного навчання, адже можуть бути роздруковані, відсортовані за відповідними темами для зручності.

Подібні алгоритмічні блок-схеми можна використовувати на різних етапах процесу засвоєння знань як в урочний, так і позаурочний час. Тому варто, щоб кожен учень 10 класу мав дидактичну папку, наповнену алгоритмічними приписами, що використовуються при вивченні хімії в старших класах.

Як наслідок і результат формувального експерименту ми очікували, що використання алгоритмічних блок-схем у процесі навчання хімії в 10 класі має вплинути на сприйняття і розуміння учнів, у результаті чого має зміниться їх ставлення до навчання у статистично значущих межах, і що в кінцевому результаті має вплинути на рівень навчальних досягнень учнів..

На початку експерименту з метою визначення рівня навчальних досягнень учнів з хімії було проведено перевірку засвоєння залишкових хімічних знань, що були вивчені на час проведення початкового зрізу з теми «Повторення початкових понять про органічні речовини». Ми ставили за мету з'ясувати фактичний рівень засвоєння окремих теоретичних положень, рівень сформованості практичних умінь та оперування ними при виконанні вправ, розв'язування розрахункових задач.

За результатами початкового зрізу було встановлено (рис. 8), що із 27 учнів експериментального класу: 3 учні або 11,1 % мали початковий рівень навчальних досягнень, 10 учнів або 37 % – середній рівень навчальних досягнень, 10 учнів або 37 % – достатній рівень навчальних досягнень та 4 учнів або 14,8 % – високий рівень навчальних досягнень. Серед 28 учнів контрольного класу: 3 учнів або 10,7 % показали початковий рівень навчальних досягнень, 9 учнів або 32,1 % – середній рівень навчальних досягнень, 11 учнів або 39,3 % – достатній рівень навчальних досягнень та 5 учнів або 17,9 % – високий рівень навчальних досягнень. Результати початкового зрізу показали, що обрані класи не сильно відрізняються за рівнем навчальних досягнень учнів.

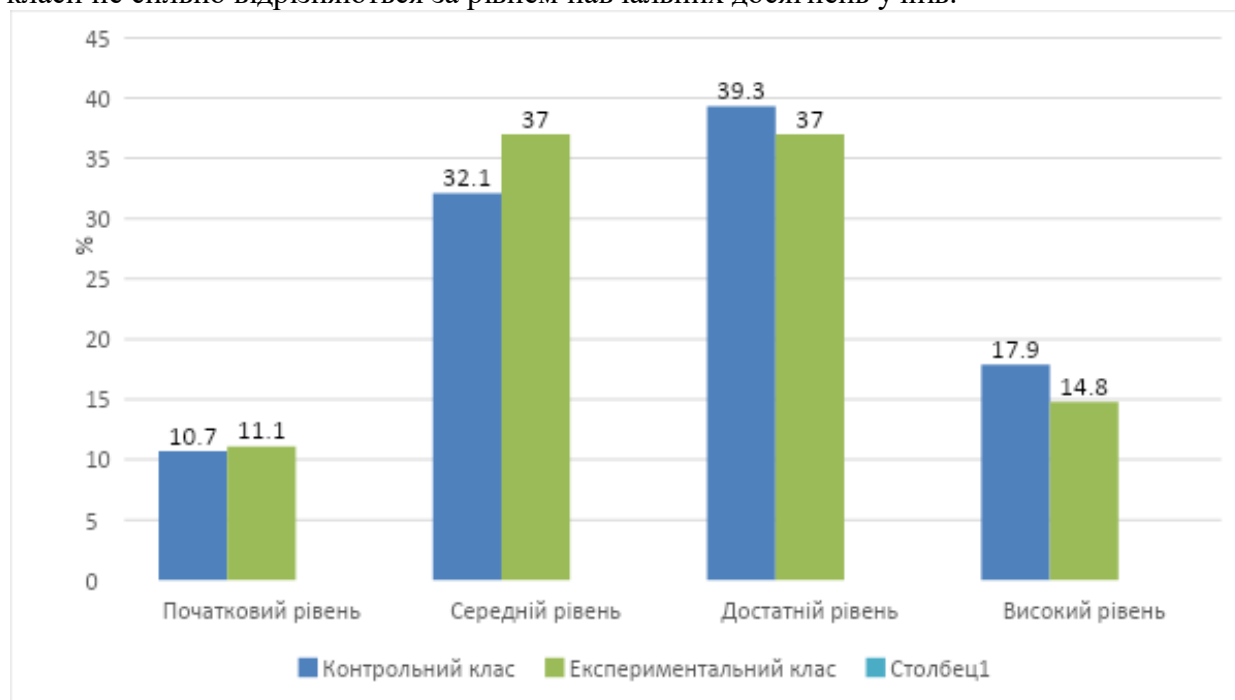


Рис. 8. Рівень навчальних досягнень учнів на початку експерименту

Через безпекову ситуацію навчальний процес у ЗСО відбувався у дистанційному форматі із використанням платформи Google Class та Zoom. Під час вивчення тем «Класифікація вуглеводнів. Алкани. Загальна формула алканів, структурна ізомерія, систематична номенклатура», «Алкени і алкіни. Загальні молекулярні формули алкенів і алкінів, структурна ізомерія, систематична номенклатура» на етапі вивчення нового матеріалу під час розгляду номенклатури цих класів органічних сполук у контрольному класі використовували текстове пояснення, як правильно складати назви сполук. А в

експериментальному класі на екран виводили розроблений алгоритм, наведений на рисунках 2 і 3. Цей же алгоритм було прикріплено на сторінці предмету у Google Class, щоб учні могли скористатися ним вдома при виконанні домашньої роботи. Як показала бесіда із учнями, більшість із них завантажили цей алгоритм собі, а його використання значно полегшило виконання домашнього завдання. На уроці «Склад, властивості, застосування окремих представників вуглеводнів (метан, етан, етен, етин), оксигеновмісних (метанол, етанол, гліцерол, етанова кислота) і нітрогеновмісних (аміноетанова кислота) органічних речовин» для характеристики органічних речовин учням було запропоновано скористатись розробленим нами алгоритмом, наведеним у [11]. На уроках за темами «Розрахункові задачі 1. Виведення молекулярної формули речовини за масовими частками елементів» та «Розрахункові задачі 2. Виведення молекулярної формули речовини за загальною формулою гомологічного ряду та густиною або відносною густиною», «Розв’язування задач і вправ» у експериментальному класі учням було запропоновано під час розв’язування задач використовувати алгоритмічний припис, наведений на рисунках 5, 6, 7. Для закріплення діти могли користуватись ним, розв’язуючи домашнє завдання вдома. Зауважимо, що усі розроблені нами алгоритмічні приписи було прикріплено у Google Class а також роздруковано для використання їх при очному навчанні та під час консультацій із учнями.

Наприкінці нашого дослідження під час тематичного оцінювання з теми «Вуглеводні» було проведено заключний зріз. Результати заключного зрізу показали, що із 27 учнів експериментального класу: початковий рівень навчальних досягнень мав лише 1 учень, що відповідає 3,7 %, 4 учнів або 14,8 % мали середній рівень навчальних досягнень, 17 учнів або 63 % – достатній рівень навчальних досягнень і 5 учнів або 18,5 % – високий рівень навчальних досягнень. Одержані результати узагальнені та наведені на рисунках 9 та 10.

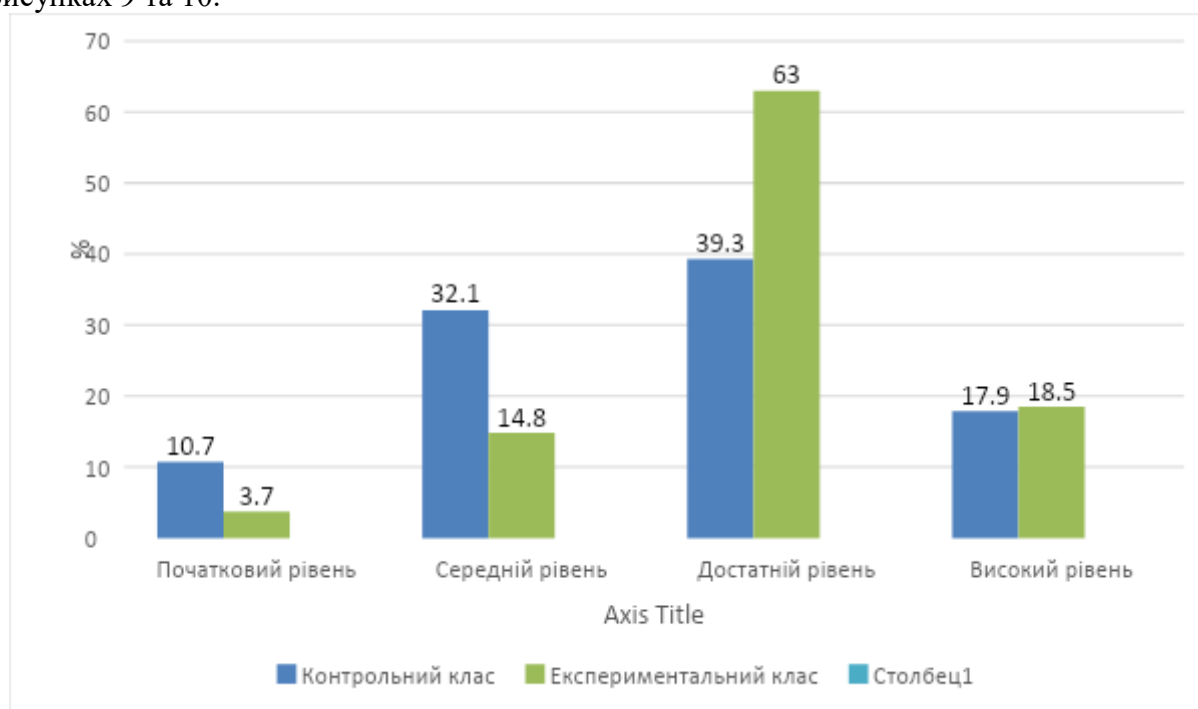


Рис. 9. Рівень навчальних досягнень учнів експериментального та контрольного класів наприкінці експерименту

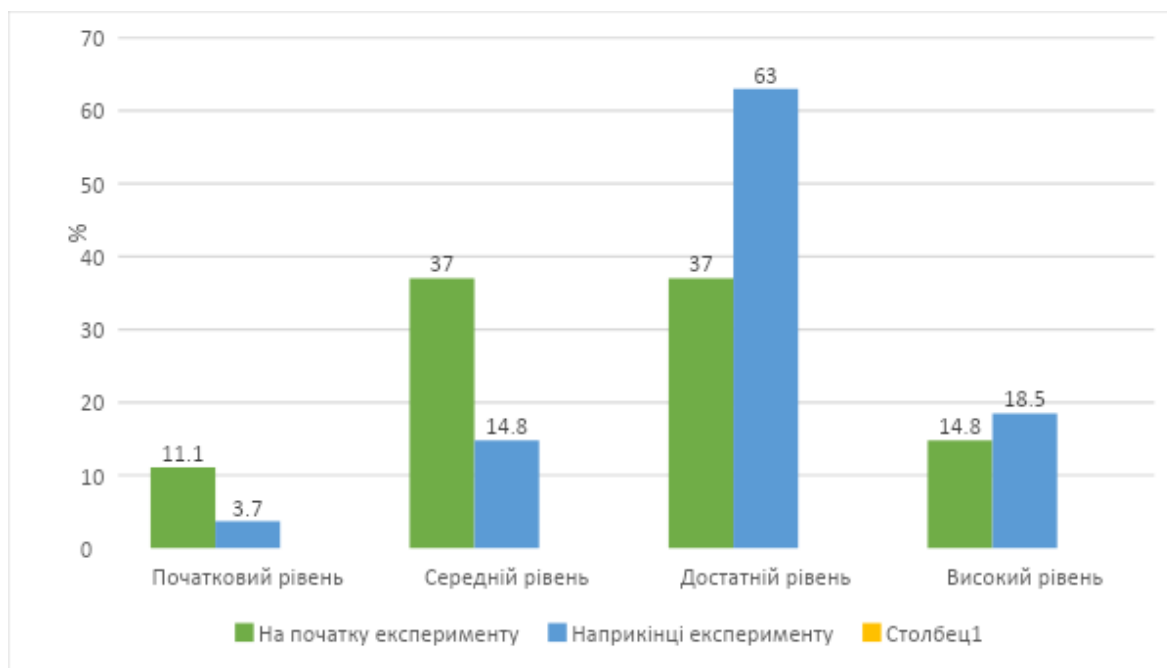


Рис. 10. Рівень навчальних досягнень учнів експериментального класу на початку та наприкінці експерименту

Як видно із результатів дослідження, представлених на рис. 9 та 10, кількість учнів із початковим рівнем навчальних досягнень у експериментальному класі знизився на 7,4%, середнім рівнем навчальних досягнень – на 22,2%, достатнім і високим рівнем – збільшився на 26% і 3,7% відповідно. Для контрольного класу зміни показників рівня навчальних досягнень практично не змінилися.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Проведене нами дослідження показало, що використання алгоритмічного підходу під час навчання хімії дозволяє покращити навчальні результати для учнів, особливо для учнів, які навчаються на достатньому рівні. Водночас, це дозволяє значно зменшити кількість учнів, які мають середній рівень навчальних досягнень і підняти їх на достатній. Порівняно зі звичайними алгоритмами, використання алгоритмічних блок-схем дає змогу перетворити складні послідовності дій у візуально зрозумілий формат, що особливо важливо для сучасних дітей, які у своїй більшості є візуалами, тому краще асимілюють інформацію саме через візуальні засоби. Це дозволяє їм краще засвоювати матеріал та заохочує до більш активної участі у навчальному процесі. Отже, отримані нами результати дослідження, їх кількісний та якісний аналіз показали, що систематична і цілеспрямована робота учнів, не залежно від рівня їх навчальних досягнень, із алгоритмічними блок-схемами загалом сприяє формуванню позитивної мотивації навчання і ефективно впливає на засвоєння ними хімічних знань, що є, на нашу думку, свідченням того, що цей інструмент є досить ефективним засобом формування предметних компетентностей з хімії у процесі навчання учнів старших класів, зокрема для дистанційної форми навчання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бабенко, О. М., Харченко, Ю. В. (2022). Хімічний експеримент в умовах дистанційної освіти. *Актуальні питання природничо-математичної освіти*. Суми : Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка, 1(19), 123–131. DOI 10.5281/zenodo.6630501. (Babenko, O. M., Kharchenko, Y. V. (2022). Chemistry Experiment in the Distance Learning. *Current issues of natural and mathematical education*. Sumy: Sumy state Pedagogical University named after A. S. Makarenko, 1(19), 123–131).
2. Бабенко, О. М., Харченко, Ю. В., Касьяненко, Г. Я. (2020). Аналіз готовності вчителів міста Суми та Сумської області до дистанційного навчання. *Актуальні питання природничо-математичної освіти*. Суми : Сумський державний педагогічний університет

- імені А. С. Макаренка, 1(15), 5–12. (Babenko, O. M., Kharchenko, Y. V., Kasianenko, H. Ya. (2020). Analysis of the teachers readiness for distance learning in Sumy and Sumy region. Current issues of natural and mathematical education. Sumy: Sumy state Pedagogical University named after A. S. Makarenko, 1(15), 5–12).
3. Бабенко, О. М., Харченко, Ю. В., Ліцман, Ю. В. (2020). Проблеми та виклики дистанційного навчання хімії у закладах загальної середньої освіти. Актуальні питання природничо-математичної освіти. Суми : Сумський державний. педагогічний університет імені А. С. Макаренка, 2(16), 20–28. (Babenko, O. M., Kharchenko, Y. V., Litsman Yu. V. The challenges and opportunities of distance learning chemistry in institutions of general secondary education. Current issues of natural and mathematical education. Sumy: Sumy state Pedagogical University named after A. S. Makarenko, 2(16), 20–28).
 4. Блажко, О. А. (2006). Організація пізнавальної діяльності учнів основної школи із початковим рівнем досягнень у навчанні хімії: Автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. Київ. (Blazhko, O. A. (2006). Organization of cognitive activity of elementary school students with initial level of achievements in chemistry education: Author's abstract. thesis ... candidate ped. Sciences: 13.00.02. Kyiv).
 5. Блажко, О. А. (2006). Використання алгоритмічних приписів у навчанні хімії в основній школі. Біологія і хімія в школі, 2, 44–46. (Blazhko, O. A. The use of algorithmic prescriptions in the teaching of chemistry in primary school. Biology and chemistry at school, 2, 44–46.).
 6. Блажко, О. А., Ярош, В. (2015). Використання алгоритмічних приписів у навчанні учнів розв'язувати розрахункові задачі з хімії. Хімічна та екологічна освіта: стан і перспективи розвитку: збірник наукових праць Міжнародної науково-практичної конференції. Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД». (Blazhko, O. A., Yarosh, V. (2015). The use of algorithmic prescriptions in teaching students to solve calculation problems in chemistry. Chemical and environmental education: state and prospects of development: collection of scientific works of the International scientific and practical conference. Vinnytsia: «Nilan-LTD»; LLC).
 7. Вівюрський, В. Я. (1980). Використання алгоритмічних приписів при складанні хімічних рівнянь. Хімія в школі, 36, 30–32. (Vyvursky, V. Ya. (1980). The use of algorithmic prescriptions when composing chemical equations. Chemistry at school, 36, 30–32.).
 8. Душечкіна, Н. Ю. (2021). Сучасні підходи до викладання хімічних дисциплін в умовах дистанційного навчання. Теорія та методика професійної освіти, 38, 131–138. (Dushechkina, N. Yu. (2021). Modern approaches to teaching chemical disciplines in distance learning conditions. Theory and methodology of professional education, 38, 131–138.).
 9. Козак, О. П. (2018). Алгоритмізація процесу навчання хімії в контексті формування предметних компетентностей. Теоретичні та методологічні проблеми сучасної педагогіки та психології : Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (м. Миколаїв, 09–10 листопада 2018 р.). ГО «Інститут інноваційної освіти»; Науково-навчальний центр прикладної інформатики НАН України. Миколаїв : ГО «Інститут інноваційної освіти». (с. 71–77). (Kozak, O. P. (2018). Algorithmization of the process of teaching chemistry in the context of the formation of subject competencies. Theoretical and methodological problems of modern pedagogy and psychology: Materials of the International Scientific and Practical Conference (Mykolaiv, November 09–10, 2018) / NGO «Institute of Innovative Education»; Scientific and educational center of applied informatics of the National Academy of Sciences of Ukraine. Mykolaiv: NGO «Institute of Innovative Education». (pp. 71–77.).
 10. Коростіль, Л. А. (2018). Покоління Z: пошук способів педагогічної взаємодії. Народна освіта, 1, 82–88. Режим доступу: https://www.narodnaosvita.kiev.ua/?page_id=5229. (Korostil, L. A. (2018). Generation Z: searching for ways of pedagogical interaction. Public education, 1, 82–88. Retrieved from: https://www.narodnaosvita.kiev.ua/?page_id=5229).
 11. Котляревська, Л., Харченко, Ю. (2023). Алгоритмічний підхід при вивченні хімії. Grail of Science, 33, 331–334. DOI:10.36074/grail-of-science.10.11.2023.52. (Kotliarevska, L., Kharchenko, Yu. (2023). Algorithmic approach to studying chemistry. Grail of science, 33, 331–334).

12. Савчин, М. М. (2015). Використання алгоритмів у курсі хімії як засіб та метод формування предметних компетентностей учнів. Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Педагогіка і психологія, 44, 324–328. (Savchyn, M. M. (2015). The use of algorithms in the course of chemistry as a means and method of forming students' subject competences. Scientific notes of Vinnytsia State Pedagogical University named after Mykhailo Kotsyubynskyi. Series: Pedagogy and psychology, 44, 324–328.).
13. Харченко, Ю., Бабенко, О., Сердюк, В. (2022). Онлайн-вікторини з хімії як елемент гейміфікації, спрямований на активізацію пізнавального інтересу учнів. Актуальні питання природничо-математичної освіти. Суми : Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка, 2(20), 144–154. (Kharchenko, Yu. V., Babenko, O. M., Serdiuk, V. O. (2022). Online quizzes in chemistry as an element of gamification aimed at activating the cognitive interest of students. Current issues of natural and mathematical education. Sumy: Sumy state Pedagogical University named after A. S. Makarenko, 2(20), 144–154).
14. Ярошенко, О. Г. (2020). Проблеми групової навчальної діяльності школярів: дидактико-методичний аспект. Віхи становлення наукової школи: наукове видання. Вінниця: Видавець ФОП Кушнір Ю. В. (сс. 10–208). (Yaroshenko, O. G. (2020). Problems of group educational activity of schoolchildren: didactic-methodical aspect. Milestones of the establishment of a scientific school: scientific edition. Vinnytsia: Publisher of FOP Kushnir Yu.V., P. (pp. 10–208).).
15. Ярошенко, О. Г. (2018). Хімія (рівень стандарту): підручник для 10 класів закладів загальної середньої освіти. Київ : УОВЦ «Оріон». (Yaroshenko, O. G. (2018). Chemistry (standard level): tutorial. for 10th grade institutions of general secondary education. Kyiv : UOC «Orion»).
16. Akben, N. (2020). Effects of the problem-posing approach on students' problem solving skills and metacognitive awareness in science education. *Research in Science Education*, 50(3), 1143–1165.
17. Davidowitz, B., Chittleborough, G., Murray, E. (2010). Student-generated submicro diagrams: A useful tool for teaching and learning chemical equations and stoichiometry. *Chemistry Education Research and Practice*, 11(3), 154–164.
18. Juszczak, L. J. (2021). Clock It: Solving the 3-D Chirality Problem with a 2-D Method – A Simple Algorithm for Teaching and Determining Enantiomers in General Chemistry *Journal of Chemical Education*, 98(10), 3384–3389. DOI: 10.1021/acs.jchemed.1c00633.
19. Lassoued, Z., Alhendawi, M., Bashitialshaaer, R. (2020). An Exploratory Study of the Obstacles for Achieving Quality in Distance Learning during the COVID-19 Pandemic. *Education sciences*, 10, 232. DOI:10.3390/educsci10090232. www.mdpi.com/journal/education.
20. Molloy, E. (2020). How to teach practical chemistry remotely. Retrieved from: <https://edu.rsc.org/ideas/how-to-teach-practical-chemistry-remotely/4011361.article>.
21. Nyachwaya, J. M., Warfa, A. R. M., Roehrig, G. H., Schneider, J. L. (2014). College chemistry students' use of memorized algorithms in chemical reactions. *Chemistry Education Research and Practice*, 15(1), 81–93. <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2014/RP/c3rp00114h>.
22. Sofi-Karim, M., Bali, A.O., Rached, K. (2023). Online education via media platforms and applications as an innovative teaching method. *Education and Information Technologies*, 28, 507–523. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11188-0>
23. Surif, J., Ibrahim, N. H., Dalim, S. F. (2014). Problem solving: Algorithms and conceptual and open-ended problems in chemistry. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 116, 4955-4963 <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.1055>.

Kharchenko Yu. V., Babenko O. M. The use of algorithmic flowcharts in chemistry education.

This article presents the results of a study that aimed to analyze the effectiveness of using an algorithmic approach, particularly algorithmic flowcharts, in chemistry education to improve the learning outcomes of high school students. The authors propose the use of algorithmic flowcharts, which allow complex sequences of actions to be transformed into a visually understandable and

convenient format for students. It is shown that their use is appropriate both during face-to-face and distance learning, at different stages of the knowledge acquisition process, both during and after school hours, and is convenient for both students and teachers. A number of algorithmic flowcharts have been developed for the study of chemistry in the tenth grade, in particular, for characterizing substances, composing names of organic substances in accordance with scientific nomenclature, and solving computational problems of different types. The authors present and analyze the results of a pedagogical study, which show that the use of algorithmic flowcharts in the study of chemistry in the experimental class allowed to improve the learning outcomes for students who had an initial level of academic achievement. At the same time, the use of these algorithms made it possible to significantly reduce the number of students who had an average level of academic achievement and raise them to a sufficient level, and thus significantly increase the number of students with a sufficient level of academic achievement; as well as to increase the percentage of students at a high level. In general, the results of the study and their analysis confirmed that working with algorithmic flowcharts contributes to the formation of positive dynamics in the teaching of chemistry among high school students, since regardless of the initial level of academic achievement, students who used algorithmic flowcharts achieved better results in the study of chemistry. This testifies to the high efficiency of this tool in the formation of subject competencies in chemistry, especially in the context of distance learning.

Key words: algorithmic approach, algorithmic flowcharts, chemistry education, distance learning, learning outcomes.

УДК 372.851.2 +37.01+37.02+37.04+514
DOI 10.5281/zenodo.12191303

О. С. Чашечникова
ORCID ID 0000-0003-1101-5534

Т. Г. Безлюдна
Сумський державний педагогічний
університет імені А.С.Макаренка

СПЕЦИФІКА ОЗНАЙОМЛЕННЯ СУЧАСНИХ СТАРШОКЛАСНИКІВ ІЗ ЛОГІЧНОЮ ПОБУДОВОЮ ГЕОМЕТРІЇ НА АКСІОМАТИЧНІЙ ОСНОВІ

У статті розглянуто специфіку ознайомлення сучасних старшокласників із логічною побудовою геометрії на аксіоматичній основі. Зазначено, що аксіоматичний метод широко застосовується у математиці, його розуміння позитивно впливає на розвиток мислення школярів. Засвоєння учнями систематичних курсів планіметрії та стереометрії викликає труднощі у школярів, і одна з причин те, що геометрія – єдина шкільна дисципліна, яка будується на дедуктивно-аксіоматичній основі, а тому висуваються достатньо високі вимоги до рівня розвитку логічного мислення учнів, абстрактного мислення та просторового мислення. Характерною рисою аксіоматичного методу є його абстрактність, і, на жаль, це вступає у протиріччя із психолого-педагогічними особливостями сучасних школярів, мислення яких називають мозаїчним, точковим, а розвитку у них здатності міркувати, ґрунтуючись на уявних моделях, заважає «залежність» від візуалізації.

Проаналізовано різні підходи до побудови та змісту аксіом стереометрії у шкільних підручниках. На основі аналізу пропонується авторське бачення представлення системи аксіом групи С. Зазначена важливість того, щоб у підручниках було достатньо завдань як на застосування аксіом, так і на усвідомлення їх сутності. Доцільно доповнювати завдання з основного підручника завданнями з інших, враховуючи відмінності у системах аксіом. Обґрунтовано, що ознайомлюючи школярів із аксіомами стереометрії, необхідно використовувати різноманітні наочність для конкретизації нових відомостей (моделі

просторових фігур, таблиці, схеми) та ІКТ для ілюстрації, супроводжувати пояснення діями з предметами і відповідними записами. При цьому важливо використати наочний посібник своєчасно, ілюструючи суть пояснення, залучаючи до роботи з посібником і пояснення самих учнів.

Ключові слова: математика, геометрія, аксіоматичний метод, навчання геометрії, логічна побудова геометрії на аксіоматичній основі.

Постановка проблеми. Проблема виникнення освітніх втрат з математики у сучасних умовах, нестача часу на вивчення математики знов породила запитання: чи дійсно необхідно знайомити учнів з побудовою геометрії на аксіоматичній основі (приклад такої побудови – у підручнику О. В. Погорелова, який, по суті, зробив революцію у побудові шкільного курсу геометрії [16; 17]); чи не достатньо у сучасних умовах для більшості учнів знати лише ті твердження (означення, аксіоми, теореми) та ті формули, які вони мають використовувати в ході розв'язування саме тих задач, які найчастіше зустрічаються у змісті завдань ЗНО та НМТ. З іншого боку, розвиток так званого «штучного інтелекту» призводить до того, що у частини суспільства формується споживацьке відношення до навчання. Про те, чого більше приносить у життя штучний інтелект (ШІ) – користі або шкоди – сперечаються найвидатніші вчені та розробники. Дехто застерігає, що існує загроза: машини стануть високорозвиненими, а люди не зможуть за ними встигати, і ті почнуть розвиватися самі по собі. Інші вважають, що використання ШІ зменшує роль навчання у житті сучасної людини, тому що тепер частина «розумової роботи» може бути виконана за неї, а для цього немає необхідності здобувати теоретичні знання.

І тому ще більш актуальною стає дискусія, чи необхідно знайомити школярів із логічною побудовою геометрії на аксіоматичній основі, або достатньо лише знати певні формули та теореми та вміти їх застосовувати для розв'язування простих задач, а все інше зможе зробити ШІ. Це не нова проблема. Навіть деякий час і відомі методисти притримувались думки, що немає необхідності вводити аксіоми на першому етапі вивчення геометрії, що аксіоматика в явному вигляді спочатку може бути відсутньою. У таких підручниках аксіоми «з'являються» поступово, коли «виникає необхідність», акцент робиться на наочно-інтуїтивні уявлення учнів. Цей підхід пропонують ті, хто вважає головною метою вивчення геометрії її практичне застосування.

Аксіоматика може бути введена на початку вивчення геометрії, тоді реалізується дедуктивний виклад курсу геометрії. О. В. Погорелов, С. М. Чашечников, І. Ф. Тесленко були прихильниками такого підходу, тому що найважливішою метою вивчення геометрії вважали розвиток в учнів логічного мислення, вміння доводити, обґрунтовувати. Можна припустити, що основну мету вивчення геометрії прихильники цього підходу вбачають у тому, щоб навчити учнів, студентів насамперед логічно мислити через навчання їх доводити, обґрунтовувати свої висновки, розмірковувати.

Здатність висловлювати свої думки послідовно, обґрунтовано важлива для кожної людини. Перші ж уроки математики можуть стати для учня школою логічного мислення. Вчитель математики привчає школярів обґрунтовано доводити або спростовувати твердження, навчає їх вибудовувати послідовний ланцюг міркувань.

Геометрія – єдина шкільна дисципліна, яка будується на дедуктивно-аксіоматичній основі і тому пред'являє підвищені вимоги до рівня розвитку логічного мислення школярів. В основі дедуктивно-аксіоматичного викладу геометрії лежить аксіоматичний метод.

Тому метою статті є на основі аналізу теоретичних джерел та практики навчання геометрії у сучасних умовах визначити специфіку ознайомлення старшокласників із логічною побудовою геометрії на аксіоматичній основі.

Аналіз актуальних досліджень. Аксіоматичний метод формувався протягом розвитку математики як науки. Геометри визначають, що у зв'язку з аксіоматичною побудовою геометрії в першу чергу виникають питання, чи можливо: аксіому вивести за допомогою логічних міркувань з інших тверджень; спираючись на аксіоми, шляхом логічних

міркувань вивести наслідки, що є запереченням один одного; доповнити існуючу систему аксіом новими аксіомами, які не є наслідками аксіом даної системи, і не суперечать аксіомам даної системи.

У розвитку аксіоматичного методу виділяють три етапи [9; 18]: від Евкліда до середини XIX сторіччя; період із середини XIX сторіччя пов'язаний з відкриттям М. Лобачевським неевклідової геометрії. Також в цей час активно створюються інші аксіоматики евклідової геометрії (Гільберта, Вейля та інших), а отже виникає новий погляд на сутність аксіоматичного методу (аксіоми – не самоочевидні істини, а твердження про початкові поняття, що приймаються без доведення і кладуться в основу теорії, з яких всі інші твердження доводяться), стимулювало розвиток поняття побудови систем аксіом (несуперечливість, повнота, незалежність); на початку XX сторіччя для подолання труднощів в обґрунтуванні математики Д. Гільберт запропонував свою теорію доведень, яка була названа метаматематикою.

Поступово аксіоми впроваджуються у шкільний курс геометрії. Перше видання підручника А. П. Кисельова вийшло у 1892 році (зміст було скорочено порівняно з відомими на той час підручниками), а у 1938 році, після виправлень та доповнень, внесених Н. О. Глаголевим, підручник став на довгі роки, переживши реформи освіти, єдиним офіційним підручником геометрії (окремо «Планіметрія» та «Стереометрія») [11; 12; 13] вітчизняної середньої школи, що доповнювався збірником завдань з геометрії М. О. Рибкіна. Аксіоматична основа підручника – аксіоматика Д. Гільберта.

Але після чергової реформи математичної освіти у 1971 році підручниками геометрії для всієї країни стають підручники А. М. Колмогорова, О. Ф. Семеновича, Р. С. Черкасова (геометрія 6–8) [15] та В. М. Клопського, З. А. Скопця, М. І. Ягодовського (геометрія 9–10) [14]. Ці підручники були написані так, що учень мав змогу працювати з ними і самостійно, гарно підібраний задачний матеріал сприяв ефективності навчання.

Аксіоми у підручнику А. М. Колмогорова та його авторського колективу формулювалися зрозуміло, у додатках до підручника було запропоновано матеріал щодо логічної побудови геометрії. Але «розпорошеність» аксіом по всьому підручнику створювало ситуацію, що у школярів виникало нерозуміння: чому одні зрозумілі твердження є аксіомами, а інші, також зрозумілі, ні. Це питання підняли у [23].

Наступними стали підручники О.В. Погорелова [16; 17] та авторського колективу під керівництвом Л. С. Атанасяна [8].

Підручник О. В. Погорелова визнаний науковцями класичним. Саме тому, працюючи над експертизою підручників геометрії для 7 класу у 2007 році, ми рівень науковості рукописів визначали, взявши за еталон саме цей підручник. У ньому компактно представлено систему аксіом, логічна побудова коректна і строго обґрунтована, витриманий принцип науковості (про це писали не лише науковці у галузі методики математики І.Ф.Тесленко, Л.Г.Чашечнікова, але й геометри, зокрема, С.М.Чашечніков) [19]. Отже, вже на початку вивчення планіметрії учням надається поняття про логічну побудову курсу на аксіоматичній основі.

Система аксіом О. В. Погорелова складається з десяти аксіом планіметрії (п'ять груп) та трьох аксіом групи С. Зосередимо увагу саме на аксіомах групи С.

С₁. Яка б не була площа, існують точки, що належать цій площині, і точки, які не належать їй.

С₂. Якщо дві різні площини мають спільну точку, то вони перетинаються по прямій, яка проходить через цю точку.

С₃. Якщо дві різні прямі мають спільну точку, то через них можна провести площину, і до того ж тільки одну.

Аксіоматика у підручнику Л. С. Атанасяна [5] близька до аксіоматики Д. Гільберта (містить 20 аксіом, які поділені на 5 груп [8]). Але у підручнику Л. С. Атанасяна аксіом більше (включено аксіоми, що стосуються поняття променя, напівплощини та напівпростору). Замість фрази «Хоч би якими були дві точки...» використовується «Через

будь-які дві (три) точки...». Аксиоми у цьому шкільному підручнику було побудовано з метою подати матеріал більш спрощено для розуміння школяра, але на практиці розуміння деяких з них викликало труднощі в учнів. Серед аксіом Д. Гільберта є аксиоми конгруентності, аксіома паралельних, аксиоми неперервності.

У підручнику Л. С. Атанасяна та авторського колективу явно (але неповно) і доступно введено поняття про аксіоматичну побудову курсу (деякі твердження про властивості геометричних фігур приймаються як вихідні положення (аксиоми), на основі яких доводяться далі теореми і, взагалі, будується вся геометрія). Автори не ставили завдання побудови системи незалежних аксіом (аксіома у їх підручнику може бути доведена на основі інших аксіом, для спрощення викладу вона прийнята як аксіома, а не теорема). Система аксіом, безперечно, неповна, але достатня для побудови курсу планіметрії.

Отже, ці підручники створили підґрунтя для створення методичних підходів до ознайомлення школярів з логічною побудовою геометрії на аксіоматичній основі. Розуміння сутності аксіоматичного методу позитивно впливає на розвиток мислення школярів.

Виклад основного матеріалу. Аксіоматичний метод є цінним інструментом наукових досліджень, за допомогою якого вдається розкрити зв'язки між поняттями та математичними теоріями, викладання теорії стає математично строгим. Характерною рисою аксіоматичного методу є його абстрактність, і, на жаль, це вступає у протиріччя із психолого-педагогічними особливостями сучасних школярів, мислення яких називають мозаїчним, точковим, а розвитку у них здатності міркувати, ґрунтуючись на уявних моделях, заважає «залежність» від візуалізації.

Але ж дедуктивна схема викладання теорії полягає в наступному: 1) перераховуються основні (неозначувані) поняття; 2) за допомогою основних (неозначуваних) понять даються означення інших понять; 3) формулюються аксиоми (система аксіом) – як властивості основних понять та відношень; 4) на базі аксіом доводяться теореми.

Необхідно вже на початку вивчення геометрії надати учням інформацію про сутність аксіоматичного методу (кожне поняття повинно бути або внесено до списку неозначуваних понять, або означене; кожне твердження повинно бути або внесено до списку аксіом, або доведене) та нагадувати про це систематично. На цьому етапі важливо залучити учнів до створення математичних довідників, де поступово вписуються аксиоми. Відмітимо, що учні намагаються уникати переписуванню від руки, тому доцільно їм пояснювати, що саме таким чином запам'ятовування відбувається з більшою швидкістю.

Нами було проведено опитування серед вчителів математики та запропоновані завдання на знання аксіом для учнів 7–11 класів (87 учнів) Улянівського ліцею Миколаївської селищної ради Сумського району Сумської області та 10 класу гімназії №1 м. Суми (36 учнів).

Запитання для вчителів

1. Чи є необхідність вводити аксиоми на початку вивчення геометрії?
2. Чи вимагаєте Ви, щоб учні знали формулювання аксіом напам'ять?
3. Чи доцільний, на Вашу думку, аксіоматичний шлях побудови геометрії?

100% опитаних вчителів вважають, що знання аксіоматичної побудови геометрії є важливою основою вивчення предмету, адже система аксіом є фундаментом усієї будівлі геометрії [23]. Але, у процесі обговорення зазначають, що часто розуміння цього починається у багатьох учнів лише у старших класах, коли створені передумови для розвитку теоретичного мислення.

Завдання для учнів складалося з двох частин.

1. Відповіді на запитання:

Поясніть, що таке «аксіома»? (правильно відповіли 70% учнів).

Чим відрізняються аксиоми від теорем? (правильно відповіли 92% учнів).

Наведіть приклад використання аксіом для доведення теореми / розв'язування задачі (змогли відповісти 50 % учнів).

2. Завдання на формулювання аксіом (надається початок формулювання аксіоми – учень закінчує) (правильно відповіли 52% учнів).

Також було проведене тестування онлайн лише учнів 10 класів щодо знання формулювань аксіом планіметрії (взяло участь 64 учні у 2018 році та 48 учнів у 2022 році) та стереометрії (взяло участь 32 учні у 2019 році та 36 учнів у 2022 році).

Порівняння показало, що відбулося зростання відсотку учнів, що мають низький рівень знання формулювань аксіом планіметрії (на 2,08%) та аксіом групи С (на 4,17%).

Можна зробити висновок, що дистанційне навчання математики негативно вплинуло на підготовку учнів до сприймання ними побудови системи аксіом, на знання ними формулювань аксіом, на вміння їх застосовувати до доведення теорем та розв'язування задач. Ця проблема потребує вирішення. Адже для продуктивного вивчення геометрії необхідні відповідні рівні абстрактного мислення та просторового мислення школярів, які, в свою чергу, також розвиваються у процесі вивчення предмету.

Дискусії ведуться щодо того, на якому етапі доцільно розпочинати знайомство учнів з аксіоматичним методом та що є умовами успішного навчання.

Найпоширеніші точки зору:

- зробити систематичний курс аксіоматичним, чітко відокремивши його від пропедевтичного, що характеризується широким використанням досвіду та заснованої на ньому інтуїції;
- на жодному етапі навчання не відокремлювати логіку від інтуїції, а правильно поєднувати їх по-різному на різних ступенях навчання;
- побудувати в аксіоматичному стилі лише невеликий фрагмент теорії у старших класах, щоб на цьому матеріалі знайомити учнів із сучасним аксіоматичним методом, а весь курс будувати, не відокремлюючи логіку від інтуїції.

Вважаємо: необхідно знайомити учнів із логічною побудовою геометрії на аксіоматичній основі, але залучаючи інтуїцію та спираючись на реальний досвід учнів.

Ознайомлення учнів з логічною побудовою геометрії на аксіоматичній основі є проблемою, яка потребує дослідження, починаючи з пропедевтичного курсу геометрії, але це предмет іншого дослідження. Тому зосередимся саме на навчанні геометрії у старшій школі.

Формулювання аксіом мають водночас задовольняти й вимогу науковості, й вимогу доступності. Так полегшується доведення більшості теорем і, крім того, «знімаються» запитання учнів про те, чому деякі «зрозумілі твердження» приймаються без доведення, а інші, також «зрозумілі твердження», необхідно доводити. Такий підхід, строгий облік введених у систематичному курсі основних понять і основних властивостей сприяє тому, щоб учні не намагалися використовувати в ході доведення всі відомі їм відомості (це також зазначено у [19]). Нами [21; 22; 23; 24] відмічалось: будуючи шкільний курс геометрії, слід обирати найбільш доцільну з врахуванням вікових особливостей учнів схему подання матеріалу. Аксіомами повинні обиратися твердження, істинність яких відома учням на основі їх практичного досвіду та знань з пропедевтичного курсу геометрії. Система аксіом повинна бути надлишковою та настільки «сильною», щоб кількість «очевидних» теорем була найменшою. Інакше знижується інтерес школярів до вивчення предмету через необхідність доводити те, що, на їх погляд, і так очевидно (приклад – третя ознака рівності трикутників).

Протягом трьох років учні, вивчаючи планіметрію, працювали у двовимірному просторі, оволоділи знаннями щодо властивостей фігур та відповідних метричних відношень, навчалися будувати плоскі фігури за допомогою креслярських інструментів, доводити, обґрунтовувати кроки розв'язування. Їх вміння – результати цілеспрямованої та наполегливої спільної праці вчителя та учнів.

При вивченні геометричного матеріалу у старшій школі відбувається перехід з двовимірного простору у тривимірний. Цей перехід потребує розвинених просторового, абстрактного, логічного мислення. У тривимірному просторі площа стає самостійною фігурою та одночасно носієм всіх плоских фігур з численними їх властивостями. Не для

кожного учня просто уявити образ площини, ще важче уявити можливе розміщення двох, трьох і більше площин в цьому просторі, ще складніше побачити розміщення на цих площинах вже відомих плоских фігур [21; 22; 23; 24].

Вчителю необхідно пам'ятати, що цей процес просторової переорієнтації у розумі кожного учня є важким, за допомогою продуманої методики максимально допомогти йому у розвитку нових просторових уявлень. Нечіткість, розпливчастість просторових уявлень нерідко є причиною нерозуміння матеріалу стереометрії. Бажано використання моделей, стереометричного ящика та предметів із реального життя. Важливим є органічне поєднання просторових уявлень про властивості просторових фігур з суворо логічним обґрунтуванням їх існування, їх властивостей, а це можливо, якщо систематично поєднувати реальну наочність та виконувати логічне обґрунтування на основі використання аксіом.

Розглянемо підручники геометрії для 10 класу різних авторів (різних авторських колективів) щодо подання в них систем аксіом.

Основні властивості площин у просторі представлені аксіомами групи С, а ознайомленню з ними передувало повторення аксіом планіметрії. Потім розглядаються наслідки з аксіом стереометрії. Учні легко помічають аналогію у матеріалі планіметрії та стереометрії, але важливо також бачити відмінність у тлумаченнях та уявленнях таких образів, як «точка на площині» та «точка у просторі», «пряма на площині» та «пряма у просторі». Ці поняття у тривимірному просторі «перероджуються в нові образи».

І тут важливу роль грає те, як побудована система аксіом у підручнику, з яким працюють учні [21; 22; 23; 24].

Таблиця 1

Аксіоми групи С в різних підручниках

№	Автори	Аксіоми групи С
1	Мерзляк А. Г., Номіровський Д. А., Полонський В. Б., Якір М. С. [7]	Аксіома А₁ . У будь-якій площині простору виконуються всі аксіоми планіметрії. Аксіома А₂ . Через будь-які три точки простору, що не лежать на одній прямій, проходить площина і до того тільки одна. Аксіома А₃ . Якщо дві точки прямої належать площині, то й уся пряма належить цій площині. Аксіома А₄ . Якщо дві площини мають спільну точку, то вони перетинаються по прямій.
2	Бевз Г. П., Бевз В. Г., Владімірова Н. Г., Владіміров В. М. [1; 2; 3]	Аксіома С₁ . У просторі існує (принаймні одна) площина і точка, що не лежить у цій площині. Аксіома С₂ . Через будь-які три точки, що не лежать на одній прямій, можна провести площину і до того тільки одну. Аксіома С₃ . Якщо дві точки прямої належать площині, то й уся пряма належить цій площині. Аксіома С₄ . Якщо дві площини мають спільну точку, то вони перетинаються по прямій, яка проходить через цю точку.
3	Істер О.С. [10]	С₁ . Яка б не була площина, існують точки, які їй належать, і які їй не належать. С₂ . Якщо дві точки прямої лежать у площині, то й кожна точка цієї прямої лежить у даній площині. С₃ . Якщо дві різні площини мають одну спільну точку, то вони перетинаються по прямій, яка проходить через цю точку. С₄ . Через будь – які три точки, що не лежать на одній прямій, можна провести площину і до того ж тільки одну.

Продовження таблиці 1

4	Бурда М. І., Колесник Т. В., Мальований Ю. І., Тарасенкова Н. А. [4]	<ol style="list-style-type: none"> 1. Існують точки, що лежать у даній площині, і точки, що не лежать у ній. 2. Через будь-які три точки, що не лежать на одній прямій, можна провести площину і до того ж тільки одну. 3. Якщо дві точки прямої лежать у площині, то й кожна точка цієї прямої лежить у даній площині. 4. Якщо дві площини мають спільну точку, то вони перетинаються по прямій, яка проходить через цю точку.
---	---	---

Важливо, що у підручнику Мерзляка А. Г. та інших є уточнення, що у будь-якій площині простору виконуються всі аксіоми планіметрії. Вважаємо: тоді чітко зрозуміло: аксіоми стереометрії включають в себе не лише аксіоми групи С, але й аксіоми планіметрії. Але дане формулювання є не аксіомою, а є важливим уточненням.

У всіх з розглянутих підручників площина задається через три точки, що не лежать на одній прямій. Отже, всі інші завдання (через пряму і точку, що їй не належать; через дві прямі, що перетинаються; через дві паралельні прямі) вважаються наслідками і мають бути доведені (це питання глибоко досліджено нами (2011) [21; 22; 23]).

Аксіома про перетин **двох різних** площин сформульована коректно у підручнику О. С. Істера та О. В. Єргіної [6; 10]. Аксіома 1 у підручнику авторського колективу під керівництвом М. І. Бурди сформульована більш коректно [4], ніж в інших підручниках, і є, на наш погляд, обов'язковою.

Узагальнюючи, вважаємо, що систему аксіом групи С доцільно представити так:

1. Яка б не була площина, існують точки, що належать цій площині, і точки, що не належать їй.
2. Через будь-які три точки, що не лежать на одній прямій, можна провести площину, і до того ж тільки одну.
3. Якщо дві **різні** точки прямої належать площині, то й кожна точка цієї прямої належить цій площині.
4. Якщо дві **різні** площини мають спільну точку, то вони перетинаються по прямій, яка проходить через цю точку.

Важливо, щоб у підручниках було достатньо завдань як на застосування аксіом, так і на усвідомлення їх сутності. Для цього можливо доповнювати завдання з основного підручника завданнями з інших, враховуючи відмінності у системах аксіом.

Ознайомлюючи школярів із аксіомами стереометрії, необхідно використовувати різноманітні наочність для конкретизації нових відомостей (моделі просторових фігур, таблиці, схеми) та ІКТ для ілюстрації, супроводжувати пояснення діями з предметами і відповідними записами. При цьому важливо використати наочний посібник своєчасно, ілюструючи суть пояснення, залучаючи до роботи з посібником і пояснення самих учнів [21; 22; 23; 24]. Рисунки і записи на дошці треба виконувати грамотно, естетично. Необхідно організувати роботу з наочними посібниками так, щоб учні самі оперували ними і супроводжували свої дії відповідними поясненнями, тоді ефективність засвоєння матеріалу буде вище. Онлайн-курси, використання презентацій, відео на *youtube* сприяють ефективному вивченню навчального матеріалу, якщо вони грамотно продумані не лише з точки зору змісту, але й враховують психолого-педагогічні особливості учнів конкретної групи.

Нами досліджено [23], що з метою розвитку здатності відхилятися від традиційних схем мислення доцільно запропонувати учням довести, що дві паралельні прямі також задають єдину площину. Сприяє формуванню спроможності швидко висувати ідеї, продукувати задум; тактика, коли повному та обґрунтованому доведенню передують виконання схем-ілюстрацій до доведення, які водночас можуть стати підказкою для учнів з недостатньо високим рівнем розвитку творчого мислення.

Формуванню просторової уяви сприяє виховання культури виконання графічних зображень. У ході вивчення планіметрії деякою мірою згладжуються неточності у зображенні прямих, що перетинаються, на рисунку 1 порівняно з рисунком 2 (відмічено у [23]).

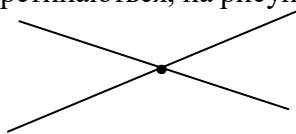


Рис. 1. Прямі перетинаються.

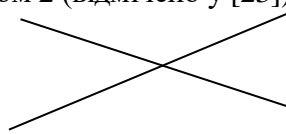


Рис. 2. Мимобіжні прямі.

Зображення у стереометрії вимагають більшої точності у даному випадку. Рисунок чітко ілюструє, що прямі перетинаються (рис.3), а на рис.4 може бути зображення двох мимобіжних прямих: спостерігач «знаходиться над площинами», яким належать дані прямі.

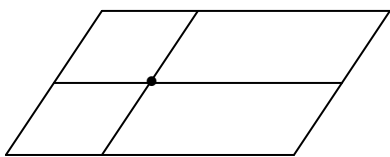


Рис. 3. Прямі, що перетинаються.

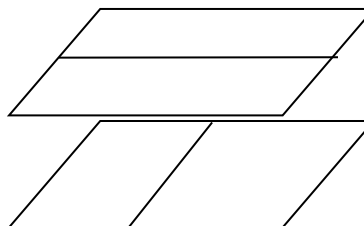


Рис. 4. Мимобіжні прямі.

Загальновідомо, що у підлітковому і ранньому юнацькому віці завершується формування когнітивних процесів, і перш за все мислення. Інтелект в своїх вищих проявах стає мовленнєвим, а мова інтелектуалізованою. Отже, учні цих вікових категорій мають бути готові до сприймання логічної побудови геометрії на аксіоматичній основі. А ознайомлення з логічною побудовою геометрії на аксіоматичній основі, в свою чергу, позитивно впливає на розвиток мислення.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Праця Евкліда була першою в історії людства науковою книгою: в ній геометрія була представлена як аксіоматична теорія. У навчанні геометрії знайшов відображення історичний процес формування аксіоматичного методу взагалі, який в основному проходить на полі геометрії. Заслуга в цьому належить видатній праці Евкліда «Начала», яка більше як на двадцять століть встановила не тільки канони геометричної науки, але і канони її викладання. Наступний етап – етап основ геометрії Д. Гільберта. На початку ХХ сторіччя – етап формально-аксіоматичного обґрунтування. Аксіоматичний метод широко застосовується у математиці, його розуміння позитивно впливає на розвиток мислення школярів. Засвоєння учнями систематичних курсів планіметрії та стереометрії викликає труднощі у школярів, і одна з причин те, що геометрія – єдина шкільна дисципліна, яка будується на дедуктивно-аксіоматичній основі, а тому висуваються достатньо високі вимоги до рівня розвитку логічного мислення учнів. Високими є вимоги до рівня абстрактного мислення та просторового мислення.

Пропонуємо систему аксіом групи С доцільно представити так:

1. Якщо α не була площина, існують точки, що належать цій площині, і точки, що належать їй.
2. Через будь-які три точки, що не лежать на одній прямій, можна провести площину, і до того ж тільки одну.
3. Якщо дві **різні** точки прямої належать площині, то й кожна точка цієї прямої належить цій площині.
4. Якщо дві **різні** площини мають спільну точку, то вони перетинаються по прямій, яка проходить через цю точку.

Важливо, щоб у підручниках було достатньо завдань як на застосування аксіом, так і на усвідомлення їх сутності. Доцільно доповнювати завдання з основного підручника завданнями з інших, враховуючи відмінності у системах аксіом.

Ознайомлюючи школярів із аксіомами стереометрії, необхідно використовувати різноманітні наочність для конкретизації нових відомостей (моделі просторових фігур, таблиці, схеми) та ІКТ для ілюстрації, супроводжувати пояснення діями з предметами і відповідними записами. При цьому важливо використати наочний посібник своєчасно, ілюструючи суть пояснення, залучаючи до роботи з посібником і пояснення самих учнів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Бевз, Г. П., Бевз, В. Г., Владімірова, Н. Г., Владіміров В. М. (2010). Геометрія 10. Підручник для загальноосвітніх навчальних закладів: профільний рівень. Київ : Генеза. (Bevs, G. P., Bevs, V. G., Vladimirova, N. G., Vladimirov V. M. (2010). Geometry 10. Textbook for secondary schools: profile level. Kyiv: Heneza).
2. Бевз, Г. П., Бевз, В. Г., Владімірова, Н. Г. (2018). Математика. Алгебра і початки аналізу та геометрія. Рівень стандарту. Підручник для 10 класу закладів загальної середньої освіти. Київ : Освіта. (Bevs, G. P., Bevs, V. G., Vladimirova, N. G. (2018). Math. Algebra and beginnings of analysis and geometry. Standard level. Textbook for the 10th grade of institutions of general secondary education. Kyiv: Osvita).
3. Бевз, Г. П., Бевз, В. Г., Владімірова, Н. Г. (2019). Математика. Алгебра і початки аналізу та геометрія. Рівень стандарту: підручник для 11 класу закладів загальної середньої освіти. Київ : Освіта. (Bevs, G. P., Bevs, V. G., Vladimirova, N. G. (2019). Math. Algebra and beginnings of analysis and geometry. Standard level: textbook for the 11th grade of institutions of general secondary education. Kyiv: Osvita).
4. Бурда, М. І., Колесник, Т. В., Мальований, Ю. І., Тарасенкова, Н. А. (2010). Математика 10: Рівень стандарт. Київ : Зодіак-Еко. (Burda, M. I., Kolesnyk, T. V., Malyovany, Y. I., Tarasenkova, N. A. (2010). Mathematics 10: Standard level. Kyiv: Zodiac-Eko).
5. Geometry. Grades 7–9: textbook. Л. С. Атанасян, В. Ф. Бутузов, С. Б. Кадомцев и др. (1989). Москва : Просвещение. (Geometry. Grades 7–9: textbook. L. S. Atanasyan, V. F. Butuzov, S. B. Kadomtsev and others (1989). Moscow: Prosveshchenye).
6. Геометрія: підручник для 10 класів загальноосвітніх навчальних закладів. О. С. Істер, О. В. Єргіна. Профільний рівень. (2018). Київ : Генеза. (Geometry: a tutorial for 10th grade of general education closing. O. S. Easter, O. V. Yergina. Profile level. (2018). Kyiv: Heneza).
7. Геометрія. 10 клас. Профільний рівень. А. Мерзляк, В. Полонський, Д. Номіровський, М. Якір (2018). Харків : Гімназія. (Geometry. Grade 10. Profile level. A. Merzlyak, V. Polonskyi, D. Nomirovskiy, M. Yakir (2018). Kharkiv: Himnaziia).
8. Гильберт, Д. (1948). Основания геометрии. Перевод с 7-го издания. Москва–Ленинград : ОГИЗ. (Hilbert, D. (1948). Foundations of geometry. Translation from the 7th edition. Moscow–Leningrad: OGIZ).
9. Ілляшенко, В. Я. (2012). Основи геометрії: Навчальний посібник для вищих навчальних закладів. Луцьк : РВВ «Вежа», Волинський національний університет імені Лесі Українки. (Ilyashenko, V. Ya. (2012). Basics of geometry: Education. manual for universities education closing. Lutsk: RVV "Vezha", Volyn National University named after Lesya Ukrainka).
10. Істер, О. С. (2018). Математика: (алгебра і початки аналізу та геометрія, рівень стандарту): Підручник для 10 класу закладів загальної середньої освіти. Київ : Генеза. (Easter, O. S. (2018). Mathematics: (algebra and beginnings of analysis and geometry, standard level): Textbook for 10th grade of general secondary education institutions. Kyiv: Heneza).
11. Кисельов, А. (1966). Геометрія. Підручник та збірник задач. 8–9 клас. (Kiselyov, A. (1966). Geometry. Textbook and collection of problems. 8–9 grade).
12. Киселев, А. П. (1961). Геометрия : ч. 2 : Стереометрия. Москва : Учпедгиз. (Kiselev, A. P. (1961). Geometry: Part 2: Stereometry. Moscow: Uchpedgiz).
13. Киселев, А. П. (1974). Геометрия : ч. 2 : Стереометрия : для 9–10 классов, под ред. и с доп. Н. А. Глаголева. Москва : Просвещение. (Kiselev, A. P. (1974). Geometry: part 2: Stereometry: for grades 9–10, In. H. A. Glagoleva (Ed. and add.). Moscow: Prosveshchenye).

14. Клопський, В. М., Скопец, З. А., Ягодівський, М. І. (1978). Геометрія 9–10, за ред. З. А. Скопца. (Klopskyi, V. M., Skorpets, Z. A., Yagodovskyi, M. I. (1978). Geometry 9–10, In Z. A. Skorpets (Ed.)).
15. Колмогоров, А. Н., Семенович, А. Ф., Черкасов, Р. С. (1979). Геометрія 6–8. Москва: Просвещение. (Kolmogorov, A. N., Semenovich, A. F., Cherkasov, R. S. (1979). Geometry 6–8. Moscow: Prosveshchenye).
16. Погорелов, О. В. (2007). Геометрія. Планіметрія. Підручник для 7–9 класів загальноосвітніх навчальних закладів. Київ: Школяр. (Pogorelov, O. V. (2007). Geometry. Planimetry. Textbook for grades 7–9 of general educational institutions. Kyiv: Shkoliar).
17. Погорелов, О. В. (2004). Геометрія. Стереометрія. Підручник для 10–11 класів загальноосвітніх навчальних закладів. Київ: Школяр. (Pogorelov, O. V. (2004). Geometry. Stereometry. Textbook for grades 10–11 of general educational institutions. Kyiv: Shkoliar).
18. Стеганцева, П. Г., Гречнева М. О. (2015). Основи математики. Основи геометрії: навчально-методичний посібник для здобувачів ступеня вищої освіти магістра спеціальності «Математика». Запоріжжя: ЗНУ. (Stegantseva, P. G., Grechneva, M. O. (2015). Fundamentals of mathematics. Basics of geometry: teaching and methodical guide for higher education master's degree holders in the "Mathematics" specialty. Zaporizhzhia: ZNU).
19. Тесленко, І. Ф., Чашечников, С. М., Чашечникова, Л. І. (1986). Методика преподавания планиметрии. Київ: Радянська школа. (Teslenko, I. F., Chashechnikov, S. M., Chashechnikova, L. I. (1986). Method of teaching planimetry. Kyiv: Radianska shkola).
20. Чашечникова, Л. Г., Чашечникова, О. С. (2010). Вивчення геометрії – школа логічного мислення. Матеріали міжнародної науково-методичної конференції «Проблеми математичної освіти» (ПМО–2010), м. Черкаси, 24–26 листопада 2010 р. Черкаси: ЧНУ імені Богдана Хмельницького (сс. 148–149). (Chashechnikova, L. G., Chashechnikova, O. S. (2010). The study of geometry is a school of logical thinking. Materials of the International Scientific and Methodological Conference "Problems of Mathematical Education" (PМО–2010), Cherkasy, November 24–26, 2010. Cherkasy: Bohdan Khmelnytsky National University (pp. 148–149)).
21. Чашечникова, О. С. (2008). Вплив індивідуальних особливостей учнів на засвоєння навчального матеріалу з математики. Математика, 19(463), 1–6. (Chashechnikova, O. S. (2008). The influence of individual characteristics of students on the assimilation of educational material in mathematics. Mathematics, 19(463), 1–6).
22. Чашечникова, О. С. (2011). Вплив особливостей оперування навчальним матеріалом на розвиток творчого мислення учнів. Математика в школі, 3, 38–45. (Chashechnikova, O. S. (2011). The influence of the peculiarities of handling educational material on the development of creative thinking of students. Mathematics in school, 3, 38–45).
23. Чашечникова, О. С. (2011). Теоретико-методичні основи формування і розвитку творчого мислення учнів в умовах диференційованого навчання математики (дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02). Суми. (Chashechnikova, O. S. (2011). Theoretical and methodological foundations of the formation and development of creative thinking of students in the conditions of differentiated teaching of mathematics. (DSc. abstract). Sumy).
24. Чашечникова, О. С. (2010). Шляхи розвитку творчого мислення в умовах профільного навчання математики. Математика в школі, 10, 33–36; 11, 33–37. (Chashechnikova, O. S. (2010). Ways of development of creative thinking in the conditions of specialized teaching of mathematics. Mathematics in school, 10, 33–36; 11, 33–37).

Chashechnikova O., Bezludna T. Specificity of familiarity of modern students with the logical structure of geometry on an axiomatic basis.

The article examines the specifics of familiarizing modern high school students with the logical construction of geometry on an axiomatic basis. It is noted that the axiomatic method is widely used in mathematics, its understanding has a positive effect on the development of schoolchildren's thinking. Students' assimilation of systematic courses of planimetry and stereometry causes difficulties for schoolchildren, and one of the reasons is that geometry is the

only school discipline that is built on a deductive-axiomatic basis, and therefore fairly high demands are placed on the level of development of students' logical thinking, abstract thinking and spatial thinking. A characteristic feature of the axiomatic method is its abstractness, and, unfortunately, this contradicts the psychological and pedagogical features of modern schoolchildren, whose thinking is called mosaic, point-based, and the development of their ability to reason based on imaginary models is hindered by "dependence" on visualization.

Different approaches to the construction and content of axioms of stereometry in school textbooks are analyzed. Based on the analysis, the author's vision of the presentation of the system of axioms of group C is proposed. The importance of textbooks having enough tasks for both applying axioms and understanding their essence is noted. It is advisable to supplement tasks from the main textbook with tasks from others, taking into account the differences in the axiom systems. It is justified that when familiarizing schoolchildren with the axioms of stereometry, it is necessary to use various visualizations to specify new information (models of spatial figures, tables, diagrams) and ICT for illustration, to accompany the explanation with actions with objects and relevant records. At the same time, it is important to use the visual guide in a timely manner, illustrating the essence of the explanation, involving the students themselves in working with the guide and the explanation.

Key words: mathematics, geometry, axiomatic method, learning geometry, logical construction of geometry on an axiomatic basis.

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

УДК 378.147+372.851
DOI 10.5281/zenodo.12163472

В. М. Бондарчук
ORCID ID 0000-0003-2793-8720

Р. М. Головня
ORCID ID 0000-0003-4680-4090

І. А. Свєрчевська
ORCID ID 0000-0001-7306-3836

Державний університет «Житомирська політехніка»

ВИКОРИСТАННЯ ВИЗНАЧНИХ ІСТОРИЧНИХ ЗАДАЧ
ДЛЯ РОЗВИТКУ КРЕАТИВНОГО МИСЛЕННЯ ЯК СКЛАДОВОЇ
МАТЕМАТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ

Стаття присвячена дослідженню можливості впливу на розвиток креативного мислення розв'язування визначних історичних математичних задач. Креативне мислення розглядається як складова математичної компетентності. Ці питання є актуальними у зв'язку зі зростаючими потребами суспільства в творчій особистості, спроможній знаходити шляхи вирішення проблем, продукувати успішні проекти, робити обґрунтовані висновки.

Формуванню прийомів креативного мислення сприяє розвиток умінь пошуку потрібної інформації, засобів розв'язування математичної задачі, всебічного розгляду, переформулювання задачі, внесення нових умов, прогнозування результату розв'язання.

Запропоновано використовувати визначні історичні задачі з математики. Узагальнення та видозміна відомих задач видатних математиків можуть бути використані як поштовх до пошукової діяльності та розвитку логічного мислення. Зосереджено увагу на невизначених рівняннях. Такі задачі розглядав давньогрецький математик Діофант. Найвідомішим невизначеним рівнянням є Велика теорема Ферма, над доведенням якої більше трьохсот років працювали математики всього світу.

Щоб відчутти причетність до великого відкриття доцільно розглядати запропоновані видозмінені рівняння Ферма, розв'язання яких доступне для здобувачів освіти. Стверджується, що це дасть поштовх до розвитку їх інтелектуальних здібностей, творчої активності та розвитку креативного мислення.

Змінені невизначені рівняння запропоновано називати видозміненими рівняннями Ферма. Запропоновано рівняння Ферма, які мають розв'язки при певних умовах, відмінних від умов самої теореми Ферма. Також розглянуто видозмінені рівняння Ферма, для яких доступні доведення щодо відсутності розв'язків.

Робиться висновок, що пошук шляхів розв'язання видозмінених рівнянь Ферма сприятиме розвитку креативного мислення під час навчання математики. Таким чином підвищиться якість формування компетентностей здобувачів освіти, в тому числі ключової математичної компетентності.

Ключові слова: компетентнісний підхід, формування компетентностей, математична компетентність, розвиток креативного мислення, визначні історичні задачі, навчання математики, невизначені рівняння, Велика теорема Ферма, видозмінені рівняння Ферма.

Постановка проблеми. У сучасному суспільстві зростає запит на ініціативну творчу особистість, здатну висувати нові ідеї, реалізувати їх, працювати над вирішенням

проблем. Запровадження в освітній процес компетентнісного підходу направлене на розвиток діяльнійшої особистості.

Однією з ключових компетентностей є математична, яка передбачає розвиток умінь самостійно мислити, бачити і формулювати проблему, шукати шляхи її вирішення, аналізувати отримані результати, робити висновки. Зростає потреба у формуванні прийомів творчого, креативного мислення.

Розвитку процесів мислення сприяє розв'язування таких завдань, коли виконуються дослідження і здійснюються відкриття. Потреба аналізувати, висувати і перевіряти припущення, прогнозувати результат розвиває логічне мислення, що характеризує творчу особистість.

Великий потенціал для досліджень мають визначні історичні задачі. Їх вивчення й узагальнення сприяє створенню атмосфери творчого пошуку, стимулює здатність критично мислити.

Ми вивчаємо історичний підхід у формуванні компетентностей [7, с. 19], [9, с. 80] досліджуємо роль узагальнень в історичних задачах у розвитку інтелектуальних умінь та творчого мислення [6, с. 50], [8, с. 107], [10, с. 100]. Пропонуємо розглянути вплив на розвиток критичного мислення розв'язування відомих історичних задач.

Аналіз актуальних досліджень. Дослідження шляхів впровадження компетентнісного підходу в навчання розглядали Акуленко І. А., Литвинова Г. С., Нелін Н. П., Овчарук О. В., Скворцова С. О.

Різні аспекти формування математичної компетентності були предметом розгляду науковців Ачкан А. А., Бурда М. І., Головань М. С., Дутка Г. Я., Матяш О. І., Раков С. А., Тарасенкова Н. А.

Розвиток креативного мислення та творчих здібностей учнів досліджували Бондар В. І., Власенко К. В., Чашечникова О. С., Чухрай З. Б.

Досліджували роль історичних задач з математики у навчанні Бевз В. Г., Вірченко Н. О., Годованюк Т. Л., Шумигай С. М.

Мета статті: описати можливості формування математичної компетентності через розвиток креативного мислення під час розв'язування визначних математичних задач.

Виклад основного матеріалу. Відомі історичні задачі мають значний потенціал для розкриття шляхів еволюції математичних ідей, активізації пошукової активності здобувачів освіти. Висунення ідей по узагальненню цих задач, способів їх розв'язання зі зміненими даними дає можливості для розвитку критичного мислення, мотивує застосовувати свої вміння для осмислення процесу наукового відкриття. Покажемо, як видозміна та узагальнення відомих задач дає змогу відчути причетність до розв'язання визначних математичних проблем.

Зосередимо увагу на задачах, що приводять до невизначених рівнянь. Значний вклад у розв'язання таких задач вніс відомий грецький математик ймовірно III століття Діофант. У другій книзі «Арифметики» Діофант ставить і розв'язує задачі, які еквівалентні невизначеним рівнянням та їх системам.

Задача 8. Книга II.

Заданий квадрат розкласти на два квадрати [4, с. 64]

Розв'язання автора. Нехай потрібно розкласти число 16 на два квадрати. Вважатимемо, що перший квадрат дорівнює x^2 , тоді другий $16 - x^2$. Якщо квадрати уявляти як геометричні фігури, то стають зрозумілими міркування Діофанта. Другий квадрат утворимо зі стороною, що дорівнює деякій кількості x зменшеній на стільки одиниць, якою є сторона квадрата 16. Тобто, наприклад, $2x - 4$. Тоді другий квадрат дорівнюватиме $(2x - 4)^2 = 4x^2 - 16x + 16$, а за початковими міркуваннями $16 - x^2$. Виконаємо перетворення $4x^2 - 16x + 16 = 16 - x^2$, $5x^2 = 16x$. Оскільки $x \neq 0$, отримаємо

$$x = \frac{16}{5}, \text{ тоді перший квадрат дорівнює } \frac{256}{25}, \text{ другий } 16 - \frac{256}{25} = \frac{400 - 256}{25} = \frac{144}{25} = \left(\frac{12}{5}\right)^2.$$

$$\text{Отже, отримали } 16 = \frac{256}{25} + \frac{144}{25}.$$

Якщо поставити завдання узагальнити метод розв'язування цієї задачі, то можна провівши міркування, висунувши гіпотезу та виконавши її перевірку дійти наступних висновків. Така задача еквівалентна невизначеному рівнянню $X^2 + Y^2 = a^2$. Діофант пропонує $a^2 = 16$, $X = x$, $Y = 2x - 4$. Тобто слідуючи методу Діофанта, можна запропонувати підстановку:

$$\begin{cases} X = x \\ Y = kx - a \end{cases}$$

У Діофанта число $a = 4$, число k – довільне. Далі виконуються аналогічні перетворення $(kx - a)^2 = a^2 - x^2$, $k^2x^2 - 2akx + a^2 = a^2 - x^2$ $(k^2 + 1)x^2 = 2akx$. Оскільки

$$x \neq 0, \text{ то } x = \frac{2ak}{k^2 + 1}, \text{ а } kx - a = \frac{2ak^2}{k^2 + 1} - a = \frac{2ak^2 - ak^2 - a}{k^2 + 1}, \text{ тобто } Y = a \frac{k^2 - 1}{k^2 + 1}.$$

$$\text{загальний розв'язок рівняння } \begin{cases} X = \frac{2ak}{k^2 + 1} \\ Y = a \frac{k^2 - 1}{k^2 + 1} \end{cases}$$

При $a = 4$, $k = 2$ отримаємо розв'язок задачі 8 Діофанта. Задача має безліч розв'язків. Наприклад, при $a = 5$, $k = 3$ отримаємо $X = 3$, $Y = 4$, тобто відому рівність $3^2 + 4^2 = 5^2$. Так дослідник-початківець може відчутти як здійснюються відкриття.

Саме до цієї задачі французький математик XVII століття Ферма зробив своє видатне зауваження про неможливість розкласти ні куб на два куби, ні бікватрат на два бікватрати, і взагалі ніякий степінь більший за квадрат не можна розкласти на два степеня з тим же показником. Тобто мова йде про теорему Ферма, над доведенням якої невпинно працювали математики понад три століття.

Отримуємо поштовх до ознайомлення з цією визначною теоремою. Можна запропонувати матеріали для вивчення історії доведення Великої теореми Ферма. Це можуть бути історичні факти починаючи від доведень частинних випадків Леонардом Ейлером, Софі Жермен до остаточного доведення, здійсненого у 1995 році американцем Ендрю Вайлсом [11, с. 51]. Також і більш серйозні дослідження, що дають поняття про спосіб доведення цієї теореми [1, с. 9], [3, с. 1].

Для розвитку творчого мислення варто запропонувати видозмінені рівняння Ферма, які мають розв'язки при певних умовах. На відміну від глобальної проблеми Ферма їх розв'язання може здійснити пересічний здобувач математичної освіти.

Рівняння 1.

У рівнянні Ферма $x^n + y^n = z^n$, яке не має розв'язків у натуральних числах при умові, що $n > 2$, можна внести зміну показника степеня z , збільшивши його на одиницю $x^n + y^n = z^{n+1}$. Видозмінене рівняння має натуральні розв'язки.

Розв'язання.

І спосіб.

Якщо взяти два довільних натуральних числа a і b та покласти $x = az$, $y = bz$, $z = a^n + b^n$, тоді отримаємо $x^n + y^n = a^n z^n + b^n z^n = (a^n + b^n) z^n = z \cdot z^n = z^{n+1}$. Тобто рівняння має розв'язки $x = az$, $y = bz$, $z = a^n + b^n$, де a і b – натуральні. Наприклад, при $a = 1$, $b = 2$, $n = 3$ отримаємо $z = 1^3 + 2^3 = 9$, $x = 9$, $y = 18$, тоді виконується $9^3 + 18^3 = 9^4$.

Цей спосіб розв'язання цього рівняння запропонував іранський математик XII століття Ал-Кархі. Можна запропонувати пошукову роботу для ознайомлення зі способом цього автора.

Ал-Кархі не вимагав, щоб розв'язки були цілими числами. Він взяв $x = my$, $z = ky$, та підставив їх у рівняння $x^n + y^n = z^{n+1}$. Отримав $m^n y^n + y^n = k^{n+1} y^{n+1}$, звідки $y^n(m^n + 1) = k^{n+1} y^{n+1}$, $y = \frac{m^n + 1}{k^{n+1}}$.

Розв'язки рівняння: $x = m \frac{m^n + 1}{k^{n+1}}$, $y = \frac{m^n + 1}{k^{n+1}}$, $z = k \frac{m^n + 1}{k^{n+1}}$. Якщо покласти $k=1$, розв'язки будуть цілими: $x = m(m^n + 1)$, $y = m^n + 1$, $z = m^n + 1$ при m – ціле. Якщо $m=2$, $n=3$ отримаємо $x=18$, $y=9$, $z=9$, що і за формулами першого способу.

Рівняння 2. У рівнянні Ферма змінимо показники степенів доданків так, щоб вони були різними, а саме $x^2 + y^3 = z^4$.

Дослідження, чи має рівняння розв'язки на множині простих чисел, приводить до негативної відповіді. Доведення виконано у [5, с. 61]. Проте цілі розв'язки цього рівняння можна знайти, подавши його у вигляді $y^3 = z^4 - x^2$ та розклавши на множники $y^3 = (z^2 - x)(z^2 + x)$. Тоді для розв'язання рівняння слід розглянути випадки:

1) $(z^2 - x)(z^2 + x) = y \cdot y^2$, вважаючи змінні цілими, зводимо рівняння до системи
$$\begin{cases} z^2 - x = y \\ z^2 + x = y^2 \end{cases}$$

2) $(z^2 - x)(z^2 + x) = y^2 \cdot y$, відповідна система
$$\begin{cases} z^2 - x = y^2 \\ z^2 + x = y \end{cases}$$
.

3) $(z^2 - x)(z^2 + x) = 1 \cdot y^3$, система
$$\begin{cases} z^2 - x = 1 \\ z^2 + x = y^3 \end{cases}$$
.

4) $(z^2 - x)(z^2 + x) = y^3 \cdot 1$, система
$$\begin{cases} z^2 - x = y^3 \\ z^2 + x = 1 \end{cases}$$
.

Серед розв'язків рівняння є $x = 3$, $y = -2$, $z = 1$.

Рівняння 3. Видозмінене рівняння Ферма, що має розв'язки, отримаємо, замінивши коефіцієнти: $x^n + ky^n = (k+1)z^n$.

При довільних натуральних n рівняння має розв'язок виду $x=y=z$. Тобто виконується $x^n = z^n$, $y^n = z^n$, підставимо в рівняння $x^n + ky^n = z^n + kz^n = (k+1)z^n$. Отже розв'язок знайдено.

Доцільно запропонувати задачі, в яких можна довести нерозв'язність видозміненого рівняння Ферма.

Рівняння 4. Якщо x , y , z , n – натуральні числа, причому $n \geq z$, то рівняння $x^n + y^n = z^n$ не має розв'язків.

Припустимо, що існують натуральні числа x , y , z , n , такі що $n \geq z$ та рівняння $x^n + y^n = z^n$ має розв'язки.

Покажемо, що $x \neq y$. При $x=y$ отримаємо $x^n + x^n = z^n$, $2x^n = z^n$, звідки $x = \frac{z}{\sqrt[n]{2}}$ – ірраціональне число, що суперечить умові. З рівняння видно, що $x < z$ та $y < z$. Будемо вважати, що $x < y$, тоді виконується умова $x < y < z$.

Якщо взяти всі числа найменші з можливих натуральних, то $x_{min} = 1$, $y_{min} = 2$, $z_{min} = 3$, тоді можна отримати висновок, що $z - y \geq 1$. Перетворимо нерівності:

$$z > x \rightarrow z^{n-1} > x^{n-1}, z^{n-2} > x^{n-2}, \dots \text{ та } z > y \rightarrow z^{n-1} > y^{n-1}, z^{n-2} > y^{n-2}, \dots$$

Врахувавши це, оцінимо різницю

$$z^n - y^n = (z - y)(z^{n-1} + yz^{n-2} + \dots + y^{n-1}) \geq 1 \cdot (x^{n-1} + x \cdot x^{n-2} + \dots + x^{n-1}) = \\ = x^{n-1} + x^{n-1} + \dots + x^{n-1} = n \cdot x^{n-1}.$$

Оскільки $n \geq z$ та $z > x$, маємо $n > x$, звідки $n \cdot x^{n-1} > x \cdot x^{n-1} = x^n$. Робимо висновок $z^n - y^n \geq n \cdot x^{n-1} > x^n$, тобто отримали нерівність $z^n - y^n > x^n$, що є протиріччям припущенню, що рівняння має розв'язки, тобто рівність $x^n + y^n = z^n$ правильна.

Отже, доведено, що якщо x, y, z, n – натуральні числа, причому $n \geq z$, то рівняння $x^n + y^n = z^n$ не має розв'язків.

Доведення нерозв'язності рівняння Ферма для випадків $n=3, n=4$ можна провести методом нескінченного спуску, придуманим самим Ферма. Його суть в тому, що припустивши наявність розв'язків даного рівняння, потрібно довести наявність іншого розв'язку, в який входили би числа менші за абсолютною величиною, та тоді відсутність розв'язків випливає з неможливості продовжити цей процес [1, с. 9].

Також можна довести неможливість виконання рівняння Ферма у випадках $n=4$ та $n=6$, якщо одне з чисел x, y є простим [2, с. 6]. Така видозміна рівняння Ферма за допомогою додаткових умов спрощує розв'язання відомої проблеми. Це дозволяє здобувачам освіти спробувати свої сили у науковому пошуку.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Дієвим засобом для розвитку креативного мислення у контексті формування математичної компетентності є робота з визначними історичними задачами. Видозміна таких задач, їх узагальнення розвиває вміння міркувати, перевіряти гіпотези, прогнозувати результати та формувати прийоми креативного мислення. У подальших дослідженнях слід розглянути вплив розв'язування математичних задач різними способами на розвиток креативного мислення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Іваненко, Н. Л., Мазорчук, В. С. (1996). Остання теорема Ферма. У світі математики, 2(1), 9–18. (Ivanenko, N. L., Mazorchuk, V. S. (1996). Fermat's Last Theorem. In the World of Mathematics, 2(1), 9–18).
2. Коваленко, І. М. (2017). Простенькі частинки надскладної проблеми. У світі математики, 23(1), 6–7. (Kovalenko, I. M. (2017). The Unpretentious Parts of Incredibly Complex Problem. In the World of Mathematics, 23(1), 6–7).
3. Колесов, О. І. (1998). Велику теорему Ферма доведено! У світі математики, 4(3), 1–2. (Kolesov, O. I. (1998). Fermat's Last Theorem Is Proven! In the World of Mathematics, 4(3), 1–2).
4. Конфорович, А. Г. (1981). Визначні математичні задачі. Київ : Радянська школа. (Konforovych, A. H. (1981). Famous mathematical problems. Kyiv : Radianska shkola).
5. Лейфура, В. М. (1985). Діофантові рівняння. У світі математики, 16, 57–69. (Leifura, V. M. (1985). Diophantus's equations. In the World of Mathematics, 16, 57–69).
6. Свєрчевська, І. А. (2019). Узагальнення підстановок Діофанта. Актуальні питання природничо-математичної освіти. Суми : Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка, 2(14), 50–58. (Sverchevska, I. A. (2019). A generalization of Diophantus' substitutions. Current issues of natural and mathematical education. Sumy: Sumy state Pedagogical University named after A. S. Makarenko, 2(14), 50–58).
7. Свєрчевська, 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 Pedagogy, Odesa, 21(3), 19–23).
8. Свєрчевська, І. А. (2021). Розвиток інтелектуальних умінь студентів при вивченні вищої математики. Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у

- процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу «ІТМ*плюс – 2021» (с. 107–108). Суми. (Sverchevska, I. A. (2021). The development of intellectual students' skills while teaching higher mathematics. The development of intellectual and creative students' skills while teaching Science and Mathematics «ІТМ*plus – 2021», (pp. 107–108), Sumy).
9. Сверчевська, І. А. (2022) Формування математичної компетентності студентів у процесі розв'язування історичних задач з математичного аналізу. Актуальні питання природничо-математичної освіти. Суми : Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка, 1(19), 80–90. (Sverchevska, I. A. (2022). The formation of mathematical competence of mathematics teachers through solving historical mathematical analysis problems. Current issues of natural and mathematical education. Sumy: Sumy state Pedagogical University named after A. S. Makarenko, 1(19), 80–90).
 10. Сверчевська, І. А. (2023) Узагальнення історичної тотожності Діофанта як засіб розвитку творчого мислення у процесі формування математичної компетентності. Актуальні питання природничо-математичної освіти. Суми : Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка, 1(21), 100–105. (Sverchevska, I. A. (2022). The generalization of Diophantus'es identity as a means of creative thinking development during the formation of mathematical competence. Current issues of natural and mathematical education. Sumy: Sumy state Pedagogical University named after A. S. Makarenko, 1(21), 100–105).
 11. Шмигевський, М. В. (2006). Велика теорема Ферма. Математика в школі, 2, 51–55; 3, 52–55. (Shmyhevskiy, M. V. (2006). Fermat's Last Theorem. Mathematics at School, 2, 51–55; 3, 52–55).
 12. 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 for creative thinking development as mathematical competence component.

The work focuses on the ability to influence creative thinking development through solving famous historical mathematical problems. The authors consider creative thinking as a component of mathematical competence. The mentioned questions are relevant because of the increasing social need for creative individuals able to solve problems, produce successful projects, and make valid conclusions.

The formation of creative thinking techniques benefits from the development of searching skills, mathematical problem-solving methods, full consideration, task reformulation, introducing new conditions, and forecasting of solving results.

The authors propose to use famous historical mathematical problems. The generalization and modification of problems, suggested by prominent mathematicians, could be used to stimulate searching activity and logical thinking development. The study focuses on undefined equations. These problems have been considered by Diophantus, an Ancient Greek mathematician. The best-known undefined equation is Fermat's Last Theorem and mathematicians from around the world have been working on its proof for over three hundred years.

To feel involved in this great discovery it is advisable to consider the offered modified Fermat's equations with solving, feasible for students. The authors state that it would stimulate the development of their intellectual skills, creative activity, and creative thinking. The study suggests naming the mentioned modified equations the modified Fermat's equations. The authors provide Fermat's equations that have solutions in certain conditions which differ from Fermat's theorem original conditions. The article also considers the modified Fermat's equations with proof of solution absence available.

A conclusion is made that solving the modified Fermat's equations would facilitate the development of creative thinking in learning mathematics. Therefore, the quality of students' competence formation would increase, including mathematical key competence.

Key words: *competence-based approach, competence formation, mathematical competence, creative thinking development, famous historical problems, teaching mathematics, undefined equations, Fermat's Last Theorem, modifies Fermat's equations.*

УДК 372.862 : 37.026.1-9
DOI 10.5281/zenodo.12165364

О. М. Дудка
ORCID ID 0000-0002-1529-8204

О. М. Антонів
ORCID ID 0009-0006-7082-5122

Т. І. Тарас
ORCID ID 0000-0003-4565-2750

Прикарпатський національний університет
імені Василя Стефаника

ФОРМУВАННЯ В УЧНІВ КОМПЕТЕНТНОСТІ У ПРИРОДНИЧИХ НАУКАХ ЗАСОБАМИ STEAM-ПРОЄКТІВ

Статтю присвячено актуальній проблемі STEAM-освіти в Україні та міждисциплінарному підходу до вивчення природничо-математичних дисциплін.

Мета статті полягає в розкритті можливостей інтеграції природничих дисциплін в освітній процес під кутом практичного STEAM-орієнтованого підходу.

У викладі основного матеріалу визначено місце STEAM-освіти у формуванні компетентності у природничих науках у здобувачів освіти, описано головні переваги використання STEAM-освіти у навчанні; розглянуто проєктний метод як найперспективніший засіб реалізації STEAM-освіти у сучасній школі; запропоновано тему “Дослідження вірусів” для створення STEAM-проєктів з метою формування в учнів компетентностей у природничих науках; наведено приклади використання STEAM-проєктів у початковій школі «Обережно – вірус», у базовій школі «Вір у Світ», у старшій школі «Covid-19 – виклик для всього світу»; запропоновано використання розроблених STEAM-проєктів на уроках природничого циклу та факультативних заняттях; наведено результати експериментальної проєктної діяльності учнів в Угринівському ліцеї Угринівської сільської ради Івано-Франківської області; отримано висновок, що впровадження елементів STEAM-освіти в освітній процес сприяє формуванню основних компетентностей не тільки у галузі природничих наук, а й цифрової компетентності. В перспективі подальших досліджень є розробка нових навчальних проєктів та їх впровадження в освітній процес.

Ключові слова: *STEM-освіта, STEAM-навчання, STEAM-проєкти, компетентності, природничі науки, проєктна діяльність, дослідження вірусів.*

Постановка проблеми. Відповідно до Закону України «Про освіту», метою повної загальної середньої освіти є розвиток, виховання і соціалізація особистості, яка здатна до життя в суспільстві, має прагнення до самовдосконалення, самореалізації та навчання впродовж життя і досягти цієї мети можна шляхом формування у здобувачів освіти ключових компетентностей у різних сферах життя [2]. Високий розвиток новітніх інформаційно-комунікаційних технологій, нанотехнологій, робототехніки переводить освіту на інший рівень. Стає очевидним, що класичний підхід у галузі освіти вже не задовольняє потреби суспільства. Виникає потреба у досвідчених фахівцях: ІТ-медиках, біоетиках, генетичних консультантах, ігропрактиках та інших. На жаль, сьогодняшня традиційна освіта не може охопити всі ці зміни в межах одного навчального предмету. Все частіше і частіше у вчителів виникає проблема як зацікавити учнів, сформувані в них потрібні компетентності, виховати

всебічно розвинену особистість [4]. Сьогоднішні випускники – це наше майбутнє. А майбутнє, яке синтезує науку, мистецтво, творчість, інженерію та математику, цікаве кожному. Ось чому питання STEM-освіти настільки актуальне.

Саме інтеграція є провідним принципом STEM-освіти. Інтеграція дозволяє здійснювати модернізацію змісту освіти, навчального матеріалу та методологічних засад організації STEM-навчання. STEM об'єднує дисципліни на базі міждисциплінарних практико-орієнтованих підходів для інтегрованого вивчення природничо-математичних дисциплін в єдиний освітній прототип, який ґрунтується на ідеї застосування знань на практиці [7]. Проектна діяльність є основою впровадження STEM-освіти [6]. Такий підхід забезпечує комплексне навчання учнів для розв'язання соціальних, економічних і техніко-технологічних викликів XXI сторіччя.

Аналіз актуальних досліджень. Теоретичне обговорення питань STEM-освіти розкрито в працях зарубіжних (George Lucas, Georgette Yakman, Jonathan W. Gerlach) і вітчизняних (Н. Морзе, О. Патрікеєва, С. Галата, О. Коршунова та ін.) науковців, проблематика STEM-освіти стає об'єктом психолого-педагогічних досліджень (Крилов Д. А., Ловягин С. А., Рєпін А. О., Теплова А. Б., Церковна І. А., Чемяков В. Н. та ін.). У публікаціях обґрунтовується актуальність STEM-освіти, розглядаються психолого-педагогічні умови її реалізації, аналізується зарубіжний досвід, наводяться результати вивчення дидактичних можливостей окремих напрямків STEM-освіти, її ролі в розвитку інженерного мислення і т. д.

Науковці вивчають проблеми та перспективи STEM-освіти та STEM-напряму (роботи, Інтернет речей), висвітлюють проблеми підготовки STEM-педагогів, досліджують використання ігрових технологій у STEM. Успішна практика впровадження STEM-навчання в школах та включення його у мистецькі дисципліни (STEAM) допомагає покращити природні здібності учнів [3]. Водночас практичні питання впровадження STEM-освіти у школах до кінця не вивчені. Здебільшого науковці досліджували сам процес введення STEM-освіти та її перспективи, ми ж розглядаємо STEAM-освіту як можливість розвитку компетентності у природничих науках.

Мета статті: розкрити широкий спектр можливостей для інтеграції природничої освіти під кутом практичного STEAM-орієнтованого підходу.

Методи дослідження: на теоретичному етапі дослідження: аналіз інформаційних джерел з проблеми дослідження, моделювання процесу формування дослідницьких умінь в учнів в умовах впровадження STEM-освіти; на дослідно-експериментальному етапі: анкетування учнів і їхніх учителів, педагогічне спостереження, якісний і кількісний аналіз дослідницької діяльності учнів; на результативно-узагальнюючому етапі: порівняння й узагальнення результатів, систематизація та інтерпретація експериментальних даних. Результати дослідження апробовані і впроваджені в Угринівському ліцеї Угринівської сільської ради Івано-Франківської області серед здобувачів освіти початкової, базової та старшої школи.

Виклад основного матеріалу. Зародившись як спосіб більш ефективного і оптимального навчання дітей, освітня технологія STEM з кожним роком охоплює все більше педагогів в різних країнах світу. STEM – це не просто об'єднання різних предметів в одному проекті, це спроба розвитку ефекту синергії при пізнанні законів навколишнього світу. Деякі дослідники розглядають STEM як окрему філософію розуміння законів всесвіту через призму конкретних предметів, інші як спосіб запобігання відділення науки від реального світу. STEM-освіта забезпечує підвищення якості розуміння учнями фундаментальних наук, основ технології і інженерії, формування навичок високоорганізованого мислення, розвиток винахідницького потенціалу, в зв'язку з цим його перспективність безсумнівна. Поряд з цим STEM-освіта, як і будь-який складний, багатогранний феномен, вимагає серйозного наукового осмислення і опрацювання. STEM-освіта – це міст, що з'єднує процес навчання, кар'єру та подальше професійне зростання. Інноваційні освітні концепції підготують дітей до технологічно розвиненого світу на професійному рівні [1].

У зв'язку з впровадженням елементів STEM-підходу в освітній процес, інтеграційний зв'язок інформатики, математики та природничих наук потребує переосмислення. Внаслідок цього виникає необхідність у створенні практичних розробок, які будуть корисні сучасним педагогам для формування компетентності у природничих науках, цифрової та математичної компетентностей учнів нової української школи.

У рамках впровадження STEM-освіти в Україні [7], з метою подальшої реалізації наукової освіти школярів та можливостей інтеграції природничої освіти під кутом практичного STEAM-орієнтованого підходу [5] в Угринівському ліцеї було організовано творчу групу вчителів та здобувачів освіти, в процесі обговорення якої було обрано для дослідження STEAM-технологію як можливість розвитку компетентності у природничих науках, а також було вирішено вибрати актуальну для нашого часу тему «Дослідження вірусів».

Проведене дослідження на обізнаність здобувачів освіти із STEAM напрямком виявило, що питання STEAM-освіти дуже актуальне і потребує подальшого вивчення (41,6% дітей не знайомі з цим поняттям, 95,8% школярів вважають, що STEAM-проекти це цікаво та більшість здобувачів освіти хочуть приймати у них участь). Проведене опитування учнів також показало, що більшість дітей бажають детальніше познайомитись з темою захисту від вірусів.

В результаті було створено та апробовано три STEAM-проекти: для початкової школи (2 клас) «Обережно – вірус», для базової школи (9 клас) «Вір у Світ», для старшої школи (10 клас) «Covid-19 – виклик для всього світу»:

Проект	«Обережно – вірус»
Клас	2
Тривалість	Два тижні
Навчальні предмети	«Я досліджую світ», інформатика, мистецтво
За кількістю учасників	колективна робота під керівництвом вчителя
Тип проекту	Дослідницький, пізнавальний, творчий
Тематичне питання	Ознайомлення з вірусами, способами захисту від них та запобігання інфікуванню
Мета та завдання проекту	<ul style="list-style-type: none"> – познайомитися з дією вірусів та способами захисту від них, – розвивати вміння працювати в команді, – формування у дітей умінь працювати з додатковою літературою та Інтернет-джерелами.
Необхідне устаткування, приладдя та витратні матеріали	комп'ютер, фотоапарат, принтер, сканер, Інтернет, пакет програм Microsoft Office (Word, PowerPoint)
Вихідні знання та навички	Школярі розуміють будову та дію вірусів, знають способи захисту від них та способи запобігання інфікуванню; вміють шукати потрібну інформацію в Інтернеті.
Очікувані продукти	одноразові маски та антисептики

Проект	«Вір у Світ»
Клас	9
Тривалість	Два тижні
Навчальні предмети	українська мова, математика, біологія, географія, інформатика, мистецтво, історія
За кількістю учасників	кожен учасник команди виконував своє завдання
Тип проекту	Дослідницький, творчий, пізнавальний
Тематичне питання	Вивчення вірусів з точки зору різних наук
Мета та завдання проекту	<ul style="list-style-type: none"> – познайомитися з історією виникнення вірусів; – більше дізнатися про будову та дію вірусів – виховати в здобувачів освіти любов до рідного краю; – формування в них екологічної культури;

Продовження таблиці	
	<ul style="list-style-type: none"> – пошук нових форм, методів і моделей організації еколого-просвітницької роботи з учнями закладів загальної середньої освіти; – формування у дітей умінь працювати з додатковою літературою, Інтернет-джерелами та комп'ютерними програмами.
Необхідне устаткування, приладдя та витратні матеріали	фотоапарат, комп'ютер, сканер, принтер, Інтернет, пакет програм Microsoft Office (Word, PowerPoint), комп'ютерні програми Inshot та Enlight, папір.
Вихідні знання та навички	Здобувачі освіти знають будову та дію вірусів, розробляють модель віруса Covid-19, інформаційний плакат, редагують фотографії за допомогою простих додатків. Вміють користуватися комп'ютером, записувати відеоролики, створювати презентації.
Очікувані продукти	Паперова модель вірусу, інформаційний плакат, відеоролик на тему «Атака вірусів. Врятуй планету».

Проект	«Covid-19 – виклик для всього світу»
Клас	10
Тривалість	Два тижні
Навчальні предмети	біологія, мистецтво, інформатика,
За кількістю учасників	груповий
Тип проекту	Дослідницький, творчий, пізнавальний
Тематичне питання	Вивчення вірусів з точки зору різних наук
Мета та завдання проекту	<ul style="list-style-type: none"> – більше дізнатися про будову та дію вірусів – виховати в здобувачів освіти любов до природничих наук; – формування в них екологічної культури; – пошук нових форм, методів і моделей організації еколого-просвітницької роботи з учнями закладів загальної середньої освіти; – формування у дітей умінь працювати з додатковою літературою, Інтернет-джерелами та комп'ютерними програмами.
Необхідне устаткування, приладдя та витратні матеріали	фотоапарат, диктофон, комп'ютер, сканер, принтер, Інтернет, пакет програм Microsoft Office (Word, PowerPoint), комп'ютерні програми Blender та
Вихідні знання та навички	Учні мають уявлення про будову та дію вірусів, розробляють комп'ютерну модель віруса Covid-19, вчать розпізнавати симптоми хвороби. Вміють користуватися комп'ютером, записувати подкасти.
Очікувані продукти	Комп'ютерна модель віруса, подкаст на тему «Про COVID-19»

Під час роботи над проектом «Обережно – вірус» учні початкової школи ознайомились з поняттям “віруси”, вивчили способи захисту від них та їх намалювали. В процесі реалізації проекту під керівництвом вчителя розробили засоби індивідуального захисту: маски, антисептики. Було проведено дослід, за допомогою якого здобувачі освіти ще раз переконалися, що потрібно часто мити руки, щоб не інфікуватись.

Під час реалізації STEAM-проекту «Вір у Світ», який тривав 2 тижні, команда дев'ятикласників вивчали вірус з точки зору різних наук: української мови, математики, біології, географії, інформатики, мистецтва, історії. Виявлено, що вірус може бути як «ворогом» так і «другом». За допомогою простих комп'ютерних програм для відео-

монтажу InShot, диктофона, мобільних додатків з редагування фото Snapseed та Enlight були виготовлені матеріали для створення інформаційного плакату та відеоролик «Атака вірусів! Врятуй планету», а також створено паперову модель вірусу Covid-19.

Ідею учнів базової школи перейняли і старшокласники. Були використані матеріали розроблені Міністерством освіти і науки України та адаптовані до умов навчання у конкретно обраному освітньому закладі [8].

Здобувачі освіти детальніше ознайомились з будовою вірусів та шляхами передачі інфекції, сконцентрували свою увагу на тому, як діяти в контексті нового коронавірусу, обговорили важливість соціальної дистанції, миття рук та отримати знання, на які симптоми звернути увагу, щоби вчасно отримати медичну допомогу. На уроках інформатики за допомогою програми Blender десятикласники створили комп'ютерну модель вірусу Covid-19 та записали подкаст на тему «Про COVID-19».

В результаті роботи над проєктами здобувачі освіти розвинули уміння збирати та обробляти інформацію, застосовувати цифрові технології для формування компетентностей у галузі природничих наук, застосовувати математичні знання та наукові поняття на практиці.

На завершальному етапі дослідження проведено електронне опитування учнів щодо актуальності та ефективності навчання за методикою STEAM, результати яких свідчать про високу оцінку здобувачами освіти розроблених матеріалів, а також про неабиякий інтерес до створення та реалізації STEAM-проєктів. Під час створення та реалізації STEAM-проєктів здобувачі освіти оволоділи важливими компетентностями природничих дисциплін, набули практичного досвіду, сформували ціннісні орієнтації на збереження природи.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Дослідження показують, що впровадження STEAM-освіти є перспективним напрямком, і на сьогоднішній день в Україні він набирає обертів. Вивчення математики, інформатики та предметів природничого циклу є основою STEAM-технологій. STEAM-технологія не тільки допомагає краще засвоїти знання, а й розвиває у здобувачів освіти здібності до експериментування та критичного мислення, дослідницької та аналітичної роботи. Введення елементів STEAM-освіти в освітній процес сприяє формуванню основних компетентностей не тільки у галузі природничих наук, а й цифрової компетентності, що підтверджують результати проведеної апробації. В перспективі подальших досліджень є удосконалення навчальних проєктів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Власій, О. О., Дудка, О. М. (2019). Шляхи формування інформаційно-цифрової компетентності учасників освітнього процесу. Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету. Спецвипуск «Нові педагогічні підходи в STEAM освіті». сс. 375–382. doi: 10.28925/2414-0325.2019s35. (Vlasii, O. O., Dudka, O. M. (2019). Ways of forming the information and digital competence of participants in the educational process. Open educational e-environment of a modern university. Special issue "New pedagogical approaches in STEAM education". pp. 375–382. doi: 10.28925/2414-0325.2019s35]).
2. Закон України «Про освіту» (2017). (Відомості Верховної Ради (ВВР), 38–39, 380. (Law of Ukraine «On Education» (2017). (Verkhovna Rada information (VVR), 38–39, 380.)
3. Клименко, Л. О. (2016). Удосконалення навичок учителя-природничника з упровадження в навчальний процес методів пізнання природи (у межах STEM-освіти). Молодий вчений, 10(37). Режим доступу: <http://molodyvcheny.in.ua/files/journal/2016/10/56.pdf> (Klymenko, L. O. (2016). Improving the skills of a naturalist teacher to introduce the methods of learning about nature into the educational process (within STEM education). Young scientist, 10(37). Retrieved from: <http://molodyvcheny.in.ua/files/journal/2016/10/56.pdf>).
4. Крамаренко, Т. Г., Пилипенко, О. С. (2023). Математика в STEMі : навчально-методичний посібник. Кривий Ріг : Криворізький державний педагогічний університет.

- (Kramarenko, T. G., Pylypenko, O. S. (2023). Mathematics in STEM: educational and methodological guide. Kryvyi Rih: Kryvyi Rih State Pedagogical University).
5. Мостіпака, Т. П. (2014). Інтерактивні технології у викладанні природничих дисциплін. Модернізація вищої освіти в Україні та за кордоном : збірник наукових праць. За заг. ред. д.п.н., проф. С. С. Вітвицької, к.п.н., доц. Н. М. Мирончук. Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, сс. 143–148. (Mostipaka, T. P. (2014). Interactive technologies in teaching natural sciences. Modernization of higher education in Ukraine and abroad: collection of scientific works. In general ed. Ph.D., prof. S. S. Vitvytska, Ph.D., Assoc. N. M. Myronchuk. Zhytomyr: Department of ZhDU named after I. Franka, pp. 143–148).
 6. Патрикеєва, О., Горбенко, С., Лозова, О. (2020). Проектна діяльність як основа упровадження STEM-освіти. STEM – світ інноваційних можливостей. Реалізація програми інноваційного освітнього проекту «Я – дослідник». Режим доступу: <https://cutt.ly/aYvmXoR> (Patrikeeva, O., Gorbenko, S., Lozova, O. (2020). Project activity as a basis for implementing STEM education. STEM is a world of innovative possibilities. Implementation of the program of the innovative educational project "I am a researcher". Retrieved from: <https://cutt.ly/aYvmXoR>).
 7. Проект концепції STEM-освіти в Україні (2017). Режим доступу: http://mk-kor.at.ua/STEM/STEM_2017.pdf. (Project of the concept of STEM education in Ukraine (2017). Retrieved from: http://mk-kor.at.ua/STEM/STEM_2017.pdf).
 8. COVID-19: уроки для учнів 6-10 класів. Режим доступу: <https://nus.org.ua/covid19/> (COVID-19: lessons for students of grades 6-10. Retrieved from: <https://nus.org.ua/covid19/>).

Dudka O., Antoniv O., Taras T. Formation of school students' competence in natural sciences by means of STEAM-projects.

The article is devoted to the actual problem of STEAM-education in Ukraine and the interdisciplinary approach to the study of natural sciences and mathematics. Such integration allows to modernize the content of education, educational material and methodological principles of STEM training. STEM combines disciplines based on interdisciplinary practice-oriented approaches for integrated study of natural sciences and mathematics into a single educational prototype, which is based on the idea of applying knowledge in practice. The purpose of the article is revealing possibilities of integrating science education into the learning process through a practical STEAM-oriented approach.

In the article, the place of STEAM-education in the formation of students' competence in natural sciences is determined. The main advantages of using STEAM-education are described. The project method is considered as the most perspective way of realization of STEAM-education in modern school. The topic "Virus research" was proposed for the creation of STEAM-projects in order to form students' competencies in natural sciences. There are given a few practical examples for using STEAM-projects: in the primary school «Beware of the virus», in the primary school «Believe in the World», in the secondary school «Covid-19 is a challenge for the whole world». The use of the developed STEAM-projects at lessons of a natural cycle and optional employment is offered. The results of experimental work of project activities of students in Uhryniv lyceum of Uhryniv village council of Ivano-Frankivsk region are given. There is concluded that the introduction of elements of STEAM-education in the educational process contributes to the formation of basic competencies not only in the field of natural sciences, but also digital competence which confirms the results of the approbation. STEAM technology is not only the best acquisition of knowledge, but also develops in students the ability to experiment and critical thinking, research and analytical work. The authors of the article are intending to expand the educational projects with the aim of conducting further research.

Key words: *STEM-education, STEAM-study, STEAM-projects, competencies, natural sciences, project activity, virus investigating.*

УДК 378.147

DOI 10.5281/ZENODO.12165594

О. В. Карупу

ORCID ID 0000-0002-8077-3323

Т. А. Олешко

ORCID ID 0000-0002-8054-1178

В. В. Пахненко

ORCID ID 0000-0002-4082-9126

Національний авіаційний університет

ДЕЯКІ АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ВИКЛАДАННЯ ТЕОРІЇ ЙМОВІРНОСТЕЙ АНГЛІЙСЬКОЮ МОВОЮ В НАЦІОНАЛЬНОМУ АВІАЦІЙНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ

Розглянуто проблеми викладання теорії ймовірностей англomовним студентам технічних спеціальностей в НАУ (Національному авіаційному університеті). В НАУ іноземні студенти мають можливість навчатися як українською, так і англійською мовою. Більшість іноземних студентів обирає навчання в англomовних групах. Навчання англійською обирає також і досить значна частина українських студентів, оскільки англійська мова є однією з офіційних мов ІКАО (Міжнародна організація цивільної авіації). Тому здобуття професійної освіти англійською мовою для майбутніх фахівців авіаційної галузі надає додаткові можливості, зокрема при працевлаштуванні в міжнародних авіаційних компаніях.

У статті проаналізовано практику викладання в НАУ окремих тем дисципліни «Теорія ймовірностей та математична статистика» англійською мовою іноземним та українським студентам різних технічних спеціальностей. Розглянуто особливості студентського контингенту англomовних груп і проблеми методичного та організаційного характеру, що постають перед викладачами при викладанні теорії ймовірностей студентам, для яких англійська мова не є рідною. Розглянуто викладання теорії ймовірностей студентам, які навчаються за інженерними та ІТ спеціальностями. Зокрема проаналізовано особливості викладання окремих питань теорії випадкових подій і теорії випадкових величин в англomовних 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: *теорія ймовірностей, випадкові події, випадкові величини, викладання теорії ймовірностей англійською мовою, викладання в мультинаціональних академічних групах.*

Постановка проблеми. Історія Національного авіаційного університету (НАУ) почалася в 1933 році, коли на базі авіаційного факультету Київського машинобудівного інституту (нині КПІ) був заснований Київський авіаційний інститут. За багаторічну історію в Національному авіаційному університеті підготовлено понад 200000 висококваліфікованих фахівців. Серед них відомі науковці, керівники авіаційних компаній, підприємств, організацій та установ, які забезпечують польоти повітряних суден, їх обслуговування та ремонт, перевезення пасажирів і вантажів. На поточний момент Національний авіаційний університет є одним із найпотужніших авіаційних закладів вищої освіти у світі, національним та міжнародним центром підготовки

спеціалістів для авіації та інших галузей. Основною конкурентною перевагою Національного авіаційного університету як в Україні, так і на світовому освітньому ринку є його авіаційна складова. Багато випускників нашого університету (як українських, так і іноземних) займали і займають високі посади у авіаційній галузі України та інших країн. На базі Національного авіаційного університету працює Інститут міжнародної організації цивільної авіації (ІСАО), до складу якого входять Європейський навчальний центр з авіаційної безпеки та Європейський навчальний центр підготовки державних інспекторів з безпеки польотів та льотної придатності повітряних суден.

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 ІСАО (Міжнародна організація цивільної авіації). З 1999 року в НАУ на окремих напрямках розпочалось впровадження англійськомовного навчання, коли викладання всіх дисциплін здійснюється англійською мовою. Останні роки більшість іноземних студентів обирає навчання англійською мовою, хоча слід відмітити, що певна частина іноземних студентів обирає навчання українською мовою (переважно це студенти, які планують принаймні частину свого життя пов'язати з Україною). Слід відмітити, що при цьому іноземні студенти мають можливість навчатися в нашому університеті без проходження мовної підготовки на підготовчому відділенні. У навчанні в англійськомовних групах зацікавлені також і українські студенти, які добре знають англійську мову і зорієнтовані на наступне працевлаштування в авіаційних компаніях, що здійснюють міжнародні перевезення.

Більшість студентів НАУ навчаються за спеціальностями, які передбачають досить 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 (у різному обсязі в залежності від майбутньої спеціальності).

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. Відмітимо, що унаслідок процесу глобалізації в усьому світі значна кількість університетів збільшує обсяг курсів, що викладаються англійською мовою. Це пов'язано з тим, що професійна англійська мова дає фахівцям можливість доступу до набагато більш широкої і різноманітної інформації, спілкуватися з колегами з інших країн, працювати в інтернаціональних колективах (див. [1, 2]). Зауважимо, що процеси глобалізації та інтернаціоналізації спричинили в останні роки впровадження різних форм англійськомовної професійної освіти в багатьох університетах України (див. [3]).

Аналіз актуальних досліджень. Автори мають багаторічний досвід викладання різних математичних дисциплін, зокрема теорії ймовірностей та математичної статистики в різних ЗВО; досвід викладання математичних дисциплін англійською мовою в НАУ більше двадцяти років; є співавторами навчального посібника з вищої математики в 4 частинах англійською мовою, в якому запропоновано модульну технологію вивчення курсу. Четверта частина цього посібника містить матеріал для вивчення курсу теорії ймовірностей і математичної статистики.

Починаючи з 2006 року в рамках Програми «Вища освіта іноземною мовою» Національного авіаційного університету О. В. Карупу, Т. А. Олешко і В. В. Пахненко проводяться дослідження з методики викладання англійською мовою математичних дисциплін іноземним та українським студентам. Зокрема, загальні характеристики процесу викладання іноземним і українським студентам англійською мовою математичних дисциплін автори досліджували в [4]. Особливості викладання вищої математики українським та іноземним студентам 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 (детально див.

[5]). О. В. Карупу, Т. А. Олешко і В. В. Пахненко вивчали також особливості викладання математичних дисциплін студентам технічних спеціальностей в мультинаціональних академічних групах (див. [4] та [6]). Особливості використання електронних ресурсів при викладанні математичних дисциплін розглядали Н. А. Тарасенкова, О. С. Чашечникова, І. М. Богатирьова [7] та О. В. Карупу, Т. А. Олешко, В. В. Пахненко і А. О. Пашко [8, 9], В. І. Трофименко, І. П. Кудзіновська і Т. Ю. Шкварницька [10], А. П. Рибалко і К. В. Степанова [11], О. В. Карупу, Т. А. Олешко і В. В. Пахненко [9] та [12]. Деякі питання, пов'язані з викладанням теорії ймовірностей та математичної статистики англомовним студентам розглядалися О. В. Карупу, Т. А. Олешко і В. В. Пахненко [13] та [14].

Мета статті. Метою даної роботи є дослідження специфіки викладання окремих розділів теорії ймовірностей англійською мовою іноземним та українським студентам НАУ, які не є носіями цієї мови, і надання на основі розгляду методичних рекомендацій до викладу навчального матеріалу студентам мультинаціональних англомовних груп.

Виклад основного матеріалу. Для професійного становлення майбутніх фахівців усіх технічних спеціальностей дуже важливим є знання основних теоретичних засад та володіння навичками застосування математики, зокрема теорії ймовірностей та математичної статистики.

Навчальні плани за більшістю інженерних напрямів підготовки включають тільки одну математичну дисципліну «Вища математика», до складу якої входить модуль «Теорія ймовірностей та математична статистика». Навчальні плани за всіма спеціальностями галузі знань «Інформаційні технології» передбачають вивчення кількох математичних дисциплін, в тому числі дисципліни «Теорія ймовірностей та математична статистика» або дисципліни «Теорія ймовірностей, імовірності процеси та математична статистика». Серед навчальних планів економічних напрямів підготовки представлено документи обох типів. 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».

Методика викладання математики вивчалася і вивчається багатьма авторами як в Україні, так і за її межами. Необхідність дослідження специфіки викладання математичних дисциплін англійською мовою студентам, для яких ця мова не є рідною, виникає 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.

Розглядаючи основні, на наш погляд, проблеми, що постають при викладанні математичних дисциплін, зокрема питань, що відносяться до теорії ймовірностей і математичної статистики, студентам англомовних груп НАУ, перш за все треба охарактеризувати специфічні особливості студентського складу цих академічних груп.

Перша особливість проявляється при навчанні англійською усіх дисциплін в академічних групах з мультинаціональним складом. Важливим чинником виникнення проблем (загальним для усіх наших студентів, і українських, і іноземних) є те, що англійська мова не є рідною для переважної більшості з них; практично всі наші студенти навчалися в середній школі рідною для них мовою. Крім того, значна частина іноземних студентів є громадянами країн Північної Африки, Близького Сходу та Південно-Східної Азії, що отримали середню освіту в школах та коледжах своїх країн; ці студенти є носіями мов, для яких є характерними або відмінний від звичного для нас напрямок написання тексту або ієрогліфічна писемність).

Другою особливістю (яку показує дослідження вихідного рівня пізнавальної діяльності контингенту іноземних студентів, що навчаються в НАУ, і яка є причиною виникнення цілої низки питань щодо специфіки викладання математичних дисциплін), є те, що наші студенти є представниками різних систем освіти, що часто відрізняються одна від одної. При цьому рівень знань і обсяг інформації, який іноземні студенти набули у себе на батьківщині, за багатьма параметрами суттєво відрізняється від рівня знань випускників середніх шкіл України. За нашими спостереженнями значна частина іноземних студентів, особливо з

азійських країн, як правило, добре підготовлені з основ питань комбінаторики і є ознайомленими з базовими поняттями теорії ймовірностей (на рівні найпростіших задач класичної схеми теорії ймовірностей). Доцільно зауважити, що певна частина іноземних студентів також непогано ознайомена з основами наближених обчислень.

Відмітимо, що саме в процесі вивчення теорії ймовірностей та математичної статистики англійською мовою виникає більше проблем порівняно з процесом вивчення інших математичних дисциплін. Частково це пов'язано з тим, що термінологія з теорії ймовірностей є більш різноманітною і складною для сприйняття студентами порівняно з термінологією інших базових математичних дисциплін. Традиційно при викладанні математичних дисциплін англійською мовою ми перед початком вивчення кожної нової теми надаємо в письмовому вигляді перелік нових математичних термінів англійською мовою, пояснюємо їх зміст, звертаючи увагу на вимову та написання. Також ми вважаємо корисним відмічати відмінність британської та американської англійської термінології в тих випадках, коли це є суттєвим. На кожному занятті (і лекційному і практичному) ми надаємо переклад нових англійських термінів українською мовою. Крім того, саме при викладанні теорії ймовірностей ми вважаємо доцільним звертати увагу студентів на суттєву відмінність деяких термінів і позначень.

Наприклад, термін «генеральна сукупність» англійською мовою перекладається як «population». При цьому, оскільки практично всі словники цієї інтерпретації терміну «population» не надають, адекватний переклад з англійської мови на українську при незнанні терміну без використання спеціальних словників є практично неможливим. Аналогічна ситуація з терміном «mean», основним значенням перекладу якого на українську мову є «середнє значення», а термін «математичне сподівання» може бути відсутнім; «standard deviation» перекладається українською як «середнє квадратичне відхилення».

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. Так, наприклад, математичне сподівання та дисперсія в україномовних та російськомовних підручниках позначаються, як $M(X)$ та $D(X)$, тоді як в англійськомовних виданнях часто використовуються також позначення $E(X)$, $M.E.(X)$ та $Var(X)$, $V(X)$ відповідно. На цей факт також неодмінно треба звертати увагу.

Викладання дисципліни «Вища математика» і «Теорія ймовірностей та математична статистика» англійськомовним студентам в НАУ супроводжується низкою англійськомовних посібників, що містять необхідний теоретичний матеріал з великою кількістю розв'язаних прикладів і необхідну термінологію з перекладом, що є критично необхідним для переважної більшості іноземних і дуже важливою для українських студентів. Матеріал модуля «Теорія ймовірностей» поділяється на дві теми: випадкові події і випадкові величини. Тема об'єднує кілька мікромодулів і є логічно завершеним розділом навчального матеріалу. Кожен мікромодуль посібника забезпечує вивчення відповідного матеріалу курсу теорії ймовірностей та математичної статистики і містить: теоретичну частину; практичну частину; тестові завдання.

В теоретичній частині необхідний матеріал викладено у стислій формі для опанування розглядуваної теми (конспект лекції). До всіх тем подано посилання на літературу, що дасть можливість студентам у разі необхідності більш детально і ґрунтовно опанувати теоретичний матеріал. Практична частина містить приклади розв'язання типових задач, які ілюструють теоретичний матеріал, а також завдання для аудиторної і самостійної роботи студентів.

Наприкінці мікромодуля вміщено індивідуальні тестові завдання, які слугують для контролю засвоєння студентами матеріалу даного розділу. Кожне завдання, як правило, складається з двох-трьох задач. На кожному практичному занятті студент здає індивідуальне завдання попереднього мікромодуля, виконане у письмовій формі. Після вивчення модуля передбачається усний захист виконаних робіт англійською мовою.

Серед суто математичних проблем, що постають при вивченні англомовними студентами курсу теорії ймовірностей та математичної статистики, в першу чергу відмітимо проблему тотального невміння майже всіх студентів (як українських, так і іноземних) розв'язувати текстові задачі. Як відомо, ця проблема постає і при викладанні вказаного курсу і іншими мовами, в тому числі українською. Проте саме в англомовних групах ця проблема постає з надзвичайною гостротою, оскільки накладається на недостатнє знання спеціальних термінів. Одночасно з цією проблемою постає також низка проблем, пов'язана зі змістом текстових задач. Очевидно, що цілком природним є підбір до розгляду прикладних задач з фаховою направленістю. Для студентів технічних спеціальностей особливу увагу слід звертати на задачі технічного змісту. В той же час при навчанні більшості іноземців в середній школі основна увага приділялась розв'язуванню задач з економічним змістом. Відмітимо, що, крім того, внаслідок використання в країнах Південно-Східної Азії ієрогліфічної писемності, яка є дуже інформативно сконцентрованою, для багатьох наших студентів деякі тонкощі подання матеріалу нівелюються.

Крім того, ми вважаємо бажаним при роботі в групах з іноземними студентами приділяти достатню увагу виробленню навичок розпізнавання основних видів типових задач, звертаючи їхню увагу на внутрішню математичну структуру задачі. При розв'язуванні задач на обчислення класичних ймовірностей випадкових подій для всіх студентів особливо ефективним є застосування класичної урнної схеми, оскільки це сприяє візуалізації розглядуваної задачі. Цікавим є питання про розробку, вибір і використання в навчальному процесі опорних матеріалів. 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. Зауважимо, що іноземні студенти, які навчаються за ІТ напрямом, краще сприймають опорні матеріали, що включають блок-схеми відповідних алгоритмів. Для студентів, які навчаються за інженерними напрямом, більш ефективними є опорні матеріали у вигляді таблиць. Ця відмінність спостерігається усіх студентів англомовних груп.

Навчальний матеріал мікромодулів «Дискретні випадкові величини» і «Системи дискретних випадкових величин» засвоюється в цілому непогано. При чіткій алгоритмізації викладачем схеми розв'язування типових задач переважна більшість студентів для заданого ряду розподілу дискретної випадкової величини досить вправно знаходять математичне сподівання, дисперсію та середнє квадратичне відхилення; дещо складнішим для значної частини студентів є побудова ряду розподілу та функції розподілу дискретної випадкової величини. В цілому іноземні студенти непогано справляються з побудовою за матрицею розподілу системи двох випадкових величин рядів розподілу компонент системи та з обчисленням коваріації та коефіцієнта кореляції системи. Деякі студенти навіть намагаються за власною ініціативою писати програми для їх обчислення. Дещо складнішим для студентів є побудова спільної функції розподілу.

При вивченні англомовними іноземними студентами тем «Неперервні випадкові величини» та «Системи неперервних випадкових величин», постає проблема, пов'язана з недостатньо якісним засвоєнням ними диференціального та інтегрального числення, оскільки цей розділ є достатньо складним для сприйняття, особливо це стосується функцій двох змінних та подвійних інтегралів. Ця проблема частково пов'язана з тим, що освоєння практичних навичок диференціювання та інтегрування вимагають достатньо великого часу і зусиль. Унаслідок цього значна частина наших студентів, і українських, і іноземних, що, як правило, непогано розв'язують задачі на знаходження числових характеристик дискретних випадкових величин, зустрічається з непереборними для них

труднощами при розв'язуванні аналогічних задач на знаходження числових характеристик неперервних випадкових величин.

Відмітимо також більшу готовність значної частини іноземних студентів порівняно з українськими студентами 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 англomовних 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.

Останніми роками викладачі і студенти зіткнулися з труднощами, пов'язаними з карантинними обмеженнями, які зумовили впровадження дистанційного та змішаного навчання (див. [9, 10]), що виявилось дуже важким для студентів, які навчаються англійською мовою. Особливо складно організувати ефективні практичні заняття для студентів першого курсу. У НАУ під час карантину дистанційне навчання проводиться 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 (більш детально див. [5, 9] та [12]).

Зазначимо, що з 24 лютого позаминуло 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 англomовних студентів для асинхронного навчання з математичних дисциплін є використання освітніх онлайн-ресурсів «Math is Fun» та «Math24».

В умовах компетентнісно-орієнтованої парадигми освіти протягом кількох останніх років ми впроваджуємо проектний підхід до організації навчальної і наукової роботи студентів. Як частину реалізації цього 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 – наприклад, і з Азії, і з Африки), до складу яких входять від трьох до п'яти осіб (більш детально див. [5, 6,], [8, 9] та [12]). На наш погляд, хоча отримані результати не дозволяють зробити далекосяжні узагальнення, вони є обнадійливими для подальшого вивчення розглянутого підходу.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Проведено аналіз практики викладання англійською мовою окремих розділів теорії ймовірностей іноземним та українським студентам, що навчаються за технічними напрямками в Національному авіаційному університеті. Розглянуто особливості викладання теорії ймовірностей в мультинаціональних академічних групах, проаналізовано стан методичного забезпечення і надано певні рекомендації по роботі викладача для покращення засвоєння тем студентами різних категорій в навчання.

Оскільки НАУ, як і інші українські ЗВО, працює за кредитно-модульною системою навчання, дуже важливим компонентом якої є велика кількість індивідуальних домашніх завдань та аудиторних самостійних робіт, при перевірці та захисті студентами таких робіт слід враховувати особливості викладу студентами їхніх знань у письмовій та усній формі. Зокрема, 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. При роботі з іноземними студентами зі слабкою математичною і мовною підготовкою ми вважаємо доцільним надавати цим студентам алгоритми розв'язування найпростіших типових задач і рекомендувати студентам 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 англomовних 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. В цілому, необхідно також відмітити, що студенти англomовних груп мають, як правило, 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 теорії ймовірностей та математичної статистики, так і ґрунтовного вивчення загальних особливостей викладання математичних дисциплін англomовним студентам.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Болайто, Р., Вест, Р. (2017). Інтернаціоналізація українських університетів у розрізі англійської мови: Проект «Англійська мова для університетів». Київ: Сталь. (Bolitho, R., West, R. (2017). The internationalisation of Ukrainian universities: the English language dimension. Kyiv: Stal).
2. Kvasova, O., Westbrook, C., Westbrook, K. (2020). Provision. Of English-Medium Instruction: Trends And Issues. *Ars Linguodidacticae*, 5, 11–21.
3. Akmal'dinova, O., Budko, L., Akmal'dinova, V. (2021). Language Training of Aviation Specialists in the Context of Aviation Security. *Materiały XVII Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji, «Naukowa myśl informacyjnej powieki – 2021»*, Przemyśl, 07–15.03.2021, Przemyśl: Nauka i studia, Volume 1, 52– 56.
4. 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 mathematical disciplines in English to foreign students. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2/ 2 (56), 11–14).
5. 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. Суми : Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка*, 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. *Current issues of natural and mathematical education. Sumy: Sumy state Pedagogical University named after A. S. Makarenko*, 1(21), 133–139).
6. Karupu, O. W., Oleshko. T. A., Pakhnenko, V. V. (2018). On some aspects of modeling of professional activity of future aviation engineer in teaching of mathematical disciplines in multinational groups. *Aviation in the XXI-st century: Proceedings of the Eighth World Congress* (Kyiv, October 12 – 15, 2018). Kyiv: NAU, 4.3.15–4.3.19.
7. Tarasenkova, N., Chashechnikova, O., Bogatyreva, I. (2013). Peculiar Properties of Mathematics. *Teacher Training in Ukraine. American Journal of Educational Research*, 1(11): Special issue Ensuring the quality of higher education), 490–495.
8. 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.
9. 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.
 10. Трофименко, В. І., Кудзіновська, І. П., Шкварницька, Т. Ю. (2021). Використання інформаційних технологій при навчанні математичних дисциплін. Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка, 198, 185–199. (Trofymenko, V. I., Kudzinovskaya, I. P., Shkvarnytska, T. Yu. (2021). Use of information technologies in teaching te mathematical disciplines. Academic Notes. Series: Pedagogical sciences. Кропівницький: CUSPU after V. Vinnichenko, 198, 185–199).
 11. Рибалко, А. П., Степанова, К. В. (2020). Особливості викладання вищої математики англійською мовою студентам комп'ютерних спеціальностей. Професіоналізм педагога: теоретичні й методичні аспекти, 12, 33–44. (Rybalko, A. P., Stiepanova, K. V. (2020). Features of teaching higher mathematics in English to students of computer specialties. Professionalism of the teacher: Theoretical and methodological aspects, 12, 33–44).
 12. 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.
 13. Карупу, О. В., Олешко, Т. А., Пахненко, В. В. (2013). Про викладання теорії ймовірностей та математичної статистики англійськомовним студентам. Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки.. Вип. 113. С. 36–38. (Karupu, O. W., Oleshko, T. A., Pakhnenko, V. V. (2013). On teaching probability theory and mathematical statistics to English-speaking students. Bulletin of the Chernihiv National Pedagogical University. Series: Pedagogical sciences, 113, 36–38).
 14. Карупу, О. В., Олешко, Т. А., Пахненко, В. В. (2017). Аналіз практики викладання теорії ймовірностей та математичної статистики англійськомовним студентам в Національному авіаційному університеті. Science and Education a New Dimension: Pedagogy and Psychology. V(52), 113, 34–37. (Karupu, O. W., Oleshko, T. A., Pakhnenko, V. V. (2017). Analyzing practice of teaching probability theory and mathematical statistics to English speaking students in National Aviation University. Science and Education a New Dimension: Pedagogy and Psychology. V(52), 113, 34–37).

Karupu O. W., Oleshko T. A., Pakhnenko V. V. On some actual problems of teaching to Probability Theory in English at the National Aviation University.

The problems of teaching certain issues of Probability Theory to English-speaking students at the National Aviation University are considered. At the National Aviation University, foreign students have the opportunity to study both in Ukrainian and in English. The reasons for this are that English is one of the official languages of ICAO (International Civil Aviation Organization) and it is very favorable for future aviation professionals to receive professional education in English. Therefore, many foreign students choose to study in English. Ukrainian students, who are focused on further employment in international airlines, are also interested in studying in English-speaking groups.

The article analyzes the experience of authors' teaching of Probability Theory in English to foreign and Ukrainian English-speaking students of NAU, who study on engineering and IT specialties. Problems of methodological and organizational nature that teachers face in the process of teaching the discipline to students being non-native English speakers are considered. The teaching of Probability Theory to English-speaking students studying engineering and IT specialties is considered. In particular, the peculiarities of teaching certain issues of the theory of random events and the theory of random variables in English-speaking multinational academic groups were

analyzed, and recommendations were given to improve students' assimilation of theoretical material and their development of practical problem-solving skills. A collaborative approach and extensive use of a variety of reference materials adapted for students of various specialties is 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: probability theory, random events, random variables, teaching probability theory in English, teaching in multinational academic groups.

УДК 374.31

DOI 10.5281/zenodo.12191181

Н. А. Тарасенкова

ORCID ID 0000-0002-6418-6380

І. А. Акуленко

ORCID ID 0000-0003-4603-409X

Черкаський національний університет ім. Б. Хмельницького

ОРГАНІЗАЦІЯ НАВЧАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ У НАВЧАННІ АЛГЕБРИ В 7 КЛАСІ НУШ

Важливою вимогою часу стосовно освітнього процесу з математики в умовах НУШ є переосмислення навчального змісту, а також форм і засобів організації навчання, зокрема й математики, в напрямку більш широкого залучення навчально-дослідницької діяльності школярів. Елементи навчальних досліджень мають і можуть ставати обов'язковими структурними елементами освітнього процесу з математики у базовій і старшій профільній школі. Автори статті звернулися до термінологічного аспекту зазначеної проблематики у теорії дидактики математики. Автори статті обґрунтовують положення, що навчально-дослідницькій діяльності учнів притаманне самостійне свідоме застосування суб'єктом діяльності загальних прийомів розумової діяльності за основними формами мислення і об'єктами засвоєння, а також методів наукового пізнання і спеціальних способів предметної математичної діяльності. Продуктом (інтелектуальним результатом) навчально-дослідницької діяльності виступають навчально-дослідницькі вміння школярів. Вони відображають специфіку діяльності науковця-математика, спрямованої на побудову й дослідження властивостей математичних абстракцій, але не тотожні їй. Обґрунтовано, що навчально-дослідницька діяльність школярів у своєму змісті і способах дій та операцій має перетин із загальнонавчальною і предметною навчальною діяльністю, однак не є їхнім різновидом. Наведено різновиди навчально-дослідницьких умінь, що можливо й доцільно формувати у навчанні алгебри в 7 класі. Їхнє розмежування здійснено залежно від аспектів (пізнавальний, організаційний, комунікаційний тощо) навчальної діяльності школярів. Розглянуто окремі практичні кейси та відповідні методичні рекомендації щодо залучення навчальних досліджень у навчання алгебри в 7 класі НУШ на основі використання віртуальних експериментів (симуляцій PhET).

Ключові слова: навчання математики, навчальна діяльність школярів, навчально-дослідницька діяльність учнів, навчально-дослідницькі вміння, навчання алгебри, навчальні дослідження, симуляції PhET.

Постановка проблеми. Важливою особливістю НУШ є спрямування освітнього процесу на те, що учні здобувають, а не споживають суб'єктивно нові для них знання; винаходять й опановують нові способи загальнонавчальної і спеціальної предметної навчальної діяльності, зокрема математичної; активно й усвідомлено здобувають досвід у їхньому використанні; «вирощують» своє позитивне ціннісне ставлення до них. Така

вимога часу спонукає до переосмислення навчального змісту, а також форм і засобів організації навчання, зокрема й математики в напрямку більш широкого залучення навчально-дослідницької діяльності школярів. Елементи навчальних досліджень мають і можуть стати обов'язковими структурними елементами освітнього процесу з математики у базовій і старшій профільній школі.

Аналіз актуальних досліджень. Ідея введення елементів дослідження в навчальний процес належить гуманісту Франсуа Рабле (1494–1553), яка в подальшому була розбудована у працях Мішеля де Монтеня (1533–1592), Джона Локка (1632–1704), Жан Жака Руссо (1712–1778).

Сучасні загальнопедагогічні й методичні наукові розвідки з указаної проблематики зосереджуються на вивченні: специфіки дослідницької, навчально-дослідницької, науково-дослідницької діяльності; особливостей змісту, методів і прийомів, організаційних форм і засобів, що доводять свою ефективність в організації дослідницької діяльності учнів у процесі опанування навчального змісту; педагогічних і методичних умов, що забезпечують формування дослідницьких умінь у школярів різних вікових категорій. Різні аспекти проблематики навчально-дослідницької діяльності учнів представлені в працях С. П. Балашової [1], В. Клименко [5], Н. Г. Недодатко [7], С. А. Ракова [9], О. В. Резіної [10], З. І. Слєпкань [11] **Ошибка! Источник ссылки не найден.** та ін. Проблеми формування навчально-дослідницьких умінь учнів у навчанні математики присвячені дослідження А. Ю. Карлашук [4] (на прикладі задач з параметрами), Г. В. Лиходєєвої (на прикладі вивчення елементів стохастичності старшокласниками) [6], С. О. Скворцової, О. М. Онопрієнко (у навчанні математики в початковій школі), Л. Л. Букалової і Д. В. Васильєвої (навчання математики в 5-6 класах, навчання алгебри здобувачів освіти на базовому рівні) [2] та ін. Узагальнюючи різні підходи до трактування поняття навчально-дослідницької діяльності, Г. В. Лиходєєва [6] **Ошибка! Источник ссылки не найден.**, с. 17] визначає її як діяльність учнів, що організовується вчителем із використанням різноманітних форм організації навчання та дидактичних засобів, яка спрямована на виявлення й доведення закономірних зв'язків і відношень теоретично аналізованих або експериментально спостережуваних фактів, явищ, процесів; у якій домінує самостійне свідоме застосування прийомів наукових методів пізнання і в результаті якої учні активно здобувають знання, розвивають свої дослідницькі вміння й здібності, при цьому результатом навчально-дослідницької діяльності є інтелектуальний продукт, пов'язаний із встановленням істини в результаті реалізації процедури процесу дослідження. Широкий спектр сучасних наукових розвідок дозволяє інспектувати проблему з різних сторін, але водночас приводить до варіацій у трактуванні основних понять і не знімає проблему в практиці навчання.

Мета статті – звернутися до термінологічного аспекту проблеми та розглянути окремі практичні кейси із залучення навчальних досліджень у навчання алгебри в 7 класі НУШ.

Виклад основного матеріалу. Звернімося до категорійного апарату окресленої проблематики. Розмежовуватимемо загальнонавчальну і предметну навчальну діяльність за специфікою продукту (інтелектуального результату) з їхнього виконання школярами. Продуктом (інтелектуальним результатом) загальнонавчальної діяльності є сформовані загальнонавчальні вміння учнів (уміння слухати пояснення вчителя, користуватися навчальними приладдям, взаємодіяти з учителем і учнями в ході учіння, працювати з підручником, працювати з навчальними дидактичними матеріалами тощо).

Предметну навчальну діяльність також поділяємо на загальнопредметну навчальну діяльність і спеціальну предметну навчальну діяльність. Продуктом (інтелектуальним результатом) загальнопредметної навчальної діяльності (за навчальними дисциплінами алгебра і геометрія на рівні базової середньої освіти) є оволодіння учнями вміннями оперувати основними формами мислення (поняттями, судженнями, умовиводами) і основними об'єктами засвоєння (математичними поняттями, математичними фактами і способами математичної діяльності). Вони є спільними для курсів математики 5-6 класів,

алгебри і геометрії 7-9 класів, алгебри і елементів математичного аналізу, а також стереометрії 10-11 класів. Конкретні предметні навчальні результати співвідносні з окремими навчальними темами та об'єктами засвоєння в межах окремої теми. Вони зокрема відображені в модельних навчальних програмах, у відповідності з якими здійснюється математична підготовка школярів.

Навчально-дослідницькій діяльності учнів притаманне самостійне свідоме застосування суб'єктом діяльності загальних прийомів розумової діяльності з основними формами мислення і об'єктами засвоєння, а також методів наукового пізнання і спеціальних способів предметної математичної діяльності. Продуктом (інтелектуальним результатом) навчально-дослідницької діяльності виступають специфічні вміння школярів, які називатимемо навчально-дослідницькими вміннями. Вони відображають специфіку діяльності науковця-математика, спрямованої на побудову й дослідження властивостей математичних абстракцій. Таким чином, навчально-дослідницька діяльність школярів у своєму змісті й способах дій та операцій має перетин із загальнонавчальною і предметною навчальною діяльністю, однак не є їхнім різновидом. Для позначення такого співвідношення між зазначеними видами діяльності використаємо круги Ейлера (рис. 1).



Рис. 1. Види діяльності учнів у навчанні математики

Зміст навчально-дослідницької діяльності визначається предметом навчальної дисципліни, до вивчення якої її залучено. Способи навчально-дослідницької діяльності формуються у вигляді навчально-дослідницьких умінь.

Ми поділяємо позицію тих науковців (І. А. Зимня та Є. А. Шашенкова, Н. Г. Недодатко та ін.), які виокремлюють види навчально-дослідницьких умінь залежно від аспектів (пізнавальний, організаційний, комунікаційний тощо) діяльності. Види навчально-дослідницьких умінь школярів, що формуються зокрема у навчанні математики, на наш погляд, є такими:

- **когнітивні вміння** (*інформаційно-рецептивний аспект*): уміння спостерігати, бачити суперечності й виділяти проблеми; проводити експерименти; збирати, фіксувати, систематизувати й класифікувати результати спостережень, експериментів і наукових повідомлень різними способами, інтерпретувати зібрані відомості; здійснювати бібліографічний пошук і узагальнювати відомості;
- **когнітивні вміння** (*аналітико-синтетичний аспект*): уміння виділяти головне; формулювати проблему; формулювати припущення, аналізувати, співвідносити й порівнювати факти, явища, концепції, точки зору, узагальнювати, абстрагуватися, створювати математичні моделі, що описують досліджуване явище, предмет, працювати з різними математичними моделями (розв'язувати рівняння, нерівності, доводити тотожності й нерівності, перетворювати математичні вирази, виявляти залежності, зокрема й функціональні, унаочнювати їх за допомогою графічних зображень, математичних формул), робити висновки й аргументувати їх;
- **організаційні вміння**: планувати експериментальну діяльність; виконувати практичну частину дослідження у певній послідовності; добирати й використовувати різноманітні методи емпіричного і теоретичного дослідження;

- **рефлексивно-комунікаційні вміння:** оформлювати план, хід і результати спостережень, експериментів і роботи з математичними моделями у письмовому вигляді, зокрема у вигляді схем, малюнків, таблиць, математичних викладок, та вербально; формувати думки у зовнішньому та внутрішньому мовленні, здійснювати само- та взаємоконтроль і само- та самооцінку, проводити само- та взаємоаналіз.

Зазначимо, що в освітньому процесі з математики ці уміння, як і інші загально-навчальні та спеціальні предметні уміння, формуються на репродуктивному, реконструктивно-варіативному і творчому рівнях.

Окремі дії, що входять до операційного складу цих умінь, можливо і доцільно цілеспрямовано формувати на уроках математики в усіх учнів, а не лише у математично обдарованих школярів. З цією метою вчителю стають у нагоді спеціальні завдання. Типи завдань на дослідження (за Л. Л. Букаловою, Д. В. Васильєвою [1]) є такими: на встановлення істинності висловлювань; на встановлення відповідності; на встановлення існування та кількості заданих об'єктів; на порівняння і встановлення залежності; на встановлення умов; на дослідження взаємного розташування фігур; на знаходження геометричного місця точок тощо. Однак таке видове розмежування, на наш погляд, здійснено за різною змістовою основою, відтак це питання потребує подальших міркувань і осмислень.

Формувати завдання для навчально-дослідницької діяльності можливо, на наш погляд, ґрунтуючись на матеріалах підручника з математики. Відповідні приклади надано в матеріалах «Зимової школи Н. Тарасенкової і команди», тема 2: «Дослідницька діяльність учнів на уроках математики» (авт. І. А. Акуленко).

Досить ефективним у такому контексті є використання освітніх платформ, зокрема із вбудованими експериментами-симуляціями. Одним із ресурсів, що надають можливість для віртуальних експериментів є PhET Interactive Simulations (<https://phet.colorado.edu/en/simulations/filter?type=html>), розроблений в університеті штату Колорадо. З 2002 року група розробників проєкту PhET Interactive Simulation з Університету Колорадо в Боулдері (<http://phet.colorado.edu>) розробляє та вивчає використання інтерактивного моделювання у викладанні та вивченні STEM. Хоча початкова робота проєкту була зосереджена на вивченні природничих наук, зараз проєкт включає інтерактивні симуляції і з математики. У роботі [13; 1213] автори описують проєкт PhET, висвітлюючи теоретичне підґрунтя, цілі проєктування та принципи моделювання на основі досліджень. Вони демонструють, як теоретичні принципи дизайну застосовують у практиці моделювання симуляцій, описують успішний досвід із використання інтерактивних симуляцій та аргументують ефективність їхнього застосування задля досягнення студентами Загальних основних державних стандартів з математики (CCSSM).

Практика навчання свідчить, що симуляції PhET досить ефективні з огляду на такі чинники: 1) вони забезпечують навчання через міні-дослідження, які учні можуть реалізувати самостійно або під керівництвом учителя; 2) симуляції дозволяють зробити експерименти, на організацію і проведення яких у реальному житті необхідно було б витратити багато часу і ресурсів, що набагато ускладнює роботу вчителя; 3) їхня структура дозволяє не лише встановити певні характеристичні властивості математичних понять чи послідовність кроків у способі математичної діяльності, а й перевірити те, як учні їх засвоїли і можуть використовувати в аналогічних і змінених ситуаціях; 4) кожний наступний рівень симуляції буде успішним для учнів тільки у разі, якщо математичне поняття, факт чи спосіб діяльності був засвоєний на попередньому рівні; 5) симуляції є видовищними, ігровими, інтерактивними.

Розглянемо окремі аспекти використання можливостей інтерактивних симуляцій у навчанні алгебри в 7-му класі. Відповідно до модельної навчальної програми (авт. М. І. Бурда, Н. А. Тарасенкова, Д. В. Васильєва) та підручника з алгебри для 7 класу НУШ (авт. Н. А. Тарасенкова, І. А. Акуленко та ін.), використовувати симуляції доцільно у навчанні низки тем (табл. 1).

Таблиця 1

Використання PhET симуляцій у навчанні тем курсу алгебри 7-го класу

Симуляції	Теми курсу алгебри 7 класу
Area Model Algebra https://phet.colorado.edu/en/simulations/area-model-algebra/about	Розподільний закон множення (повторення); множення одночлена і двочлена, множення многочленів; формули квадрата двочлена, різниці квадратів; розкладання многочленів на множники
Equality Explorer https://phet.colorado.edu/en/simulations/equality-explorer	Рівняння і нерівності (повторення); тотожно рівні вирази, тотожність; лінійні рівняння з однією змінною (диференціація за рівнями складності)
Equality Explorer: Two Variables https://phet.colorado.edu/en/simulations/equality-explorer-two-variables	Рівняння із двома змінними; лінійні рівняння із двома змінними
Expression Exchange https://phet.colorado.edu/en/simulations/expression-exchange	Числові вирази, спрощення числових виразів; степені; одночлени, дії з одночленами; многочлени, додавання і віднімання многочленів; зведення подібних доданків
Function Builder: Basics https://phet.colorado.edu/en/simulations/function-builder-basics	Функція, базові поняття
Graphing Lines https://phet.colorado.edu/en/simulations/graphing-lines	Лінійна функція, графік лінійної функції, зміна графіка лінійної функції залежно від зміни значень коефіцієнтів; графік лінійного рівняння із двома змінними, дослідження зміни графіка лінійного рівняння залежно від зміни значень коефіцієнтів
Graphing Slope-Intercept https://phet.colorado.edu/en/simulations/graphing-slope-intercept	Лінійна функція, графік лінійної функції, встановлення лінійної функції, що проходить через дані дві точки,
Plinko Probability https://phet.colorado.edu/en/simulations/plinko-probability	Елементи математичної статистики, елементи теорії ймовірностей

Використовуючи кожен із названих вище симуляцій, учитель може побудувати процес навчання, цілеспрямовано формуючи певні дослідницькі вміння школярів. Наприклад, у симуляціях Graphing Lines і Graphing Slope-Intercept передбачено, що учні роблять припущення, а потім переконуються в тому, що зміна значень коефіцієнтів впливає на зміну розміщення на координатній площині графіка лінійної функції або графіка лінійного рівняння із двома змінними та як саме. Відповідні рекомендації від розробників учитель може знайти у вкладці Teaching Resources (рис. 2, 3).

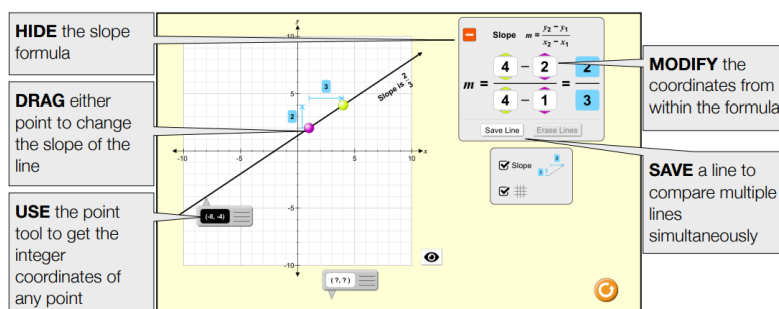


Рис. 2. Завдання 1.

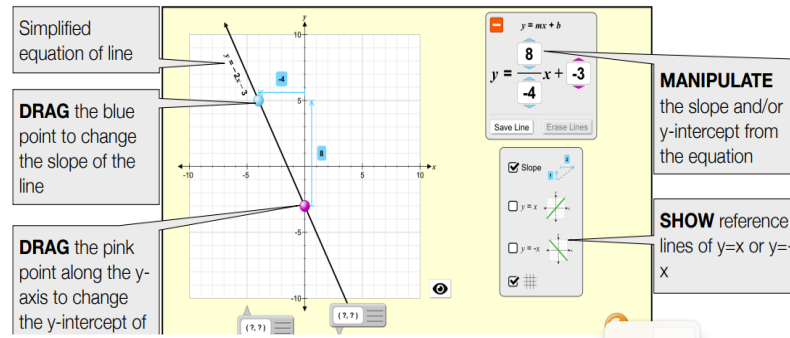


Рис. 3. Завдання 2.

Оскільки навчальний зміст, відповідно до вітчизняної програми з алгебри для 7 класу, має певні особливості, ми пропонуємо спочатку попрацювати із завданням 2 за таким планом: 1) спрогнозуйте, як впливає зміна значення коефіцієнта b у формулі $y = kx + b$, якою задано лінійну функцію; 2) переконайтесь у своєму припущенні, змінивши положення рожевої точки на осі ординат; 3) спрогнозуйте, як впливає зміна значення коефіцієнта k у формулі $y = kx + b$, якою задано лінійну функцію; 4) переконайтесь у своєму припущенні, змінивши положення блакитної точки на координатній площині; 5) зробіть припущення про те, як обчислити значення коефіцієнта k , маючи координати двох точок, через які проходить графік даної лінійної функції; 6) узагальніть ваші спостереження у вигляді математичних тверджень; 7) доведіть сформульовані математичні твердження; 8) поміркуйте, чи є обов'язковим етап доведення, чи можна було обмежитися лише проведенням спостережень і узагальнень.

Після цього пропонуємо звернутися до завдання 1 (рис. 2) і дослідити з учнями більш детально, як за даними двома точками на графіку лінійної функції встановити значення кутового коефіцієнта прямої, заданої рівнянням $y = kx + b$. У цьому ж завданні є можливість додатково дослідити: як проходить графік лінійної функції, у якої кутовий коефіцієнт дорівнює 0 або його визначити неможливо (рис. 4); як розташовані на координатній площині прямі, що мають однакові кутові коефіцієнти; якими є значення кутових коефіцієнтів у перпендикулярних прямих. Можна запропонувати учням узагальнити свої спостереження і довести відповідні математичні твердження. Для тих учнів, які виявляють більшу зацікавленість, можна запропонувати дослідити, яким ще способом можна задати пряму, що є графіком лінійної функції (рис. 5).

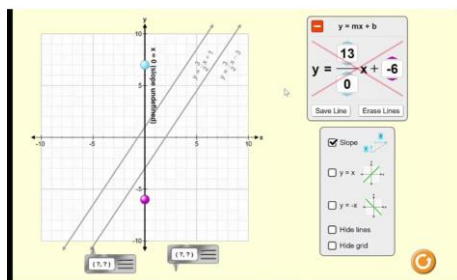


Рис. 4. Дослідження кутових коефіцієнтів паралельних і перпендикулярних прямих.

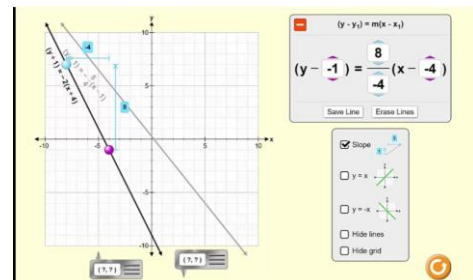


Рис. 5. Інший спосіб задання рівняння прямої, що є графіком лінійної функції.

Важливою особливістю PhET симуляцій є наявність у них різномірних інтерактивних вправ (рис. 6) із нарощуванням рівня складності. За їх допомогою учитель/учень може здійснити контроль/самоконтроль засвоєння змісту.

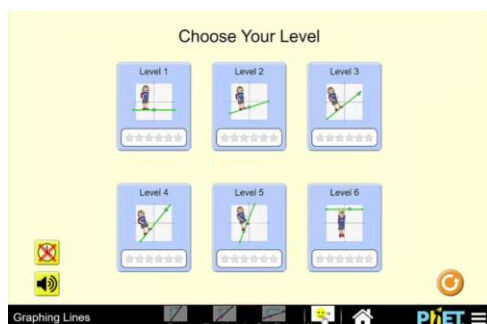


Рис. 6. Різномірні вправи.

Результати виконання учнем завдань кожного рівня відображаються за допомогою зірочок на екрані учня.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Організація навчальних досліджень учнів може і має стати невід'ємною складовою освітнього процесу з математики в Новій українській школі. Такі дослідження можна організовувати і на етапі входження учнів у новий навчальний зміст, і на етапі його відпрацювання, і на етапі комплексного застосування здобутих знань, навичок і вмінь. Однак зміст, способи і засоби навчально-дослідницької діяльності учнів під час опанування конкретного контенту шкільного курсу математики та організація досліджень учнів на кожному з названих етапів мають свою специфіку. І це потребує окремих наукових досліджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Балашова, С. П. (2000). Формування дослідницьких умінь у студентів педагогічного коледжу в процесі вивчення природознавчих дисциплін (дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04). Київ. (Balashova, S. P. (2000). Formation of the pedagogical college students' research skills in the process of teaching science (PhD thesis). Kyiv).
2. Букалова, Л. Л., Васильєва, Д. В. (2023). Групові форми роботи на уроках математики у 6 класі: метод. посіб. К.: Видавничий дім «Освіта». (Bukalova, L. L., Vasyliieva, D. V. (2023). Group forms of work in mathematics lessons in the 6th grade: method. Manual. Kyiv: Osvita Publishing House).
3. Державний стандарт базової середньої освіти. (2020). URL: <https://imzo.gov.ua/derzhavnistandarty-bazovoi-seredn-oi-osvity/> (State standard of basic secondary education. Retrieved from: <https://imzo.gov.ua/derzhavnistandarty-bazovoi-seredn-oi-osvity/>).
4. Карлашук, А. Ю. (2001). Формування дослідницьких умінь школярів у процесі розв'язування математичних задач з параметрами (автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02), К. (Karlashchuk, A. Yu. (2001). Formation of schoolchildren's research skills in the process of solving mathematical problems with parameters (PhD thesis abstract). Kyiv).
5. Клименко, В. (2001). Механізм творчості: чи можна його розвивати? Шкільний світ, 2–3, сс. 82–83; 25–28, сс. 105–108. (Klyumenko, V. (2001). Mechanism of creativity: can it be developed? School world, 2–3, pp. 82–83; 25–28, pp. 105–108).
6. Лиходеева, Г. В. (2008). Дослідницький підхід у навчанні учнів елементів стохастичності з використанням інформаційних технологій. Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія № 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання. Збірник наукових праць. Київ: НПУ імені М. П. Драгоманова, 6 (13), 105–111. (Lykhodeeva, G. V. (2008). A research approach in teaching students the elements of stochastics using information technologies. Scientific journal of the M.P. Drahomanov NPU. Series No. 2. Computer-oriented learning systems. Collection of scientific papers. Kyiv: NPU named after M. P. Drahomanov, 6 (13), 105–111).
7. Недодатко, Н. Г. (2000). Формування навчально-дослідницьких умінь старшокласників (дис. ... канд. пед. наук: 13.00.09). Кривий Ріг. (Nedodatko, N. G. (2000). Formation of high school students' educational and research skills (PhD thesis). Kryvyi Rih).

8. Павленко, О. П. (2005). Формування творчої особистості гімназиста у пошуково-дослідницькій діяльності (автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.09). Луцьк. (Pavlenko, O. P. (2005). The formation of the creative personality of a high school student in search and research activities (PhD thesis abstract). Lutsk).
9. Раков, С. А. (2005). Формування математичних компетентностей учителя математики на основі дослідницького підходу у навчанні з використанням інформаційних технологій (дис. ... доктора пед. наук: 13.00.02). Харків. (Rakov, S. A. (2005). The formation of mathematics teachers' mathematical competences based on the research approach in education using information technologies (DSc thesis). Kharkiv).
10. Резіна, О. В. (2005). Формування інформаційно-пошукових та дослідницьких умінь учнів старшої школи в процесі навчання інформатики (автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02). Київ. (Rezina, O. V. (2005). Formation of information-searching and research skills of high school students in the process of studying informatics (PhD thesis abstract). Kyiv).
11. Слєпкань, З. І. (2004). Психолого-педагогічні та методичні основи розвивального навчання математики. Тернопіль: Підручники і посібники. (Slepkan, Z. I. (2004). Psychological-pedagogical and methodical foundations of developmental teaching of mathematics. Ternopil: Textbooks and manuals).
12. Perkins, K., Podolefsky, N., Lancaster, K., Moore, E. (2012). Creating Effective Interactive Tools for Learning: Insights from the PhET Interactive Simulations Project. In T. Amiel, B. Wilson (Eds.), Proceedings of EdMedia 2012-World Conference on Educational Media and Technology (pp. 436–441). Denver, Colorado, USA: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). Retrieved from: <https://www.learntechlib.org/primary/p/40781/>.
13. Hensberry, K. K. R., Paul, A. J., Moore, E. B., Podolefsky, N. S., Perkins, K. K. (2013). PhET Interactive Simulations: New Tools to Achieve Common Core Mathematics Standards. In D. Polly (Ed.) Common Core Mathematics Standards and Implementing Digital Technologies (pp. 147–167), Hershey, PA: IGI Global.
14. Hensberry, K. K. R., Whitacre, I., Findley, K., Schellinger, J., Burr, M. (2018). Engaging students with mathematics through play. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 24(3), 197–183.

Tarasenkova N. A., Akulenko I. A. Organization of educational research in teaching algebra in k-7 in new Ukrainian school.

An important requirement of the time in relation to the educational process in mathematics in new Ukrainian school is the rethinking of the educational content, as well as the forms and means of organizing education, in particular mathematics, in the direction of wider involvement of research activities of schoolchildren. Elements of educational research have and can become mandatory structural elements of the educational process in mathematics in basic and senior specialized schools. The authors of the article addressed the terminological aspect of the mentioned problem in the theory of didactics of mathematics. The authors of the article substantiate the proposition that the educational and research activity of students is characterized by the independent conscious application by the subject of activity of general techniques of mental activity according to the main forms of thinking and objects of learning, as well as methods of scientific knowledge and special methods of subject mathematical activity. The educational and research skills of schoolchildren are the product (intellectual result) of educational and research activities. They reflect the specifics of the activity of a scientist-mathematician, aimed at building and researching the properties of mathematical abstractions, but are not identical to it. It is substantiated that the educational and research activity of schoolchildren in its content and methods of actions and operations intersects with general educational and subject educational activities, but is not their variety. The types of educational and research skills that can and should be formed in the teaching of algebra in the 7th grade are given. Their distinction is made depending on the aspects (cognitive, organizational, communication, etc.) of schoolchildren's educational activity. Separate practical cases and

corresponding methodological recommendations regarding the involvement of educational research in the teaching of algebra in the 7th grade of NUS based on the use of virtual experiments (PhET simulations) were considered.

Key words: teaching mathematics, educational activities of schoolchildren, educational and research activities of students, educational and research skills, learning algebra, educational research, PhET simulations.

УДК 378.147 33

DOI 10.5281/zenodo.12160425

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

Н. В. Сачанюк-Кавецька

ORCID ID 0000-0001-6405-1331

Вінницький національний технічний університет

ФОРМУВАННЯ ЛОГІКО-АНАЛІТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ НА ЗАНЯТТЯХ З ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ

У дослідженні висвітлено проблему формування логіко-аналітичної компетентності майбутніх інженерів. Проаналізовано погляди науковців щодо дефініції понять «логічна та аналітична компетентність» та констатовано, що спільним для них є наявність логічного мислення та готовність до аналітичної діяльності. Підсумовуючи наведені погляди на поняття «логіко-аналітична компетентність», авторами визначено логіко-аналітичну компетентність майбутнього інженера як інтегративну характеристику особистості, що оперує знаннями, логічним мисленням, вміннями щодо аналізу числових даних та побудови найпростіших моделей, здатна переосмислити інформацію, що стосується певного професійного завдання та побудувати алгоритм для його ефективного розв'язання.

Визначено, що процес формування логіко-аналітичної компетентності майбутніх інженерів, в першу чергу, спрямований на удосконалення мислення, яке характеризується глибиною, логічністю, креативністю, широтою, критичністю та реалізується через вплив на мотивацію здійснювати аналітичну діяльність, що передбачає оперування математичними знаннями та вміннями. Авторами запропоновано основні характеристики логіко-аналітичної компетентності: 1) гнучкість мислення; 2) аналіз та запам'ятовування інформації; 3) генерування ідей, розробка виважених рішень; 4) ефективне комбінування знань; 5) уміння будувати прогнози, логічні висновки; 6) активне сприйняття інформації. Наведено деякі шляхи формування логіко-аналітичної компетентності на заняттях з вищої математики, а саме: в процесі вивчення різних тем пропонується складати алгоритми розв'язування тих чи інших завдань, що в свою чергу сприяє формуванню операційно-алгоритмічної компетентності; використовувати компетентнісно орієнтовані завдання у відповідності до навчальних цілей: знання-розуміння-застосування-аналіз-синтез-оцінка; до розв'язування певних типів нестандартних задач використовувати загальні прийоми, наприклад диференціальне числення.

Ключові слова: аналітична діяльність, вища математика, диференціальне числення, компетентнісно орієнтовані завдання, майбутній інженер, логіко-аналітична компетентність.

Постановка проблеми. Логіко-аналітична компетентність є однією із складових професійної компетентності майбутніх інженерів. Вона означає здатність аналізувати і розв'язувати складні завдання, використовуючи логічне мислення та аналітичні методи, допомагає приймати обґрунтовані рішення, ефективно аналізувати проблеми та інноваційно діяти. Крім того, щоб продовжити навчання на другому рівні вищої освіти (магістерському) здобувачі мають скласти єдиний вступний іспит (ЄВІ), що передбачає тест загальної навчальної компетентності (ТЗНК) і тест з іноземної мови. ТЗНК відповідно до Програми тесту загальних навчальних компетентностей, затвердженої наказом МОН №158 від 11 лютого 2022 року [6, 8] складається з двох компонентів, один з яких є логіко-аналітичний, що включає логічне та аналітичне мислення. Завдання аналітичного блоку передбачали застосування найпростіших комбінаторних, статистичних або ймовірнісних обчислень, вміння аналізувати числові дані, будувати найпростіші математичні моделі, давати оцінку значень невідомих величин, аналізувати дані та використовувати отриману інформацію для обґрунтування певних рішень. Саме тому, в процесі навчання на першому рівні вищої освіти (бакалаврському) викладачі всіх дисциплін, і вищої математики особливо, мають більше уваги приділяти формуванню логіко-аналітичної компетентності майбутніх фахівців інженерних спеціальностей.

Аналіз актуальних досліджень. Логіко-аналітична компетентність, що є основною категорією дослідження визначається різнопланово провідними науковцями. Значна кількість вчених логічний та аналітичний компоненти розглядають як самостійні відокремлені компетентності. Зокрема, Н. Зінчук, Г. Саволайнен, Л. Половенко, І.-С. Мазур, Ю. Франко та ін. досліджували аналітичну компетентність фахівців різного профілю, а С. Раков, В. Андрієвська, Е. Юркевич та ін. – логічну компетентність. Різні аспекти математичної компетентності фахівців, складовою якої є логічна компетентність, досліджували А. Тихоненко, Л. Іляшенко, О. Овчарук, Л. Нізамієва, Г. Селевко, С. Раков та інші. Формуванню логічного мислення майбутніх фахівців присвячені роботи Є. Архипової, Л. Обухової, Б. Бурштейна та ін. У дослідженнях Є. Лодатка, І. Захарової, Т. Єлканової, І. Седової, В. Бутенка та інших подано загальні теоретико-методологічні засади формування інформаційно-аналітичної компетентності студентів.

Специфіка математичної підготовки майбутніх інженерів висвітлена в доробках таких науковців як, В. Веніков, Г. Варварецька, О. Євсєєва, Т. Крилова, В. Петрук та ін.

Проте при такій високій зацікавленості різними аспектами досліджуваної проблеми, питання пов'язані із формуванням саме логіко-аналітичної компетентності майбутніх фахівців технічних ЗВО потребують подальшого вивчення.

Мета статті – розкриття окремих аспектів формування логіко-аналітичної компетентності майбутніх інженерів на заняттях з вищої математики.

Виклад основного матеріалу. Для з'ясування змісту «логіко-аналітична компетентність», слід звернутись до висвітлення даної наукової дефініції науковцями (табл. 1).

Таблиця 1

Тлумачення термінів «логічна та аналітична компетентність»

№	Автор	Тлумачення
1	Л. Половенко [5, с. 88]	аналітична компетентність майбутнього фахівця економічної кібернетики визначається готовністю та здатністю до аналітичної діяльності та певними особистісними якостями, що забезпечують адаптацію та ефективну управлінську діяльність
2	Н. Зінчук [2, с. 19]	аналітична компетентність менеджера належить до складових професійної компетентності, що забезпечує йому виконання професійних аналітичних завдань, застосовуючи аналітичні методи для встановлення причинно-наслідкових зв'язків у сфері управління

Продовження таблиці 1

3	В. Андрієвська [1, с. 21]	«логічна компетентність – вміння визначати та застосовувати теоретичні поняття, положення, концепції для аналізу та пояснення фактів, явищ, процесів; аналізувати, синтезувати та узагальнювати значний обсяг фактів, простежуючи зв'язки і тенденції; визначати причини, сутність, наслідки та значення явищ і подій, зв'язки між ними; розкривати внутрішні мотиви й зовнішні чинники...»
4	С. Раков [7, с. 4]	логічна компетентність – володіння індуктивним та дедуктивним методами міркувань, аргументації, доведення та спростування тверджень, розуміння переваг і обмежень у застосуванні міркувань на основі індукції, використання апарату математичної логіки задля встановлення істинності суджень, володіння загальними прийомами розумової діяльності у сфері спеціальних предметних об'єктів: прийомами аналізу, синтезу, порівняння, класифікації, абстрагування, узагальнення, конкретизації, встановлення і використання аналогій; використання понятійного апарату дискретної математики (елементів теорії графів) для інтерпретації причинно-наслідкових, структурно-логічних, системо-утворювальних зв'язків та їх подальшого аналізу.
5	І. С.Мазур, Ю.Франко [3, с. 19]	аналітична компетентність в робототехніці базується на використанні сучасних інформаційних технологій, виконанні імітаційних моделювань інтелектуальних систем для вирішення аналітичних завдань.

Таким чином, проведений дефінітивний аналіз ключових понять дослідження дозволив нам визначити логіко-аналітичну компетентність як складову професійної компетентності майбутніх фахівців технічних спеціальностей. На підставі аналізу наукових праць ми прийшли до висновку, що компетентність для фахівців технічних спеціальностей слід розглядати в поєднанні логічного та аналітичного компонентів, тобто як логіко-аналітичну. Вивчаючи питання щодо формування математичної компетентності майбутніх інженерів, було визначено що серед складових даної компетентності присутня логіко-аналітична [9,12,13].

Підсумовуючи наведені погляди науковців, ми пропонуємо логіко-аналітична компетентність як складову математичної компетентності майбутнього інженера визначати як інтегративну характеристику особистості, що оперує знаннями, логічним мисленням, вміннями щодо аналізу числових даних та побудови найпростіших моделей, здатна переосмислити інформацію, що стосується певного професійного завдання та побудувати алгоритм для його ефективного розв'язання.

Процес формування логіко-аналітичної компетентності майбутніх інженерів в першу чергу, спрямований на удосконалення мислення, яке характеризується глибиною, логічністю, креативністю, широтою, критичністю та реалізується через вплив на мотивацію здійснювати аналітичну діяльність, що передбачає оперування математичними знаннями та вміннями (рис.1).

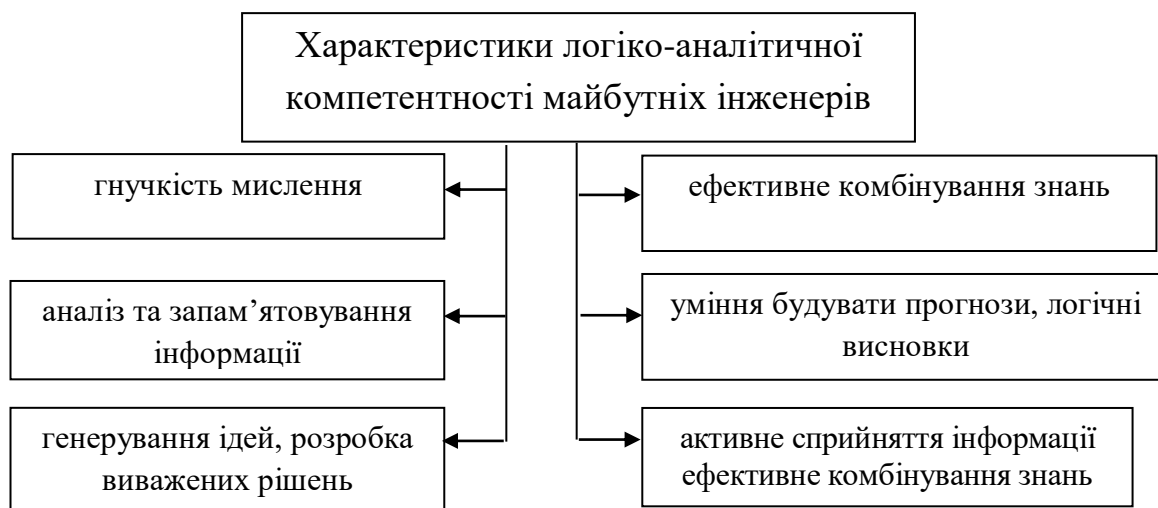


Рис. 1. Основні характеристики логіко-аналітичної компетентності майбутнього фахівця технічних спеціальностей.

Розглянемо деякі шляхи формування логіко-аналітичної компетентності на заняттях з вищої математики.

Оскільки аналітична діяльність передбачає оперування знаннями, переосмислення інформації, що стосується певної проблеми та побудову алгоритмів для її розв'язання, то в процесі вивчення різних тем ми пропонуємо студентам складами алгоритми розв'язування тих чи інших завдань, що в свою чергу сприяє формуванню операційно-алгоритмічної компетентності.

Наприклад, сформулюємо алгоритм дослідження функції $z = f(x, y)$ на екстремум:

- 1) знаходимо перші похідні $\frac{\partial z}{\partial x}$ та $\frac{\partial z}{\partial y}$;
- 2) визначаємо критичні точки, тобто точки, в яких $\frac{\partial z}{\partial x} = 0$ та $\frac{\partial z}{\partial y} = 0$;
- 3) знаходимо другі частинні похідні $\frac{\partial^2 z}{\partial x^2}$, $\frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y}$, $\frac{\partial^2 z}{\partial y^2}$;
- 4) знаходимо для кожної критичної точки значення $A = \frac{\partial^2 z}{\partial x^2}(M_i)$,

$$B = \frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y}(M_i), \quad C = \frac{\partial^2 z}{\partial y^2}(M_i) \quad \text{та} \quad \Delta = AC - B^2$$

і робимо висновки на підставі

теореми достатніх умов екстремумів функції двох змінних.

Крім того, даний алгоритм пропонуємо студентам представити також у вигляді структурної логічної схеми.

Важливе значення для формування логіко-аналітичної компетентності мають компетентісно орієнтовані завдання, що використовуються з різних тем курсу вищої математики. Компетентісно орієнтовані завдання розроблені у відповідності до навчальних цілей: знання-розуміння-застосування-аналіз-синтез-оцінка [4,10].

Розглянемо приклади компетентісно орієнтованих завдань для формування логіко-аналітичної компетентності майбутніх інженерів з різних тем курсу вищої математики.

Зразки компетентнісно орієнтованих завдань

Навчальні цілі	Приклади завдань
Знання	1. Сформулювати основні правила диференціювання (одне довести на вибір). 2. Сформулювати і дати повне доведення твердження, що виражає геометричний зміст похідної.
Розуміння	1. Сторони b і c прямокутника змінюються за законом $b = 3t + 1$, $c = 2t + 5$. З якою швидкістю змінюється його площа і периметр в момент часу $t = 5$?
Застосування	Використовуючи теорему Ролля, довести, що для многочлена $P(x) = (x + 3)(x + 2)(x - 1)$ на інтервалі $(-3; 1)$ знайдеться корінь рівняння $P''(x) = 0$.
Аналіз	1. При яких значеннях a крива $y = -x^4 + ax^3 - \frac{3}{2}x^2 + 5$ опукла вгору при всіх $x \in \mathbb{R}$? 2. Функція $f(x) = \frac{x^2 - 2}{x^4}$ має на кінцях відрізка $[-1; 1]$ однакові значення, а її похідна дорівнює нулю в точках $x = \pm 2$ (перевірте), розміщених за межами відрізка $[-1; 1]$. Чому не справджується висновок теореми Ролля?
Синтез	1. Знайти найбільший член послідовності $y_n = \frac{n}{n^3 + 250}$, $n \in \mathbb{N}$. 2. У якій точці крива $y = \frac{\sigma}{\sqrt{\pi}} e^{-\sigma^2 x^2}$, $\sigma > 0$, найбільш віддалена від осі Ox ? Визначити цю відстань. 3. Обґрунтуйте геометричний зміст теорем Ролля і Лагранжа. Виведіть формулу Лагранжа з формули Тейлора.
Оцінка	За допомогою онлайн-калькулятора скласти таблицю значень функції $y = e^x$ на відрізку $[-0,05; 0,05]$ з кроком 0,01. За одержаними даними побудувати на цьому проміжку графік заданої функції. Упевнитись в тому, що в межах точності побудови цей графік і графік функції $y = x + 1$ нерозрізнимі і пояснити причину цього факту.

Для формування логіко-аналітичної компетентності доцільним буде також використання загальних прийомів, наприклад диференціального числення для розв'язування певних типів нестандартних задач [11].

Наведемо деякі приклади.

Приклад 1. Обчислити значення виразу: $S = \frac{1}{2} + \frac{2}{4} + \frac{3}{8} + \frac{4}{16} + \dots + \frac{100}{2^{100}}$.

Розв'язування. Вираз S має вигляд $a_1 + a_2 + \dots + a_{100}$, де

$a_k = \frac{k}{2^k} = \frac{k}{2} \left(\frac{1}{2}\right)^{k-1}$ ($k = 1, 2, \dots, 100$). Розглянемо функцію f , яка задається рівністю:

$$f(x) = x + x^2 + \dots + x^{100} \quad (x \in (0; 1)).$$

Тоді $f'(x) = 1 + 2x + 3x^2 + \dots + 100x^{99}$, так, що

$$f'\left(\frac{1}{2}\right) = 1 + \frac{2}{2} + \frac{3}{4} + \frac{4}{8} + \dots + \frac{100}{2^{99}} = 2S.$$

З іншого боку $f(x) = \frac{x^{101} - x}{x - 1}$, і

$$f'(x) = \frac{(101x^{100} - 1)(x - 1) - (x^{101} - x)}{(x - 1)^2} = \frac{100x^{101} - 101x^{100} + 1}{(x - 1)^2},$$

і тому $S = 2\left(\frac{100}{2^{101}} - \frac{101}{2^{100}} + 1\right) = 2 - \frac{51}{2^{99}}$.

Приклад 2. Довести, що рівняння $x^3 + 3x - 6 = 0$ має тільки один дійсний корінь.

Доведення. Розглянемо функцію $f(x) = x^3 + 3x - 6 = x^3\left(1 + \frac{3}{x^2} - \frac{6}{x^3}\right)$. З даного

представлення функції видно, що при досить великих значеннях x функція $f(x)$ матиме знак «+», а при досить великих (за абсолютною величиною) від'ємних x матиме знак «-». Тоді за теоремою Больцано-Коші існуватиме принаймні одна точка c , така що $f(c) = 0$. Покажемо, що така точка єдина. Справді, коли б існувало два корені c і c_1 , то застосувавши на проміжку $[c; c_1]$ теорему Ролля, ми б прийшли до висновку, що існує точка c_2 , така що $f(c_2) = 0$ ($c < c_2 < c_1$). А це суперечить тому, що $f'(x) = 3x^2 + 3 \neq 0$.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. З огляду на все вище зазначене, підсумуємо: логіко-аналітична компетентність є складовою математичної компетентності майбутнього інженера, що визначається: 1) здатністю аналізувати складні проблеми та розв'язувати їх ефективно, використовуючи раціональне та логічне мислення; 2) аналітичними навичками, що є здатністю збирати, організовувати та аналізувати інформацію для прийняття обґрунтованих рішень.

Розв'язування компетентісно орієнтованих завдань і з різних тем вищої математики, використання в процесі знаходження розв'язку певних типів нестандартних задач загальних прийомів, наприклад диференціальне числення, допомагає студентам розробляти логічне мислення і аналітичні навички.

Проведене дослідження не вичерпує усіх аспектів даної проблеми. Більш ґрунтовної розробки потребує питання взаємозв'язку логіко-аналітичної та логіко-інформаційної компетентності майбутніх інженерів. Перспективами подальших досліджень є аналіз інших підходів до формування зазначених компетентностей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Андрієвська, В. П. (2014). Формування предметних компетентностей при вивченні курсу всесвітньої історії студентами коледжу. Збірник наукових праць ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 10, 14–23. (Andrievskaaya, V.P. (2014). Formation of subject competencies in the study of world history by college students. Collection of scientific works of KhNU. V.N Karazin, 10, 14–23).
2. Зінчук, Н. А. (2010). Формування аналітичної компетентності майбутніх менеджерів у вищих навчальних закладах (автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04) Київ. (Zinchuk, N. A. (2010). Formation of analytical competence of future managers in higher educational institutions (PhD thesis abstract: 13.00.04) Kyiv).
3. Мазур, І.-С., Франко, Ю. (2023). Про необхідність вивчення робототехніки як засобу формування професійних компетентностей майбутніх інженерів-педагогів. Освіта. Інноватика. Практика, 1, 16–21. (Mazur, I.-S., Franko, Yu. (2023) About the need to study robotics as a means of forming the professional competences of future engineers-pedagogues. Education. Innovation. Practice, 1, 16–21).

4. Онопрієнко, О. І. (2013). Компетентнісно зорієнтовані задачі як засіб формування математичної компетентності учнів. Початкова школа, 3, 25–28. (Onoprienko, O. I. (2013). Competently oriented tasks as a way of shaping the mathematical competence of students. Pochatkov school, 3, 25–28).
5. Половенко, Л. П. (2012). Аналітична компетентність – ключовий складник професійної компетентності майбутніх фахівців з економічної кібернетики. Щоквартальний науково-практичний журнал: Теорія і практика управління соціальними системами: філософія, психологія, педагогіка, соціологія, 1, 81–90. (Polovenko, L. P. (2012). Analytical competence is a key component of the professional competence of future specialists in economic cybernetics. Quarterly scientific and practical journal: Theory and practice of managing social systems: philosophy, psychology, pedagogy, sociology, 1, 81–90).
6. Порядок прийому на навчання для здобуття вищої освіти в 2023 році. Наказ МОН України № 276 від 15 березня 2023 року. Режим доступу: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/visha-osvita/vstupna-kampaniya-2023/umovi-prijomu-dlya-zdobuttya-vishoyiosviti-2023-roku>. (Procedure for admission to higher education in 2023. Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine № 276 dated March 15, 2023. Retrieved from: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/visha-osvita/vstupna-kampaniya-2023/umovi-prijomu-dlya-zdobuttya-vishoyiosviti-2023-roku>).
7. Раков, С. А. (2007). Формування математичних компетентностей випускника школи як місія математичної освіти. Математика в школі, 5, 2–7. (Rakov, S. A. (2007). Formation of mathematical competencies of a school graduate as a mission of mathematical education. Mathematics at school, 5, 2–7).
8. Стандарти вищої освіти. МОН України. Режим доступу: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/visha-osvita/naukovo-metodichna-rada-ministerstva-osviti-i-naukiukrayini/zatverdzeni-standarti-vishoyi-osviti>. (Standards of higher education. Ministry of Education and Science of Ukraine. Retrieved from: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/visha-osvita/naukovo-metodichna-rada-ministerstva-osviti-i-naukiukrayini/zatverdzeni-standarti-vishoyi-osviti>).
9. Хом'юк, В. В. (2014). Компетентнісний підхід до формування математичної компетентності майбутніх інженерів. Вісник Чернігівського національного педагогічного університету: серія: педагогічні науки. Чернігів: ЧНПУ, 117, 258–261. (Khomyuk, V. V. (2014). Competence approach to the formation of mathematical competence of future engineers. Bulletin of the Chernihiv National Pedagogical University: series: pedagogical sciences. Chernihiv: ChNPU, 117, 258–261).
10. Хом'юк, В. В., Хом'юк, І. В. (2018). Компетентностно-орієнтовані завдання як важливий чинник формування когнітивної складової математичної компетентності майбутніх інженерів. Актуальні питання природничо-математичної освіти. Суми : Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка, 1(9), 107–114. (Khomyuk, V. V., Khomyuk, I. V. (2018). Competence-oriented tasks as an important factor in the formation of the cognitive component of mathematical competence of future engineers. Current issues of natural and mathematical education. Sumy: Sumy state Pedagogical University named after A. S. Makarenko, 1(9), 107–114.).
11. Хом'юк, І. В., Хом'юк, В. В. (2018). Доведення теорем як засіб активізації навчання студентів вищої математики у технічних ВОЗ. Актуальні питання природничо-математичної освіти. Суми : Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка, 1(11), 114–119 (Khomyuk, I. V., Khomyuk, V. V. (2018). Continuation of theory as a tool for activation of students of higher mathematics in technical university. Current issues of natural and mathematical education. Sumy: Sumy state Pedagogical University named after A. S. Makarenko, 1 (11), 114–119).
12. Хом'юк, І. В., Кирилашук, С. А., Хом'юк, В. В. (2022). Використання задач на доведення як засобу формування логічної компетентності майбутніх інженерів. Актуальні питання природничо-математичної освіти. Суми : Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка, 1(19), 90–98. (Khomyuk, I. V., Kyrylashchuk, S. A., Khomyuk, V. V.

The use of proof problems as a means of forming the logical competence of future engineers. Current issues of natural and mathematical education. Sumy: Sumy state Pedagogical University named after A. S. Makarenko, 1(19), 90–98.

13. Brown, C. (2020). The Importance of Analytical Competency in Engineering Practice. *Engineering Journal*, 28(2), 45–59.

Khomyuk I. V., Kyrylashchuk S. A., Khomyuk V. V., Sachaniuk-Kavets'ka. N. V. Formation of logical and analytical competence of future engineers in higher mathematics classes.

The study highlights the problem of forming the logical and analytical competence of future engineers. The views of scientists regarding the definition of the concepts of «logical and analytical competence» were analyzed and it was established that they have in common the presence of logical thinking and readiness for analytical activity. Summarizing the above views on the concept of «logical-analytical competence», the authors define the logical-analytical competence of a future engineer as an integrative characteristic of a person who operates with knowledge, logical thinking, the ability to analyze numerical data and build the simplest models, capable of rethinking information related to a certain professional task and build an algorithm for its effective solution.

It was determined that the process of forming the logical-analytical competence of future engineers is primarily aimed at improving thinking, which is characterized by depth, logic, creativity, breadth, criticality and is implemented through the influence on the motivation to carry out analytical activities, which involves the operation of mathematical knowledge and skills. The authors proposed the main characteristics of logical-analytical competence: 1) flexibility of thinking; 2) analysis and memorization of information; 3) generating ideas, developing balanced solutions; 4) effective combination of knowledge; 5) the ability to make forecasts, logical conclusions; 6) active perception of information. Some ways of forming logical-analytical competence in higher mathematics classes are presented, namely: in the process of studying various topics, it is suggested to compile algorithms for solving certain tasks, which in turn contributes to the formation of operational-algorithmic competence; use competence-oriented tasks in accordance with educational goals: knowledge-understanding-application-analysis-synthesis-evaluation; to solve certain types of non-standard problems, use general methods, for example, differential calculus.

Key words: *analytical activity, higher mathematics, differential calculus, competence-oriented tasks, future engineer, logical-analytical competence.*

РОЗДІЛ 3. ПРОБЛЕМА УДОСКОНАЛЕННЯ ПІДГОТОВКИ ВЧИТЕЛІВ ПРЕДМЕТІВ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ

УДК 373.3.011.3 – 051 : [37.091.2 : 304.35]
DOI 10.5281/zenodo.12186253

С. М. Кондратюк
ORCID ID 0000-0002-3850-6731
Сумський державний педагогічний
університет імені А. С. Макаренка

СТРУКТУРНІ КОМПОНЕНТИ ПРОФЕСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ВЧИТЕЛЯ ПОЧАТКОВИХ КЛАСІВ З ОРГАНІЗАЦІЇ ЗДОРОВ'ЯЗБЕРЕЖУВАЛЬНОГО ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ

У статті зазначається, що професійна діяльність вчителя початкових класів з організації здоров'язбережувального освітнього процесу повинна мати упорядковану сукупність взаємопов'язаних та взаємозумовлених структурних компонентів, тому метою статті є їх визначення та обґрунтування. Аналітичний огляд сучасних наукових розвідок свідчить про актуальність та важливість пошуку нових підходів до вирішення зазначеної проблеми.

У ході дослідження виокремлено та аргументовано такі структурні компоненти з організації здоров'язбережувального освітнього процесу як: мотиваційно-ціннісний, який передбачає сформованість професійної спрямованості на здійснення здоров'язбережувальної професійної педагогічної діяльності; когнітивний являє собою сукупність психолого-педагогічних знань, оволодіння якими забезпечує теоретичну готовність учителя до здійснення здоров'язбережувальної професійної діяльності; процесуальний визначає сукупність умінь, якість засвоєння яких необхідна для реалізації здоров'язбережувальної професійної діяльності, успішного та адекватного розв'язання різноманітних педагогічних ситуацій; аналітико-результативний передбачає аналіз, осмислення, самоаналіз виконаної роботи, що вимагає критичності мислення, здатності до оціночних суджень, рефлексії та корекції результатів власної діяльності.

Впровадження структурних компонентів можливе за умов врахування вчителем індивідуально-психологічних властивостей дитини молодшого шкільного віку для її здорового розвитку. Це передбачає знання про педагогічну діагностику особливостей учнів початкових класів, їх інтересів, схильностей, здібностей; про забезпечення продуктивної пізнавальної діяльності учня, активізації мотивації до збереження власного здоров'я шляхом використання методів викладання, що адекватно відповідають можливостям дитини. Ці знання спрямують вчителя на усвідомлення того, що засвоєння навчального матеріалу не може досягатися ціною здоров'я дитини, рівень вимог до її розумової діяльності повинен відповідати віковим та індивідуальним потребам і можливостям. Тому, професійна діяльність вчителя початкових класів повинна бути спрямована, в першу чергу, на створення здоров'язбережувального освітнього середовища.

Ключові слова: професійна діяльність вчителя, учні, здоров'язбереження, структурні компоненти, освітній процес.

Постановка проблеми. Організація здоров'язбережувального освітнього процесу вимагає від учителя певної теоретичної готовності, тобто достатнього рівня засвоєння професійних знань. Це обумовлює фахову мобільність педагога, яка виявляється в його здатності орієнтуватися у швидкоплинних соціально-педагогічних ситуаціях, адекватно розв'язувати педагогічні завдання. Професійна діяльність учителя може бути успішною лише в тому разі, якщо педагог постійно прагне підвищення своєї кваліфікації,

удосконалення педагогічної майстерності. Це можливо лише за умов особистісного зростання, формування активної життєвої позиції, виявлення ініціативи. Ініціативність – це якість, без якої будь-яка людина не в змозі переосмислити стереотипи власного досвіду, засвоїти нові ідеї, підходи до професійної діяльності.

Для виявлення ініціативи вчителю потрібні мотиви, зацікавленість, орієнтація на певні цінності. Таким чином, здоров'язбережувальна професійна діяльність учителя може виявлятися лише в нерозривній єдності з цінностями особистості, за умов глибокої зацікавленості та мотивації до певного виду діяльності [7].

Аналіз актуальних досліджень. Обґрунтування складу професійних знань учителя є предметом досліджень багатьох учених (Ю. Бабанський, В. Гінецинський, І. Журавльов, Л. Зоріна, Н. Кузьміна, В. Паламарчук, Г. Сухобська та ін.), узагальнені вимоги до цих знань зафіксовано також у навчальних програмах і кваліфікаційних характеристиках. Важливе місце у науковому пошуку вчених займають питання вивчення стану валеологічної обізнаності учителів початкових класів. Водночас слід зазначити, що серед досліджуваних питань це явище ще не знайшло достатнього висвітлення [1; 8; 10]. Сучасні розвідки доводять – школа сьогодення є зоною ризику і умови навчання в ній здатні серйозно перешкоджати збереженню і зміцненню здоров'я школярів. Спеціальні дослідження А. Бойко, Г. Буліч, М. Гончаренка, В. Горащук, С. Кириленко, В. Оржеховської та інших дозволили виділити такі шкільні фактори ризику: стресова педагогічна тактика; інтенсифікація навчального процесу; невідповідність методик і технологій навчання віковим та функціональним можливостям молодших школярів; нераціональна організація навчальної діяльності; функціональна некомпетентність педагогів у питаннях охорони та зміцнення здоров'я; відсутність системи роботи з організації здоров'язбережувального освітнього середовища.

Мета статті полягає у визначення та обґрунтуванні структурних компоненти професійної діяльності вчителя початкових класів з організації здоров'язбережувального освітнього процесу.

Виклад основного матеріалу. Теоретичний аналіз різних підходів до професійної діяльності, а зокрема і професійної діяльності, моделювання педагогічного процесу, дозволив дійти висновку про те, що професійна діяльність вчителя початкових класів з організації здоров'язбережувального освітнього процесу повинна являти собою упорядковану сукупність взаємопов'язаних та взаємозумовлених структурних компонентів, а саме:

- мотиваційно-ціннісний – сформованість професійної спрямованості на здійснення здоров'язбережувальної професійної педагогічної діяльності;
- когнітивний – сукупність психолого-педагогічних знань, оволодіння якими забезпечує теоретичну готовність учителя до здійснення здоров'язбережувальної професійної діяльності;
- процесуальний – сукупність умінь, якість засвоєння яких необхідна для реалізації здоров'язбережувальної професійної діяльності, успішного та адекватного розв'язання різноманітних педагогічних ситуацій;
- аналітико-результативний – передбачає аналіз, осмислення, самоаналіз виконаної роботи, що вимагає критичності мислення, здатності до оціночних суджень, рефлексії та корекції результатів власної діяльності [5; 7; 8; 11]. Розглянемо зміст компонентів детальніше.

Мотиваційно-ціннісний компонент здоров'язбережувальної педагогічної діяльності як складник мотиваційної сфери професійної діяльності вчителя є інтегральною якістю, яка характеризується сукупністю ціннісних орієнтацій, соціальних настанов, нахилів, інтересів, потреб, що складають основу мотивів, тобто все те, що включає поняття спрямованості людини. Найважливішим аспектом мотиваційно-ціннісного компоненту здоров'язбережувальної професійної діяльності, на нашу думку, є усвідомлення вчителем ще й здоров'язбереження та здоров'яформування в освітньому процесі. Це, насамперед, вимагає від учителя визнати особистість кожного учня та його цінність саме за тими

здібностями, які надані йому природою; визнати право учня на свою думку; усвідомлення того, що головне завдання педагога віднайти ті засоби, форми й методи, які дозволять залучити учня до отримання знань.

Не менш важливою для вчителя є глибока зацікавленість у діяльності, спрямованій на розвиток власної культури здоров'я (починай із себе), оздоровлення власного організму, розкриття його резервних можливостей, на підвищення рівня життєдіяльності й високої працездатності, формування навичок ведення здорового способу життя, оскільки лише здоровий учитель може формувати здоров'я учнів. Узагальнення вище викладеного дозволяє зробити висновок про те, що сформованість сукупності властивостей і якостей, які характеризують спрямованість учителя на здійснення здоров'язбережувальної професійної діяльності, можна подати таким чином:

- гуманістичний світогляд і ціннісні орієнтації, що дозволяють розглядати людину та її здоров'я як найвищі соціальні цінності;
- настанови на пізнання й розуміння дитини, проникнення в мотивацію її поведінки, розпізнання суттєвих рис особистості;
- розвинений інтерес до іншої людини, поваги до її неповторності, особиста зацікавленість у благополуччі інших людей;
- свідоме бажання здійснювати духовне наставництво дитини на шляху її здорового розвитку, підтримувати процеси самопізнання, самовизначення, самореалізації учня;
- готовність до ненасильницької особистісно-професійної діяльності, до співробітництва і встановлення педагогічно доцільних взаємин з учасниками педагогічного процесу (учнями, їхніми батьками, з іншими вчителями та ін.);
- сукупність значущих якостей (цілеспрямованість, відповідальність, працездатність, справедливість, педагогічний такт, емпатія, урівноваженість);
- свідоме ставлення до свого здоров'я, мотивація на його збереження і зміцнення, дотримання здорового способу життя;
- потреба у самоосвіті, саморозвитку, вдосконаленні педагогічної майстерності.

Слід зазначити, що з огляду на формування усвідомлених і просякнутих почуттям мотивів діяльності педагогів, які спонукають й стимулюють поведінку вчителя, недостатньо дати лише певну інформацію про сутність, зміст, завдання здоров'язбережувальної педагогічно-професійної діяльності. Надто важливо для вчителя, відштовхуючись від образу бажаної діяльності, емоційно пережити свою нову роль, намітити майбутню діяльність й передбачити результати своїх дій [7].

Звернемо увагу на ті складові теоретичної підготовки вчителя, що мають безпосереднє відношення до когнітивного компоненту здоров'язбережувальної професійної діяльності. До змісту таких узагальнених знань необхідно віднести, перш за все, знання про сутність людини та її здоров'я, закони вікового розвитку дитини, її індивідуальні особливості розвитку і здоров'я, основи формування здорового способу життя, забезпечення безпеки життєдіяльності [8].

Здійснення здоров'язбережувальної професійної діяльності потребує від учителя ознайомлення і засвоєння навчальної програми з соціальної і здоров'язбережувальної освітньої галузі, передбаченої Державним стандартом початкової і освіти [3].

Здоров'язбережувальна професійна діяльність вчителя початкових класів ґрунтується на усвідомленні необхідності врахування індивідуально-психологічних властивостей учня для його здорового розвитку. Це передбачає знання про педагогічну діагностику особливостей дитини, її інтересів, схильностей, здібностей; про забезпечення продуктивної пізнавальної діяльності учня, активізації всіх його психічних сфер шляхом використання методів викладання, що адекватно відповідають можливостям дитини. Ці знання мають дозволити вчителю зрозуміти, що засвоєння навчального матеріалу не може досягатися ціною здоров'я дитини, рівень вимог до її розумової діяльності повинен відповідати віковим та індивідуальним потребам.

Наукові розвідки та практична діяльність свідчать, що у дітей молодшого шкільного віку домінують переважно природні потреби у грі й наслідуванні, саморозвитку та свободі вибору. Провідні види діяльності для них – різноманітні ігри, творчість, у тому числі й вербальна, включаючи створення казок. Дітям необхідно обов'язково надавати свободу вибору. Таким чином, зміст початкової освіти повинен стати для дитини не метою навчання, як це традиційно буває в сучасних школах, а лише засобом для досягнення своїх, саме ігрових і творчих цілей. У цьому разі, з одного боку, забезпечується індивідуально-гармонійний розвиток дитини, з іншого – вона доволіно оволодіває основними навичками освітньої діяльності (лічби, письма, читання, спостереження, спілкування тощо), формується спонукальна й інформаційна база для забезпечення її життєдіяльності [4; 5; 9; 11]. З огляду на це, універсальним методом виховання й навчання учнів початкової школи є наочно-образний метод, який надає дитині свободу вибору, дозволяє емоційно пережити все, із чим стикається учень у своєму оточенні, зберігає нормальну здатність сприйняття, запобігає інтелектуальному стомленню, стимулює уяву, фантазію, сприяє розвитку пам'яті, мислення, емоційно-почуттєвої та вольової сфер особистості. Не менш важливим є педагогічно доцільне використання методів оцінювання навчальної діяльності дітей та їхнього заохочення, які дозволяють порівнювати учня не з іншими, а із самим собою, що дозволяє дитині сприйняти власну унікальність, усвідомити й адекватно оцінити свої можливості, що є необхідною основою особистісного зростання.

Важливим аспектом когнітивного компоненту є обізнаність учителя щодо раціональної організації режиму навчання й відпочинку дітей. Це передбачає знання педагога про сутність втоми, її зовнішні ознаки, педагогічні засади її запобігання й подолання. Приміром, втомою прийнято вважати «природний фізіологічний стан організму, який розвивається в ході напруженої або довготривалої роботи та виявляється у зниженні працездатності» [2; 7]. Для вчителя важливим є з'ясування зовнішніх ознак втоми дітей під час розумової праці, для ознайомлення з якими можна порекомендувати працю М. Гончаренка [2].

Вагомим складником здоров'язбережувальної професійної діяльності вчителя має бути використання здоров'язбережувальних освітніх технологій. Ефективність їх застосування вимагає від учителя певних знань. Приміром, для розв'язання проблеми запобігання стомлення школярів учитель має знати основи оптимального рухового режиму дитини, що є одним із важливих аспектів раціональної організації навчання, збереження і зміцнення здоров'я учнів молодших класів. Молодшим школярам притаманна природна рухова активність, тому для їхнього нормального розвитку має бути достатньо руху. Його слід заохочувати й регулювати, оскільки в русі діти пізнають життя, навколишній світ. Одночасно рухова активність не має бути надмірною. Щоб не викликати перевантаження дитячого організму, вчителю потрібно знати засади проведення рухливих ігор дидактичної спрямованості, оздоровчих пауз і фізкультурних хвилин. Наприклад, рухова дидактична гра – це діяльність, спрямована на розвиток не лише фізичних можливостей дитини (координації рухів, спритності, витривалості, швидкості, сили тощо), а насамперед, пізнавальних аспектів учнів – на вироблення внутрішньої мотивації навчання, формування пізнавального інтересу, закріплення знань і уявлень з предметів загальноосвітнього циклу. [8; 11]. Отже, рухливі ігри, створюючи фон позитивних емоцій, радості руху, одночасно є незамінним засобом набуття дитиною навчальних знань, уявлень, соціального досвіду. Для того щоб дидактичні ігри досягали своєї мети, давали достатнє живлення для безпосередньої розумової та рухової активності учнів, учителям потрібно знати вимоги до їх відбору й до організації навчальної діяльності з їх використанням. Щодо методик використання рухливих дидактичних ігор, то в науковій літературі накопичено достатній матеріал, знайомство з яким допоможе вчителю ефективно застосовувати ігри при навчанні учнів без шкоди для їхнього здоров'я [5].

Ефективність здійснення здоров'язбережувальної професійної діяльності передбачає встановлення педагогічно доцільних взаємин «учитель – учень», що вимагає від педагога певних знань про роль, функції, види педагогічного спілкування, важливість для вчителя ведення діалогу з усіма учасниками педагогічного процесу – учнями, їхніми батьками,

колегами по роботі. Очевидно, що здійснення здоров'язбережувальної педагогічної діяльності передбачає сформованість певних умінь — гностичних, прогностичних, комунікативних, організаторських, які виступають критерієм професійної компетентності вчителя в цілому й необхідні для реалізації його здоров'ятворчого впливу на учнів. Гностичні вміння утворюють інтелектуальний фундамент професійної праці вчителя, його спроможність виконувати операції логічного характеру (аналізу, синтезу, порівняння, класифікації, виділення головного тощо); забезпечують розвиток педагогічного мислення, глибокі й дієві знання про психіку дитини, розуміння її психічних станів. Усе це має важливе значення для здійснення здоров'язбережувальної діяльності, дозволяючи вчителю виділяти головні спонукальні мотиви, цілі, інтереси, потреби учнів, правильно проводити аналіз того, що відбувається у сфері життєдіяльності дитини, сприймати й узагальнювати фактичну інформацію про характер взаємин учня з оточуючими людьми, про форми поведінки школярів у різних ситуаціях – як у процесі навчання, так і поза ним.

Уміння педагогічного прогнозування (прогностичні вміння) дозволяють учителю з опорою на знання закономірностей вікового та індивідуального розвитку учнів здійснювати прогноз розвитку кожної дитини, її мислення, почуттів, волі, поведінки, особистісних якостей, можливих проблем у розвитку дитини, у встановленні взаємин з однолітками та дорослими. Обґрунтований прогноз щодо можливих дій, поведінки учнів, уміння передбачати проблеми у розвитку учнів й становленні міжособистісних стосунків у класі є базою ефективного впливу вчителя на здоровий розвиток як окремої дитини, так і класу в цілому, на формування сприятливого морально-психологічного клімату в учнівському колективі, що має важливе значення для збереження й зміцнення здоров'я дітей. Важливе значення для вчителя мають тісно пов'язані з гностичними та прогностичними вміннями комунікативні вміння. Останні у психолого-педагогічній науці виступають як взаємопов'язані групи перцептивних умінь, власне вмінь вербального спілкування й вмінь педагогічної техніки. Наприклад, перцептивні вміння як уміння сприймання, розуміння іншої людини дозволяють учителю глибоко проникати у природу дитини, визначати її індивідуальні особливості, тип темпераменту, характеру, внутрішній стан особистості; адекватно сприймати та інтерпретувати інформацію від співбесідника; бачити головне в іншій людині, визначати її ставлення до моральних цінностей; протистояти стереотипам сприйняття дитини. Отже, інформація, яка одержана вчителем завдяки перцептивним вмінням, є необхідною передумовою ефективного спілкування педагога з учнями на всіх етапах навчально-виховного процесу. Ефективність комунікацій учителя передбачає оволодіння ним педагогічною технікою, тобто володіння словом, правильною дикцією та диханням, мімікою й жестикуляцією, вміннями обрати правильний стиль і тон, управляти увагою учнів, почуття темпу тощо. Сформованість комунікативних умінь має особливе значення у здійсненні здоров'язбережувальної педагогічної діяльності. Приміром, у процесі міжособистісної перцепції на основі сприйняття дитини, її зовнішні ознаки, співвідношення їх з особистісними властивостями, інтерпретації на цій основі її вчинків створюється образ учня, прогноуються його дії. Здатність учителя адекватно сприймати дитину, точно визначати причинно-наслідкові зв'язки, оцінювати особистісні особливості, прогнозувати поведінкові реакції – все це є надійним підґрунтям для встановлення довірливих взаємин з учнем, без яких неможливе здорове формування особистості.

Педагогічно доцільне спілкування вчителя з учнем взаємно збагачує одне одного. Це може забезпечуватися такими прийомами: скорочення заборонних педагогічних вимог й поширення позитивно-орієнтуючих вимог; виявлення розуміння ситуативного внутрішнього настрою учнів за виразом обличчя, поглядом, врахування його, передача учням цього розуміння; уміння транслювати у клас власну прихильність до дітей, дружнє ставлення; формулювання цікавих цілей діяльності та показ шляхів їх досягнення [6]. Саме таке спілкування вчителя з учнями дозволяє досягти високого рівня мотивації навчання, робить освітній процес ненав'язливим, емоційно насиченим, створює комфортну атмосферу навчання, викликає в дитині позитивні емоції, знімає нервово-психічне напруження.

Розкріпачення учня сприяє його доброму самопочуттю, задоволенню духовних потреб, активізує соціальні стосунки, стимулює до взаємодії та спілкування з оточенням. З огляду на це виключно важливо для вчителя розвивати вміння діалогічного спілкування. Це передбачає настрій на співбесідника, настанову на довіру до нього, безоціночне сприйняття особистості партнера як рівного, його право на власну думку, позбавлення від повчань і догм, завдяки чому відбуваються рівноправні взаємодія, самопізнання і взаємопізнання між партнерами. Для вчителя важливо також уміти ефективно слухати співбесідника. Це відбувається в тому разі, коли слухання забезпечує розуміння співбесідника, його слів, дій, почуттів. Ефективне або активне слухання може бути емпатійним, тобто уважним мовчанням, що надає можливість співбесіднику вимовитись та рефлексивним, тобто той, хто слухає, надає співбесіднику можливість зворотного зв'язку, вільного від оцінок чи власних суджень. Ефективність здійснення здоров'язбережувальної педагогічної діяльності вимагає від учителя також оволодіння вміннями та навичками безконфліктного спілкування. Це передбачає розуміння вчителем значення конфліктогенів у спілкуванні (будь-яких слів або дій, що провокують виникнення конфлікту), усвідомлення власних конфліктогенів і їхнього перетворення в доброзичливі, поважні, емпатійні, рефлексивні форми спілкування [11].

У здоров'язбережувальній організаційній діяльності вчителя одне з провідних місць посідають його інформаційні вміння – уміння інтерпретувати й адаптувати навчальну інформацію до завдань індивідуалізації навчання, а отже і здорового розвитку дитини. Найбільш важливим аспектом таких професійних умінь учителя початкових класів є володіння методом художньо-образного викладання, яке адекватно відповідає потребам молодшого учня, а тому, як зазначалося вище, є ефективним засобом пробудження активності дитини, розвитку її пізнавальних інтересів і можливостей, моральних і соціальних здібностей, культури почуттів і вольової активності. Щодо володіння вчителем художньо-образним методом, то це не завжди означає наочність. Образними елементами наочності стають тоді, коли вказують на певні якості, людські досягнення, душевні рухи, духовні зв'язки. Подане у такому вигляді образне оповідання привертає увагу учнів, спонукає до співпереживання, спільної творчої роботи, впливає на почуття дитини, стимулює її мислення. Вироблення змістовних, почуттєво-конкретних образів вимагає від учителя власної внутрішньої активності, відмови від абстрактності, оціночних суджень, упередженості в мовленні, здатності самому точно, до дріб'язкових подробиць уявляти те, про що він говорить дітям.

У діяльності вчителя досить важливою є безпосередня організація засвоєння урочної теми при вивченні предмету «Основи здоров'я», спрямованого на збереження й зміцнення здоров'я дітей. Це передбачає адекватне відновлення сил учнів шляхом збереження стану їх оптимальної працездатності, що досягається через оптимальне сполучення фронтальних, групових та індивідуальних форм роботи з учнями, зміну довільної та емоційної активності, чергування періодів активності й розслаблення, зміну видів навчальної діяльності. Особливо важливою для учнів початкових класів, яким досить важко сидіти довго в одній позі, є організація рухової активності. Науковці вважають, що біологічна потреба в русі молодшого школяра повинна задовольнятися багаторазово, як прийом їжі, тобто не менш ніж 4-5 разів на день: 1 порція вранці (гімнастика), 2-3 порції вдень (руховий відпочинок на уроках і між ними), 4-5 порцій у другій половині дня [4]. Усі ці вимоги мають велике значення для здійснення здоров'язбережувальної діяльності вчителя, оскільки саме йому належить провідна роль у встановленні взаєморозуміння, довірливих стосунків з батьками учнів.

Визначним аспектом роботи педагога, в тому числі й щодо здійснення організації здоров'язбережувальної діяльності учнів, є постійні аналіз, осмислення, експертиза власних дій та станів, тобто рефлексія діяльності. Педагогічна рефлексія визначає ставлення педагога до самого себе як до суб'єкта професійної діяльності, передбачення себе в різних педагогічних ситуаціях. Здатність порівнювати, співставляти власне бачення з оцінками інших учасників взаємодії допомагає вчителю усвідомити те, яким він є в дійсності, як сприймається й оцінюється іншими людьми [8]. Таким чином, педагогічна рефлексія – це не просто знання і розуміння вчителем самого себе, але й з'ясування того,

наскільки й як інші (учні, колеги, батьки) знають і розуміють його, його особистісні властивості, емоційні реакції, когнітивні уявлення тощо.

Проведення професійної експертизи власної діяльності потребує від учителя розвиненої самосвідомості, що є усвідомленням, оцінкою людиною свого світогляду, цілей, інтересів і мотивів поведінки, цілісною оцінкою самого себе. Педагогічна самосвідомість дозволяє вчителю усвідомлювати свої потреби, інтереси, ціннісні орієнтації, мотиви професійної діяльності; оцінювати свої професійні можливості й співвідносити їх із значущими вимогами до вчительської діяльності; формувати індивідуальний стиль діяльності. Важливими складниками і показниками сформованості самосвідомості особистості є самооцінка, самопізнання, самоспостереження, самоаналіз професійної діяльності. Усе це відіграє величезну роль у здійсненні педагогом здоров'язбережувальної діяльності. Не сформованість цих якостей і властивостей педагога впливає на розвиток здібностей, що забезпечують ефективність здоров'язбережувальної професійної діяльності вчителя. Приміром, неадекватність самооцінки особистості виявляється у двох протилежних тенденціях – як її завищеність або її заниженість. В обох випадках неадекватність самооцінки є джерелом невдоволеності особистості собою й оточенням. Це перешкоджає вчителю бачити й оцінювати отриману інформацію з позиції оточення, проводити постійний «зворотний зв'язок», корекцію результатів своєї діяльності, що негативно впливає на здійснення професійної діяльності в цілому. Людина з адекватною самооцінкою здатна зберігати рівновагу у складних і конфліктних ситуаціях, що є стимулом особистісного зростання – для підвищення почуття відповідальності, усвідомлення своєї значущості, розвитку саморегуляції (управління своїми емоціями, реакціями, поведінкою). Постійне культивування в собі такої внутрішньої стійкості дає нові імпульси для самовиховання і саморозвитку [8]. Отже, реальна самооцінка своїх можливостей, що неможливо без самопізнання й рефлексії своїх стосунків, зв'язків з людьми, своєї поведінки, емоційно-почуттєвого стану, є імпульсом до самовдосконалення.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Проведено дослідження свідчить, що збереження здоров'я учнів початкових класів вимагає від вчителя вміння організації здоров'язбережувального освітнього середовища. Така діяльність повинна являти собою упорядковану сукупність взаємопов'язаних та взаємозумовлених структурних компонентів, а саме: когнітивний; мотиваційно-ціннісний; процесуальний та аналітико-результативний та передбачає знання про педагогічну діагностику особливостей учнів початкових класів, їх інтересів, схильностей, здібностей; про забезпечення продуктивної пізнавальної діяльності учня, активізації мотивації до збереження власного здоров'я шляхом використання методів викладання, що адекватно відповідають можливостям дитини.

Матеріал публікації не вичерпує всіх аспектів окресленої проблеми, перспективи подальших наукових розвідок вбачаємо у теоретичному обґрунтуванні та експериментальній перевірці педагогічних умов організації здоров'язбережувального освітнього процесу у початковій ланці освіти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Волокова, С. С. (2006). Здоровий учитель – здорова школа. Валеологія: сучасний стан, напрямки та перспективи розвитку: матеріали IV міжнародної конференції, 1, 40–43. Харків: ХНУ. (Vолоkova, S. S. (2006). A healthy teacher – a healthy school. Valeology: current state, directions and prospects of development: proceedings of the IV International conference, 1, 40–43. Kh.: KhNU).
2. Гончаренко, М. С., Ткаченко, Г. В., Самолова, Н. В. (2005). Валеологічне розвантаження школярів протягом навчального процесу: навч. посібник для вчителів. Харків. (Honcharenko, M. S., Tkachenko, H. V., Samolova, N. V. (2005). Valeological unloading of schoolchildren during the educational process: teaching guidelines. Kharkiv).

3. Державні стандарти загальної середньої освіти. Режим доступу: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/derzhavni-standarti>. (State standards of general secondary education). Retrieved from: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/derzhavni-standarti>.
4. Іонова, О. М. (2005) Функції шкільної освіти і здоров'я дитини. Валеологія: сучасний стан, напрямки та перспективи розвитку: матеріали III міжнародної науково-практичної конференції: У 2-х т., Т. 1, (сс. 98–103). Харків: ХНУ. (Ionova, O. M. (2005). Functions of school education and child health. Valeology: current state, directions and prospects of development: proceedings of the III International scientific and practical conf.: In 2 vol., Vol 1, (pp. 98–103). Kharkiv: KhNU).
5. Капська, А. Я. (1995). Основні закономірності моделювання виховного процесу. Нові технології виховання: збірник наукових праць, (сс. 91–95). Київ. (Kapska, A. Ya. (1995). Basic laws of the educational process modeling. New technologies of education: a collection of scientific works, (pp. 91–95). Kyiv).
6. Митник, О. (2005). Роль психологічних знань у збереженні психічного здоров'я молодших школярів. Початкова школа, 7, 10–13. (Mytnyk, O. (2005). The role of psychological knowledge in maintaining the mental health of junior schoolchildren. Primary School, 7, 10–13.).
7. Науменко, Ю. (2004) Концепція образования, формирующего здоровье школьников. Директор школы, 5, 96–102. (Naumenko, Yu. (2004). The concept of education that forms the health of schoolchildren. School director, 5, 96–102).
8. Омельченко, Л. П. (2008). Здоров'ятворча педагогіка. Харків: «Видавнича група «Основа». (Omelchenko, L. P. (2008). Health-creating pedagogy. Kharkiv: «Osнова» Publishing Group).
9. Півненко, Ю. (2005). Школа розвитку і здоров'я. Початкова школа, 11, 18–21. (Pivnenko, Yu. (2005). School of development and health. Primary School, 11, 18–21).
10. Савченко, О. (2002). Реалізація оздоровчої функції шкільної освіти. Директор школи, ліцею, гімназії, 4, 11–18. (Savchenko, O. (2002). Implementation of the health function of school education. Director of a school, lyceum, gymnasium, 4, 11–18).
11. Семіченко, В. А. (2004). Психологія педагогічної діяльності: навчальний посібник. Київ: Вища школа. (Semichenko, V. A. (2004). Psychology of pedagogical activity: teaching manual. Kyiv: Vyshcha shkola).
12. Сухомлинський, В. О. (1976–1977). Вибрані твори: у 5 т. Київ. (Sukhomlinskyi, V. O. (1976–1977). Selected works: in 5 vol. Kyiv).

Kondratiuk S. M. Structural components of a primary school teacher's professional activity in the organization of health-improving educational process.

The article states that professional activity of a primary school teacher in the organization of the health-improving educational process should have an ordered set of interrelated and mutually determined structural components, therefore the purpose of the article is their definition and justification. An analytical review of modern scientific research shows the relevance and importance of finding new approaches to the solution of the specified problem.

In the course of the study, the following structural components of organizing health-improving educational process were identified and argued: motivational-value – provides for the formation of a professional focus on conducting health-improving professional pedagogical activities; cognitive – is a set of psychological and pedagogical knowledge, acquisition of which ensures the teacher's theoretical readiness to carry out health-improving professional activities; procedural – defines a set of skills, the quality of which is necessary for the implementation of health-improving professional activities, successful and adequate resolution of various pedagogical situations; analytical-resultative – involves analysis, understanding, introspection of the work performed, which requires critical thinking, the ability to make evaluative judgments, reflection and correction of the results of one's own activity.

The introduction of structural components is possible under the condition that a teacher takes into account the individual and psychological qualities of a child of primary school age for his healthy development. This involves knowledge about the pedagogical diagnostics of the characteristics of primary school pupils, their interests, inclinations, and abilities; about ensuring productive cognitive activity of the pupil, activation of motivation to improve one's own health through the use of teaching methods that adequately correspond to the child's capabilities. This knowledge will direct a teacher to the realization that learning of the educational material cannot be achieved at the cost of the child's health, the level of requirements for his mental activity must correspond to age and individual needs and capabilities. Therefore, professional activity of a primary school teacher should be aimed, first of all, at creating a health-improving educational environment.

Key words: *teacher's professional activity, students, health care, structural components, educational process.*

УДК 378.016:517

DOI 10.5281/zenodo.12191236

В. В. Корольський

ORCID ID 0000-0002-7409-4201

Д. Є. Бобилєв

ORCID ID 0000-0003-1807-4844

Криворізький державний педагогічний університет

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ПРОЄКТІВ ПРИ НАВЧАННІ РОЗДІЛУ МАТЕМАТИЧНОГО АНАЛІЗУ «ЧИСЛОВІ РЯДИ» МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ

Стаття присвячена дослідженню використання методу проєктів у навчанні розділу «Числові ряди» майбутніх вчителів математики. Особлива увага приділяється використанню геометричних моделей та систем задач для покращення процесу навчання та формування професійних умінь студентів. Розглядаються проблеми, пов'язані з потребою підготовки вчителів, що володіють не лише знаннями, а й здатністю до швидкого прийняття рішень та використання творчих підходів у навчальному процесі. Обґрунтовано переваги використання методу проєктів у навчанні математичного аналізу, зокрема в розділі «Числові ряди», який дозволяє студентам глибше засвоювати матеріал, розвивати креативне та аналітичне мислення. Метод проєктів важливий у навчанні майбутніх учителів математики, оскільки він дозволяє студентам отримати практичний досвід розв'язання реальних математичних задач, що сприяє глибшому засвоєнню та розумінню матеріалу здобувачами освіти. Крім того, завдяки проєктам, студенти мають можливість самостійно вибирати теми для досліджень та розвивати власну творчість у роботі з математичними концепціями. На основі аналізу актуальних досліджень з'ясовується, що використання методу проєктів у навчальному процесі є перспективним напрямом, який сприяє підвищенню ефективності навчання та формуванню професійних компетентностей у майбутніх вчителів математики.

Ключові слова: *метод проєктів, числові ряди, геометрична модель, геометричні образи, система задач.*

Постановка проблеми. Проблеми сучасної освіти України поставили перед вищою школою завдання підготовки фахівців, що володіють не тільки високими професійними якостями, але і здатні швидко приймати рішення і знаходити вихід з будь-яких проблемних ситуацій, спираючись на свої знання, інтуїцію, уяву і креативність. Це викликає необхідність оновлення методів навчання, зокрема, спрямованих на формування у майбутніх вчителів математики професійних умінь.

Одним із перспективних методів навчання є метод проєктів. Навчальні проєкти з математичного аналізу спрямовані на систематизацію знань з дисципліни, на встановлення взаємозв'язків між окремими поняттями, положеннями курсу, на взаємозв'язок різних змістовних ліній предмета, що сприяє поглибленню знань і забезпечує цілісне сприйняття курсу.

Аналіз актуальних досліджень. Роботи В. Бобирь [1], С. Габ [3; 4], Н. Дзигарської [2], В. Корольського [2; 3; 4; 5; 6; 7], А. Римар [7], О. Тураєвої [2], А. Христюк [1] присвячені результатам виконання проєктів з геометричного моделювання числових рядів, їх одержання та дослідження на збіжність.

Мета статті. Дослідження та аналіз використання методу проєктів у навчанні розділу «Числові ряди» майбутніх вчителів математики з використанням геометричних моделей та системи задач. Стаття спрямована на вивчення ефективності методу проєктів у підвищенні рівня засвоєння матеріалу, формуванні професійних умінь та навичок у майбутніх вчителів математики.

Виклад основного матеріалу. Перед методикою навчання фундаментальних дисциплін стоїть важливе завдання: адаптувати процес навчання математичного аналізу до вимог сучасності. У цьому контексті метод проєктів виявляється одним із найбільш перспективних напрямків, оскільки він не лише сприяє систематизації знань, а й дозволяє здобувачам освіти відчувати себе справжніми дослідниками та творцями. І що найважливіше – цей метод стимулює розвиток креативності та аналітичного мислення.

В контексті математичного аналізу, особливо у розділі "Числові ряди", використання методу проєктів може виявитися особливо цінним. Геометричні моделі не лише допоможуть студентам краще зрозуміти матеріал, а й сприятимуть підвищенню мотивації навчання. Розглянемо приклад реалізації методу проєктів з числових рядів у навчальному процесі (рис. 1). До наведеної моделі студентам запропоновано систему задач чотирьох рівнів складності, а також низку дослідницьких задач.

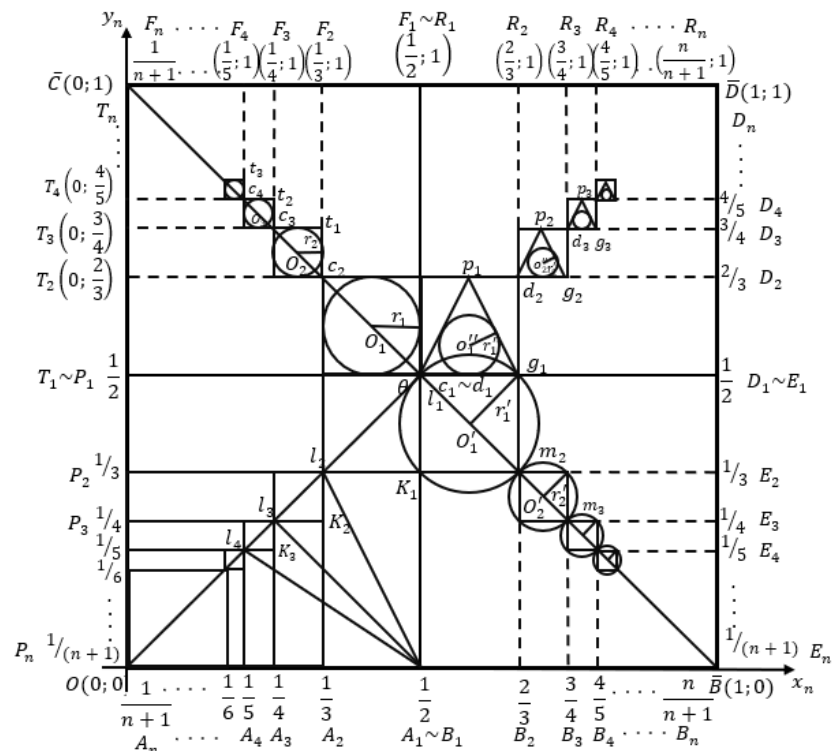


Рис. 1. Квадрат з параметром (стороною) $a = 1$

Задачі I рівня складності

Знайти числові ряди «точкової» геометричної інтерпретації $\sum_{n=1}^{\infty} x_n$, $\sum_{n=1}^{\infty} y_n$, де $(x_n; y_n)$ координати точок:

- | | | |
|------------|------------|-------------|
| 1. A_n , | 7. P_n , | 13. l_n , |
| 2. B_n , | 8. T_n , | 14. p_n , |

- | | | |
|------------|-------------|---------------|
| 3. C_n , | 9. R_n , | 15. t_n , |
| 4. D_n , | 10. K_n , | 16. O_n , |
| 5. E_n , | 11. d_n , | 17. O'_n , |
| 6. F_n , | 12. g_n , | 18. O''_n . |

Задачі II рівня складності

Знайти числові ряди лінійної геометричної інтерпретації:

- | | | |
|---|---|---|
| 1. $\sum_{n=1}^{\infty} A_n A_{n+1} $, | 13. $\sum_{n=1}^{\infty} l_n K_n $, | 25. $\sum_{n=1}^{\infty} C_n F_n $, |
| 2. $\sum_{n=1}^{\infty} B_n B_{n+1} $, | 14. $\sum_{n=1}^{\infty} P_n l_n $, | 26. $\sum_{n=1}^{\infty} R_n d_n $, |
| 3. $\sum_{n=1}^{\infty} E_n E_{n+1} $, | 15. $\sum_{n=1}^{\infty} P_n l_{n+1} $, | 27. $\sum_{n=1}^{\infty} D_n g_n $, |
| 4. $\sum_{n=1}^{\infty} D_n D_{n+1} $, | 16. $\sum_{n=1}^{\infty} A_n l_{n+1} $, | 28. $\sum_{n=1}^{\infty} D d_n $, |
| 5. $\sum_{n=1}^{\infty} T_n T_{n+1} $, | 17. $\sum_{n=1}^{\infty} T_n C_{n+1} $, | 29. $\sum_{n=1}^{\infty} d_n p_n $, |
| 6. $\sum_{n=1}^{\infty} R_n R_{n+1} $, | 18. $\sum_{n=1}^{\infty} m_n m_{n+1} $, | 30. $\sum_{n=1}^{\infty} p_n g_n $, |
| 7. $\sum_{n=1}^{\infty} F_n F_{n+1} $, | 19. $\sum_{n=1}^{\infty} B_n m_n $, | 31. $\sum_{n=1}^{\infty} r_n $, |
| 8. $\sum_{n=1}^{\infty} P_n P_{n+1} $, | 20. $\sum_{n=1}^{\infty} m_n E_n $, | 32. $\sum_{n=1}^{\infty} r'_n $, |
| 9. $\sum_{n=1}^{\infty} A_1 l_{n+1} $, | 21. $\sum_{n=1}^{\infty} B m_n $, | 33. $\sum_{n=1}^{\infty} r''_n $, |
| 10. $\sum_{n=1}^{\infty} l_n l_{n+1} $, | 22. $\sum_{n=1}^{\infty} C_n C_{n+1} $, | 34. $\sum_{n=1}^{\infty} O_{n-1} O_n $, |
| 11. $\sum_{n=1}^{\infty} A_{n+1} K_{n+1} $, | 23. $\sum_{n=1}^{\infty} C C_n $, | 35. $\sum_{n=1}^{\infty} O'_{n-1} O'_n $, |
| 12. $\sum_{n=1}^{\infty} A_1 K_n $, | 24. $\sum_{n=1}^{\infty} C O_n $, | 36. $\sum_{n=1}^{\infty} O''_{n-1} O''_n $. |

Задачі III рівня складності

Знайти числові ряди квадратурної геометричної інтерпретації:

1. $\sum_{n=1}^{\infty} S_{\Delta A_n l_{n+1} K_{n+1}}$,
2. $\sum_{n=1}^{\infty} S_{\Delta A_n K_{n+2} A_{n+1}}$,
3. $\sum_{n=1}^{\infty} S_{\Delta A_n K_n l_{n+1}}$,
4. $\sum_{n=1}^{\infty} S_{\Delta O A_n l_{n+1}}$,
5. $\sum_{n=1}^{\infty} S_{\Delta P_n P_{n+1} l_{n+1}}$,
6. $\sum_{n=1}^{\infty} S_{\Delta C_{n+1} F_n C_{n+2}}$,
7. $\sum_{n=1}^{\infty} S_{\Delta P_n t_n C_{n+1}}$,
8. $\sum_{n=1}^{\infty} S_{\Delta d_n p_n g_n}$.

Задачі IV рівня складності

Знайти числові ряди кубатурної геометричної інтерпретації $\sum_{n=1}^{\infty} V_n$, де V_n – об'єми послідовності тіл обертання навколо осі Ox прямих:

1. $\frac{A_n l_{n+1}}{2}$,
2. $\frac{A_n K_{n+2}}{2}$,
3. $\frac{l_n l_{n+1}}{2}$,
4. $\frac{T_n C_{n+1}}{2}$,
5. $\frac{F_1 C_{n+1}}{2}$,
6. $\frac{P_n l_{n+1}}{2}$,
7. $\frac{B m_n}{2}$,
8. $\frac{m_n m_{n+1}}{2}$,
9. $\frac{D d_n}{2}$.

Дослідницькі задачі

1. Дослідити характер зміни частинних сум ряду $\sum_{n=1}^{\infty} |A_n A_{n+1}|$ в залежності від n . Побудувати графік залежності S_n від n для $n = 100$.
2. Дослідити характер зміни частинних сум ряду $\sum_{n=1}^{\infty} |D_n D_{n+1}|$ в залежності від n . Побудувати графік залежності S_n від n для $n = 500$.
3. Дослідити характер зміни частинних сум ряду $\sum_{n=1}^{\infty} |A_1 l_{n+1}|$ в залежності від n . Побудувати графік залежності S_n від n для $n = 1000$.
4. Дослідити характер зміни частинних сум ряду $\sum_{n=1}^{\infty} |P_n l_n|$ в залежності від n . Побудувати графік залежності S_n від n для $n = 10000$.

5. Дослідити характер зміни частинних сум ряду $\sum_{n=1}^{\infty} |\overline{d_n p_n}|$ в залежності від n . Побудувати графік залежності S_n від n для $n = 20\ 000$.
6. Дослідити характер зміни частинних сум ряду $\sum_{n=1}^{\infty} |r_n|$ в залежності від n . Побудувати графік залежності S_n від n для $n = 50\ 000$.
7. Дослідити характер зміни частинних сум ряду $\sum_{n=1}^{\infty} |O'_{n-1} O'_n|$ в залежності від n . Побудувати графік залежності S_n від n для $n = 50\ 000$.
8. Дослідити характер зміни частинних сум ряду $\sum_{n=1}^{\infty} S_{\Delta O A_n l_{n+1}}$ в залежності від n . Побудувати графік залежності S_n від n для $n = 100\ 000$.

Розглянемо можливі шляхи реалізації проєктів.

Точка A_n , розподілена на половині сторони квадрата $|A_1 O|$ (рис. 1) за законом $\frac{1}{n+1}$ і має координати $A_n \left(\frac{1}{n+1}; 0 \right)$, тому ряди будуть мати вид:

$$\sum_{n=1}^{\infty} x_n = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n+1};$$

$$\sum_{n=1}^{\infty} y_n = \sum_{n=1}^{\infty} 0 = 0.$$

Задача I (10). Знайти ряди: $\sum_{n=1}^{\infty} x_n, \sum_{n=1}^{\infty} y_n$, де $(x_n; y_n)$ координати точки K_n .

Розв'язання **Задача I (1).** Знайти ряди: $\sum_{n=1}^{\infty} x_n, \sum_{n=1}^{\infty} y_n$, де $(x_n; y_n)$ координати точки A_n .

Координати точки K_n по вісі Ox співпадають з координатами точки A_n , а по вісі Oy – E_n , але починаючи з другого члену, тому має координати $K_n \left(\frac{1}{n+1}; \frac{1}{n+2} \right)$. Шукані ряди будуть мати вид:

$$\sum_{n=1}^{\infty} x_n = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n+1};$$

$$\sum_{n=1}^{\infty} y_n = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n+2}.$$

Задача I (16). Знайти ряди: $\sum_{n=1}^{\infty} x_n, \sum_{n=1}^{\infty} y_n$, де $(x_n; y_n)$ координати точки O_n .

Розв'язання

Точка O_n знаходиться посередині між точками по осі Ox A_n і A_{n+1} , по осі Oy – T_n і T_{n+1} , тому має координати $O_n \left(\frac{\frac{1}{n+1} + \frac{1}{n+2}}{2}; \frac{\frac{n+1}{n+2} + \frac{n}{n+1}}{2} \right) = \left(\frac{2n+3}{2(n+1)(n+2)}; \frac{n^2+3n+1}{2(n+1)(n+2)} \right)$. Шукані ряди будуть мати вид:

$$\sum_{n=1}^{\infty} x_n = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2n+3}{2(n+1)(n+2)};$$

$$\sum_{n=1}^{\infty} y_n = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{n^2+3n+1}{2(n+1)(n+2)}.$$

Аналогічно знайдемо координати точки O'_n :

$$O'_n \left(\frac{\frac{n+1}{n+2} + \frac{n}{n+1}}{2}; \frac{\frac{1}{n+1} + \frac{1}{n+2}}{2} \right) = \left(\frac{2n^2+4n+1}{2(n+1)(n+2)}; \frac{2n+3}{2(n+1)(n+2)} \right).$$

Задача I (18). Знайти ряди: $\sum_{n=1}^{\infty} x_n, \sum_{n=1}^{\infty} y_n$, де $(x_n; y_n)$ координати точки O''_n .

Розв'язання

O''_n – центр вписаного кола у рівнобедрений трикутник. По осі Ox точка O''_n знаходиться посередині між точками B_n і B_{n+1} , а по осі Oy знаходиться між точками D_n і D_{n+1} і ділить відрізок $D_n D_{n+1}$ у певному відношенні. Знайдемо це відношення.

Розглянемо квадрат зі стороною a (рис. 2).

K – середина BC , тому ΔAKD – рівнобедрений. Центр вписаного кола у трикутник лежить на перетині бісектрис. Тому проведемо бісектриси AN і KM . Точка O – центр вписаного кола. Знайдемо відношення $\frac{OM}{OK}$.

За властивістю бісектриси $\frac{OM}{OK} = \frac{AM}{AK}$. $AM = \frac{a}{2}$, $AB = a, BK = \frac{a}{2}$, тоді за теоремою Піфагора $AK = \sqrt{AB^2 + BK^2}$, $AK = \sqrt{a^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2} = \sqrt{a^2 + \frac{a^2}{4}} = \sqrt{\frac{5a^2}{4}} = \frac{a\sqrt{5}}{2}$.

$$\frac{OM}{OK} = \frac{AM}{AB}, \frac{OM}{OK} = \frac{\frac{a}{2}}{\frac{a\sqrt{5}}{2}} = \frac{1}{\sqrt{5}} = \frac{\sqrt{5}}{5}.$$

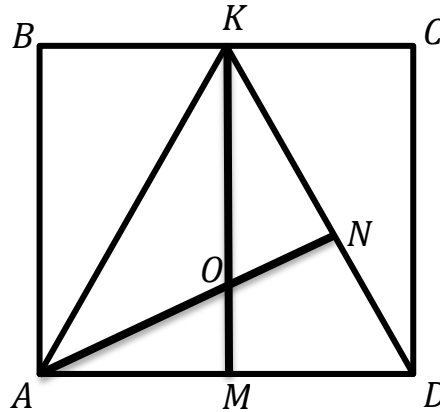


Рис. 2. Квадрат зі стороною a .

Знайдемо координати точки O по осі Oy за формулою поділу відрізка у заданому відношенні: $y_O = \frac{y_M + \lambda y_K}{1 + \lambda}$, тому координати точки матимуть вид:

$$O'' \left(\frac{\frac{n+1}{n+2} + \frac{n}{n+1}}{2}, \frac{\frac{n}{n+1} + \frac{\sqrt{5} \cdot n+1}{5 \cdot n+2}}{1 + \frac{\sqrt{5}}{5}} \right).$$

$$\frac{\frac{n+1}{n+2} + \frac{n}{n+1}}{2} = \frac{2n^2 + 4n + 1}{2(n+1)(n+2)},$$

$$\frac{\frac{n}{n+1} + \frac{\sqrt{5} \cdot n+1}{5 \cdot n+2}}{1 + \frac{\sqrt{5}}{5}} = \frac{\frac{5n^2 + 10n + \sqrt{5}n^2 + \sqrt{5}n + \sqrt{5}n + \sqrt{5}}{5(n+1)(n+2)}}{\frac{5 + \sqrt{5}}{5}} = \frac{(5 + \sqrt{5})n^2 + 2(5 + \sqrt{5})n + \sqrt{5}}{(n+1)(n+2)(5 + \sqrt{5})} = \frac{(5 + \sqrt{5})n^2 + 2(5 + \sqrt{5})n}{(n+1)(n+2)(5 + \sqrt{5})} + \frac{\sqrt{5}}{(n+1)(n+2)(5 + \sqrt{5})}$$

$$\frac{\sqrt{5}}{(n+1)(n+2)(5 + \sqrt{5})} = \frac{(5 + \sqrt{5})(n^2 + 2n)}{(n+1)(n+2)(5 + \sqrt{5})} + \frac{\sqrt{5}(5 - \sqrt{5})}{(n+1)(n+2)(5 + \sqrt{5})(5 - \sqrt{5})} = \frac{n(n+2)}{(n+1)(n+2)} + \frac{5\sqrt{5} - 5}{20(n+1)(n+2)} = \frac{n}{n+1} + \frac{\sqrt{5} - 1}{4(n+1)(n+2)}.$$

Отже координати точки $O'' \left(\frac{1}{2(n+1)(n+2)}; \frac{n}{n+1} + \frac{\sqrt{5} - 1}{4(n+1)(n+2)} \right)$.

Шукані ряди будуть мати вид:

$$\sum_{n=1}^{\infty} x_n = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2n^2 + 4n + 1}{2(n+1)(n+2)};$$

$$\sum_{n=1}^{\infty} y_n = \sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{n}{n+1} + \frac{\sqrt{5} - 1}{4(n+1)(n+2)} \right).$$

Задача II (1). Знайти ряд $\sum_{n=1}^{\infty} |A_n A_{n+1}|$.

Розв'язання

Знайдемо довжину відрізка $|A_n A_{n+1}|$ за формулою обчислення відстані між двома точками:

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}, \quad (1)$$

де $M_1(x_1; y_1), M_2(x_2; y_2)$.

$A_n \left(\frac{1}{n+1}; 0 \right), A_{n+1} \left(\frac{1}{n+2}; 0 \right)$, тоді відстань між точками:

$$|A_n A_{n+1}| = \sqrt{\left(\frac{1}{n+2} - \frac{1}{n+1} \right)^2 + (0 - 0)^2} = \sqrt{\left(-\frac{1}{(n+1)(n+2)} \right)^2} = \left| -\frac{1}{(n+1)(n+2)} \right| = \frac{1}{(n+1)(n+2)}.$$

Шуканий ряд $\sum_{n=1}^{\infty} |A_n A_{n+1}| = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(n+1)(n+2)}$.

Розв'яжемо цю задачу іншим способом. Знайдемо довжину відрізка як довжину дуги плоскої кривої.

Коли крива задана в прямокутних координатах рівнянням $y = f(x)$, де функція $f(x)$ визначена на відрізку $[a; b]$, то довжина цієї кривої дорівнює:

$$l = \int_a^b \sqrt{1 + (f(x))^2} dx, \quad (2)$$

У нашому випадку точки A_n і A_{n+1} розташовані на прямій $y = 0$, тоді $y' = 0$. За формулою довжини кривої отримаємо:

$$|A_n A_{n+1}| = \int_{\frac{1}{n+2}}^{\frac{1}{n+1}} \sqrt{1 + 0^2} dx = \int_{\frac{1}{n+2}}^{\frac{1}{n+1}} dx = x \Big|_{\frac{1}{n+2}}^{\frac{1}{n+1}} = \frac{1}{n+1} - \frac{1}{n+2} = \frac{1}{(n+1)(n+2)}.$$

$$\sum_{n=1}^{\infty} |A_n A_{n+1}| = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(n+1)(n+2)}.$$

Як бачимо, шуканий ряд ідентичний ряду, одержаному першим способом.

Розглянемо реалізацію дослідницького проекту.

Дослідницька задача №5. Дослідити характер зміни частинних сум ряду $\sum_{n=1}^{\infty} |O'_{n-1} O'_n|$ в залежності від n . Побудувати графік залежності S_n від n для $n = 50\,000$.

Розв'язання

Якщо розв'язати задачу II (35), то отримаємо ряд $\sum_{n=1}^{\infty} |O'_{n-1} O'_n| = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sqrt{2}}{n(n+2)}$.

Дослідимо цей ряд на збіжність. Перевіримо виконання необхідної ознаки ряду $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sqrt{2}}{n(n+2)}$.

$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sqrt{2}}{n(n+2)} = \sqrt{2} \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{\infty(\infty+2)} = 0$. Отже, необхідна ознака збіжності виконується.

Застосуємо граничну ознаку збіжності, порівнюючи даний ряд зі збіжним рядом $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2}$.

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{a_n}{b_n} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sqrt{2}n^2}{n(n+2)} = \sqrt{2} \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n^2}{n^2+2n} = \sqrt{2} \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{1+\frac{2}{n}} = \sqrt{2} \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{1} = \sqrt{2} \left(\frac{\neq 0}{\neq \infty} \right).$$

Ряди поведуть себе однаково щодо збіжності. Отже, даний ряд збігається.

Знайдемо суму ряду.

Розкладемо раціональний дріб $\frac{\sqrt{2}}{n(n+2)}$ на суму найпростіших за допомогою методу невизначених коефіцієнтів:

$$\frac{\sqrt{2}}{n(n+2)} = \frac{A}{n} + \frac{B}{n+2} = \frac{A(n+2)+Bn}{n(n+2)} = \frac{An+2A+Bn}{n(n+2)} = \frac{n(A+B)+2A}{n(n+2)}.$$

Прирівнюємо чисельники для знаходження невідомих коефіцієнтів:

$$n(A+B) + 2A = \sqrt{2}.$$

Ця рівність виконується коли коефіцієнти при однакових степенях n рівні між собою. З цієї умови отримуємо систему лінійних рівнянь для визначення невідомих A, B :

$$\begin{cases} A+B=0 \\ 2A=\sqrt{2} \end{cases}$$

Розв'язуючи її знаходимо невідомі коефіцієнти: $A = \frac{\sqrt{2}}{2}, B = -\frac{\sqrt{2}}{2}$

Тоді загальний член ряду буде мати вид: $\frac{\sqrt{2}(n-1)}{n(n+1)(n+2)} = \frac{\sqrt{2}}{2n} - \frac{\sqrt{2}}{2(n+2)}$.

Розпишемо цей ряд:

$$\begin{aligned} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sqrt{2}(n-1)}{n(n+1)(n+2)} &= \sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{\sqrt{2}}{2n} - \frac{\sqrt{2}}{2(n+2)} \right) = \frac{\sqrt{2}}{2} \sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{1}{n} - \frac{1}{n+2} \right) = \frac{\sqrt{2}}{2} \left(\frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5} + \frac{1}{6} + \dots - \right. \\ &\left. \frac{1}{3} - \frac{1}{4} - \frac{1}{5} - \frac{1}{6} - \dots \right) = \frac{\sqrt{2}}{2} \left(1 + \frac{1}{2} + \left(\frac{1}{3} - \frac{1}{3} \right) + \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{4} \right) + \left(\frac{1}{5} - \frac{1}{5} \right) + \left(\frac{1}{6} - \frac{1}{6} \right) + \dots \right) = \frac{\sqrt{2}}{2} \left(1 + \frac{1}{2} \right) = \\ &= \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{3}{2} = \frac{3\sqrt{2}}{4}. \end{aligned}$$

Отже, $S = \frac{3\sqrt{2}}{4} \approx 1,06066$.

Запишемо частинні суми перших 5 членів ряду:

$$S_1 = \frac{\sqrt{2}}{1(1+2)} = \frac{\sqrt{2}}{3} \approx 0,471,$$

$$S_2 = S_1 + \frac{\sqrt{2}}{2(2+2)} = \frac{\sqrt{2}}{3} + \frac{\sqrt{2}}{8} = \frac{11\sqrt{2}}{24} \approx 0,648,$$

$$S_3 = S_2 + \frac{\sqrt{2}}{3(3+2)} = \frac{11\sqrt{2}}{24} + \frac{\sqrt{2}}{15} = \frac{21\sqrt{2}}{40} \approx 0,742,$$

$$S_4 = S_3 + \frac{\sqrt{2}}{4(4+2)} = \frac{21\sqrt{2}}{40} + \frac{\sqrt{2}}{24} = \frac{17\sqrt{2}}{30} \approx 0,801,$$

$$S_5 = S_4 + \frac{\sqrt{2}}{5(5+2)} = \frac{17\sqrt{2}}{30} + \frac{\sqrt{2}}{35} = \frac{25\sqrt{2}}{42} \approx 0,841.$$

Одним із напрямків даного проекту є знаходження частинних сум для різних варіацій n за допомогою програми-алгоритму, написаної однією із мов програмування.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Використання методу проектів у навчанні розділу «Числові ряди» майбутніх вчителів математики є дієвим та перспективним підходом. Результати дослідження свідчать про те, що такий метод сприяє більш глибокому засвоєнню матеріалу, активізує творчість та аналітичне мислення студентів, а також сприяє формуванню їхніх професійних умінь та навичок. Важливо також враховувати індивідуальні особливості студентів при реалізації навчальних проектів, щоб максимально використати їх потенціал та забезпечити оптимальні умови для навчання. Перспективою є дослідження впливу різних типів проектів на навчальний процес та результати навчання студентів. Також варто розглянути можливості інтеграції методу проектів у інші розділи математичного аналізу та суміжні дисципліни, щоб розширити його застосування та підвищити ефективність навчання. Додаткові дослідження можуть також включати аналіз впливу методу проектів на мотивацію студентів та їхню готовність до самостійної роботи та професійного розвитку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Бобирь, В. Д., Христюк, А. М. (2019). Реалізація дидактичного принципу наочності при вивченні числових рядів. X Міжнародна конференція молодих вчених «Молоді вчені 2019 – від теорії до практики» (7 березня 2019 р., Дніпро). (Bobyry, V. D., Hrystiuk, A. M. (2019). Implementation of the didactic principle of visibility in the study of number series. 10th International Conference of Young Scientists "Young Scientists 2019 – from Theory to Practice" (Mar. 7, 2019, Dnipro).
2. Дзигарська, Н. С., Корольський, В. В., Тураєва, О. В. (2022). Генерація числових рядів з використанням послідовностей геометричних об'єктів, вписаних у квадрат з параметром в системі координат. Наукові записки молодих учених, 10. (Dzyharska, N. S., Korolskiy, V. V., Turaieva, O. V. (2022). Generation of numerical series using sequences of geometric objects inscribed in a square with parameter in the coordinate system. Scientific notes of young scientists, 10).
3. Корольський, В. В., Габ, С. С. (2018). Лінійна, квадратурна та куботурна геометрична інтерпретація числових рядів засобами моделювання. Новітні комп'ютерні технології: науково-методичний збірник. Том XVI. Кривий Ріг (сс. 67–73). (Korolskiy, V. V., Gab, S. S. (2018). Linear, quadrature and cuboidal geometric interpretation of numerical series by means of modeling. Latest computer technologies: scientific and methodical collection Volume XVI. Kryvyi Rih (pp. 67–73)).
4. Корольський, В. В., Габ, С. С. (2018). Числові ряди, які пов'язані з параметрами додекаедра. Вісник міжнародного дослідницького центру «Людина: мова, культура, пізнання»: науковий журнал. В. В. Корольський (ред.). Том 42. Кривий Ріг (сс. 39–45). (Korolskiy, V. V., Gab, S. S. (2018). Numerical series related to the parameters of the dodecahedron. Bulletin of the International Research Center "Man: Language, Culture, Cognition": scientific journal. V. V. Korolskiy (Ed.). Volume 42. Kryvyi Rih (pp. 39–45)).
5. Корольський, В. В. (2017). Геометрична інтерпретація числових рядів. Новітні комп'ютерні технології: науково-методичний збірник. Том XV. Кривий Ріг (сс. 57–63). (Korolskiy, V. V. (2017). Geometric interpretation of numerical series. Latest computer technologies: scientific and methodical collection Volume XV. Kryvyi Rih (pp. 57–63)).

6. Корольський, В. В. (2018). Геометрична інтерпретація числового ряду арифметичної прогресії. Новітні комп'ютерні технології: науково-методичний збірник. Том XVI. Кривий Ріг (сс. 59–66). (Korolskiy, V. V. (2018). Geometric interpretation of a numerical series of arithmetic progression. Latest computer technologies: scientific and methodical collection Volume XVI. Kryvyi Rih (pp. 59–66)).
7. Корольський, В. В., Рymar, А. І. (2022). Геометрична інтерпретація числових рядів, пов'язаних з державною символікою. Актуальні питання природничо-математичної освіти, 2(20), 29–38. (Korolskiy, V. V., Rymar A. I. (2022) Geometric interpretation of numerical series associated with state symbols. Current issues of natural and mathematical education, 2(20), 29–38).

Korolskiy V., Bobyliev D. Using the project method in teaching the chapter of mathematical analysis «Number series» to future teachers of mathematics.

The article is devoted to the study of the use of the project method in the teaching of the section «Number Series» for future mathematics teachers. Special attention is paid to the use of geometric models and problem systems to improve the learning process and the formation of students' professional skills. The introduction examines the problems associated with the need to train teachers who possess not only knowledge, but also the ability to make quick decisions and use creative approaches in the educational process. The advantages of using the project method in teaching mathematical analysis are substantiated, in particular in the section «Number series», which allows students to learn the material more deeply, to develop creative and analytical thinking. The project method is important in the training of future teachers of mathematics, as it allows students to gain practical experience in solving real mathematical problems, which contributes to a deeper assimilation and understanding of the material by students. In addition, thanks to the projects, students have the opportunity to independently choose topics for research and develop their own creativity in working with mathematical concepts. Based on the analysis of current research, it is found that the use of the project method in the educational process is a promising direction that contributes to increasing the effectiveness of education and the formation of professional competences in future teachers of mathematics.

Key words: project method, number series, geometric model, geometric images, system of problems.

УДК 378.016:512-047.22

DOI 10.5281/zenodo.12184156

З. Д. Пащенко

ORCID ID 0000-0003-4544-9242

Т. В. Турка

ORCID ID 0000-0001-6445-2223

А. В. Стьопкін

ORCID ID 0000-0002-6130-9920

ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет»

**ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ВЧИТЕЛЯ
МАТЕМАТИКИ**

Першочерговим завданням педагогічного університету є якісна підготовка майбутніх вчителів. Рівень сформованості професійної компетентності вчителя визначається наявним рівнем його компетенцій: знаннями, вміннями, досвідом та емоційно-ціннісним ставленням до педагогічної діяльності. Професійна компетентність учителя математики взаємопов'язана та взаємообумовлена з математичною. Формування математичної компетентності здобувачів спеціальності Середня освіта (Математика) відбувається на основі змісту математичних дисциплін.

З цієї точки зору в роботі розглядається зміст теми «Симетричні групи», що входить до теоретичної підготовки в період навчання в університеті. Симетричні групи підстановок займають важливе місце в структурній теорії скінченних груп. Підстановка в теорії груп виділяється тим, що є зручним об'єктом дослідження порядку елементу циклічних груп, що ними породжуються, підгруп підстановок. Теорема Келі створює особливий інтерес до підгруп групи підстановок як засобу дослідження структури скінченних груп.

Демонстрація детального змісту теми розглядається на прикладі індивідуального завдання, для виконання якого необхідно засвоїти та застосувати всі набуті знання та навички.

Проблема впровадження компетентнісного підходу в професійну освіту вже понад десятиріччя знаходиться в полі зору педагогічних досліджень. В статті проведено аналіз поняття професійна компетентність вчителя. Зроблено аналіз професійних компетентностей, що формуються на основі змісту теми «Симетричні групи». В роботі визначається перелік умінь і компетентностей вчителя математики, що формуються в результаті вивчення цієї теми.

У процесі дослідження використовувались наступні методи: теоретичні (аналіз науково-методичної літератури, фахових публікацій за темою дослідження); емпіричні (аналіз результатів вивчення здобувачами освіти теми «Симетричні групи»).

***Ключові слова:** професійна компетентність; дослідницька компетентність; компоненти професійної компетентності; освітня програма (ОП); уміння; навички.*

Постановка проблеми. Першочерговим завданням педагогічного університету є якісна підготовка майбутніх вчителів. Наразі в педагогічних університетах України підготовка вчителів супроводжується теоретичною підготовкою високого рівня. Однак, не завжди ця теоретична підготовка може бути використана в роботі з учнями в школі. Одним з ефективних шляхів вирішення вказаної проблеми є створення такого змісту теоретичної підготовки майбутніх вчителів у період навчання в університеті, який можна використати в майбутній професійній діяльності.

Україна входить у європейський та світовий соціокультурний простір. Це вимагає змін у підготовці педагогів, а саме формування в майбутніх вчителів професійної компетентності. Професійна компетентність у педагогічній сфері розглядається як: педагогічна компетентність, психолого-педагогічна компетентність, професійно-педагогічна компетентність, компетентність вчителя. Усі ці компетентності формуються на основі змісту педагогічної освіти. Проте проблема створення змісту педагогічної освіти, і вчителів математики зокрема, є такою, що розвивається й потребує подальшої розробки. Підготовка професійно компетентного вчителя була і залишається предметом наукової полеміки.

Для того, щоб вистояти на шляху змін у сучасній школі, кожному вчителю потрібно не стільки розширення обсягу професійних і загальнонаукових знань, скільки новий спосіб їхнього формування й функціонування в практичній діяльності. Сформовані професійні компетентності педагога повинні становити основу для творчого виконання вчителями математики основних фахових функцій і відповідних їм типових задач педагогічної діяльності [9].

Запровадження компетентнісного підходу в навчання учнів вимагає відходу від традиційної інформаційно-накопичувальної спрямованості процесу навчання. Тому актуальним є впровадження методик і технологій навчання, які сприятимуть формуванню особистості учня, його світогляду, ціннісних орієнтацій, умінь самостійно вчитися, критично мислити, розвитку здатності до самопізнання, до самореалізації в різних видах діяльності. Сучасному вчителю необхідна гнучкість і нестандартність мислення, уміння адаптуватися до швидких змін умов життя. А це можливо лише за умови високого рівня професійної компетентності, наявності розвинених професійних здібностей. Ця проблема зафіксована в державній національній програмі «Освіта (Україна XXI століття)», де наголошується, що один з головних шляхів реформування освіти полягає в необхідності «підготовки нової генерації педагогічних кадрів, підвищення їх професійного та загальнокультурного рівня».

Проблема полягає у виборі такого наповнення змісту педагогічної освіти майбутніх учителів математики, яке б формувало не тільки їх теоретико-математичну компетентність, а й завдяки педагогічним компетентностям на її основі дозволяло формувати математичні компетентності учнів, до яких відносяться змістові, процесуально-операційні та дослідницькі.

Аналіз актуальних досліджень. Поняття професійної компетентності вчителя розглядається багатьма дослідниками та науковцями. Роботи О. Біди, І. Зимньої, Л. Карпової, М. Кадемїї, О. Локшиної, О. Овчарук, І. Родигіної та багатьох інших присвячені розвитку професійної компетентності вчителя. Але ще до цих пір не існує загальноприйнятого визначення цього поняття, дослідники здебільше вивчають лише окремі його сторони.

Проте формування професійної компетентності майбутнього вчителя, і вчителя математики зокрема, відбувається на основі професійної підготовки. Проблемам професійної підготовки вчителя математики присвячені роботи В. Бевз, Г. Бевз, М. Бурди, С. Гончаренка, О. Дубинчук, В. Клочка, А. Кузьмінського, Н. Лосєвої, Ю. Мальованого, О. Матяш, В. Монахова, А. Мордковича, В. Моторіної, Г. Михаліна, О. Скафи, З. Слєпкань, Н. Тарасенкової, О. Чашечнікової, В. Швеця та інших науковців. Учені у своїх роботах розглядають поняття «професійна компетентність вчителя математики», процес формування професійної компетентності майбутнього вчителя математики.

Аналіз концептуальних положень Нової української школи дозволив окреслити головні вимоги до вчителя в сучасних умовах: постійний професійний розвиток; формування в учнів дослідницької компетентності; побудова освітнього процесу на основі результатів досліджень особистості учня [2].

Професійна компетентність вчителя математики є сукупністю ключових, базових та спеціальних компетентностей. Вважаємо, що дослідницька компетентність, ґрунтуючись на ключових компетентностях, містить базовий та спеціальний компоненти, які якраз і дозволять вчителю розвинути математичну компетентність учнів.

Формування професійної компетентності спрямовано на реалізацію як традиційних принципів освіти: фундаментальність, систематичність і системність, поєднання теоретичної підготовки з практичною, з'єднання навчального процесу з науково-дослідницькою діяльністю, так й інноваційних технологій, форм і методів організації освітнього процесу [6].

Активізація процесів навчально-дослідницької і самостійної діяльності вчителя математики є ефективним методом формування математичних компетентностей [1].

Аналіз фахових публікацій та українських державних документів щодо визначення сутності поняття професійної компетентності вчителя математики дозволяє стверджувати, що не існує єдиного трактування цього поняття та концепції її формування. Проблема впровадження компетентнісного підходу в професійну освіту вже понад десятиріччя знаходиться в полі зору педагогічних досліджень.

Карпова Л. у своїй роботі «Структура дослідницької компетентності вчителя» говорить, що розмаїття трактувань можна ущільнити і когнітивний компонент дослідницької компетентності вчителя трактувати як систему методологічних, психолого-педагогічних, міждисциплінарних наукових знань дослідницької діяльності [2].

Мета статті полягає в аналізі поняття професійної компетентності майбутнього вчителя та у визначенні компонент професійної компетентності вчителя математики, сформованих у результаті вивчення теми «Симетричні групи» на основі аналізу її змісту.

У роботі використовувались такі методи: теоретичні (аналіз науково-методичної літератури для виявлення стану розробленості проблеми формування професійних компетентностей майбутніх учителів математики) та емпіричні (спостереження, аналіз та систематизація).

Виклад основного матеріалу. Аналізуючи основні підходи до визначення професійної компетентності вчителя, можна запропонувати такі трактування цього поняття:

- професійна компетентність – це властивість особистості, що виявляється в здатності до педагогічної діяльності;

- професійна компетентність – це єдність теоретичної й практичної готовності педагога до здійснення педагогічної діяльності;
- професійна компетентність – це спроможність результативно діяти, ефективно розв'язувати стандартні та проблемні ситуації, що виникають у педагогічній діяльності [8].

Процес формування професійної компетентності вчителя математики передбачає професійну спрямованість загальнонаукової та спеціальної підготовки, зокрема математичної, з посиленою науково-теоретичною, практичною або евристичною складовою.

Рівень сформованості професійної компетентності вчителя визначається наявним рівнем його компетенцій: знаннями, вміннями, досвідом та емоційно-ціннісним ставленням до педагогічної діяльності. Професійна компетентність учителя математики взаємопов'язана та взаємообумовлена з математичною. Формування математичної компетентності здобувачів спеціальності Середня освіта (Математика) відбувається на основі змісту математичних дисциплін.

Інтерес до теми «Симетричні групи» в підготовці вчителів математики виникає з різних причин, а саме:

1. Одним з важливих результатів структурної теорії скінченних груп є теорема Келі: довільна група порядку n ізоморфна деякій підгрупі симетричної групи S_n . Отже, дослідження підгруп симетричної групи S_n дає можливість описати структуру скінченних груп заданого порядку.
2. Підстановки мають досить розвинений та зручний апарат для їх дослідження, дослідження їх груп та підгруп.
3. Знання та компетентності, одержані здобувачами в результаті засвоєння теми «Симетричні групи», можуть бути використані в професійній діяльності вчителя математики у формі позакласної, науково-дослідної роботи з учнями.

Зміст теми «Симетричні групи» складається з актуалізації питань теорії груп, що вивчалася в курсі «Алгебра і теорія чисел», розгляду групи підстановок, що має назву симетрична група, представлення підстановок у вигляді циклів та добутку незалежних циклів. У курсі розглядається зв'язок порядку підстановки та її типу. Завершується вивчення цієї теми знайомством із системами твірних.

Підстановка в теорії груп виділяється тим, що є зручним об'єктом дослідження порядку елемента, циклічних груп, що ними породжуються, підгруп підстановок. Теорема Келі створює особливий інтерес до підгруп групи підстановок як засобу дослідження структури скінченних груп.

Для аналізу набутих компетентностей пропонується розглянути індивідуальне завдання. Воно акумулює весь зміст теми «Симетричні групи». В цьому індивідуальному завданні необхідно знайти підгрупу заданого порядку k симетричної групи S_n при заданому n , обчислити кількість таких комутативних та некомутативних груп.

Розглянемо знання та навички, які має продемонструвати студент на прикладі індивідуального завдання при $k = 6$ та $n = 7$.

У довільній симетричній групі нейтральним елементом є тотожна підстановка ε , яка може бути представлена циклом довжини 1 або добутком таких циклів. Це єдина підстановка, яка має порядок 1. Підстановка, яка представлена у вигляді циклу довжини t , має порядок t . Порядок підстановки, представленої добутком незалежних циклів, дорівнює найменшому спільному кратному довжин цих циклів. Порядок елемента групи є дільником порядку групи.

Оскільки розглядаємо підгрупи порядку 6, то їх елементи, відмінні від ε , можуть мати тільки порядки 2, 3 або 6.

У групі S_7 існує цикл довжини 6, тому кожен такий цикл породжує циклічну групу порядку 6, яка є комутативною. На основі аналізу структури таких груп, одержуємо результат, що різних циклічних підгруп порядку 6 буде $A_6^6: 6: 2 = 420$.

Розгляд структури підгруп, що породжуються лише незалежними циклами довжини 2 або лише незалежними циклами довжини 3, показує, що такі підгрупи не можуть мати порядок 6.

Залишаються підгрупи, що містять підстановки і 2-го, і 3-го порядків. Вони можуть представлятися добутком циклів довжини 2 та довжини 3 відповідно.

1. Нехай $\beta = (a_1, a_2), \gamma = (a_3, a_4, a_5), a_i$ – різні. Ці підстановки є незалежними циклами, тому вони переставні відносно множення. Тоді $\langle \beta, \gamma \rangle = \{\beta, \gamma, \gamma^2, \beta\gamma, \beta\gamma^2, \varepsilon\}$. Зауважуючи, що $\beta = (a_1, a_2) = (a_2, a_1)$, а $\gamma = (a_3, a_4, a_5) = (a_5, a_3, a_4) = (a_4, a_5, a_3)$ та $\gamma^2 = (a_5, a_4, a_3)$, отримуємо кількість різних підгруп, які породжуються двома елементами, буде $A_7^2: 2 \cdot A_5^3: 3: 2 = 210$.

Враховуючи, що підстановка $\beta\gamma$ має порядок 6, $\langle \beta, \gamma \rangle = \langle \beta\gamma \rangle$ – циклічна група, отже, є комутативною.

2. Нехай $\beta_1 = (a_1, a_2) \cdot (a_6, a_7), \gamma = (a_3, a_4, a_5), a_i$ – різні. Підгрупа $\langle \beta_1, \gamma \rangle$ відрізняється від попередньої лише тим, що в ній елементи a_6, a_7 – рухомі точки. Таких підгруп 210 і вони циклічні.

Наступні типи підгруп є некомутативними.

3. Нехай $\gamma_1 = (a_1, a_2, a_3)$. Тоді $\beta \cdot \gamma_1 = (a_1, a_3)$,
 $\gamma_1 \cdot \beta = (a_2, a_3) = \beta \cdot \gamma_1^{-1} \neq \beta \cdot \gamma_1$, $\langle \beta, \gamma_1 \rangle = \{\varepsilon, \beta, \gamma_1, \gamma_1^{-1}, \gamma_1\beta, \beta \cdot \gamma_1\}$ – некомутативна група порядку 6. Аналіз та досвід попередніх обчислень дозволяє стверджувати, що таких підгруп $C_7^3 = 70$.
4. Нехай $\beta_2 = (a_1, a_2) \cdot (a_4, a_5)$. Тоді $\langle \beta_2, \gamma_1 \rangle$ – некомутативна підгрупа порядку 6, а їх кількість $C_7^3 \cdot C_4^2 = 70 \cdot 6 = 420$.

5. Така ж кількість некомутативних підгруп типу $\langle \beta_3, \gamma_1 \rangle$, де

$$\beta_3 = (a_1, a_2) \cdot (a_4, a_5) \cdot (a_6, a_7).$$

6. Нехай $\gamma_2 = (a_1, a_2, a_3) \cdot (a_4, a_5, a_6)$. Тоді $\beta_2 \cdot \gamma_2 = (a_1, a_3) \cdot (a_4, a_6)$,
 $\gamma_2 \cdot \beta_2 = (a_2, a_3) \cdot (a_5, a_6) = \beta_2 \cdot \gamma_2^{-1} \neq \beta_2 \cdot \gamma_2$, і, в результаті,
 $\langle \beta_2, \gamma_2 \rangle = \{\varepsilon, \beta_2, \gamma_2, \gamma_2^{-1}, \gamma_2 \cdot \beta_2, \beta_2 \cdot \gamma_2\}$ – некомутативна група порядку 6.

Враховуючи досвід обчислення кількості шуканих підгруп типу 3, це число дорівнює

$$C_7^3 \cdot C_4^3 = 70 \cdot 4 = 280.$$

Залишаються інші випадки комбінацій елементів 2-го та 3-го порядків. Нехай $\gamma_3 = (a_2, a_3, a_4)$. Тоді $\beta \cdot \gamma_3 = (a_1, a_3, a_4, a_2)$ – елемент 4-го порядку, тому $\langle \beta, \gamma_3 \rangle$ не може бути підгрупою 6-го порядку.

Розглянемо підгрупу $\langle \beta, \gamma_2 \rangle$. У ній $\beta \cdot \gamma_2 = (a_1, a_3) \cdot (a_4, a_5, a_6)$ – елемент 6-го порядку. Для того, щоб H була підгрупою 6-го порядку, вона повинна бути циклічною, значить, комутативною. Але $\gamma_2 \cdot \beta = (a_2, a_3) \cdot (a_4, a_5, a_6) \neq \beta \cdot \gamma_2$, Отже, $\langle \beta, \gamma_2 \rangle$ – не є підгрупою 6-го порядку.

Завершення процесу аналізу підгруп решти можливих комбінацій твірних елементів залишимо читачеві.

Опис прикладу виконання індивідуального завдання показує, що для успішного завершення вивчення теми «Симетричні групи», разом з описаними знаннями, здобувач повинен продемонструвати навички логічного та абстрактного мислення, аналізу, синтезу; навички застосовувати набуті знання, проводити математичне доведення; уміння адекватно використовувати елементи комбінаторики в обчисленнях кількості підгруп та ін.

Слід зауважити, що зміна в умові завдання навіть одного з параметрів призводить до утворення нового творчого завдання. Наприклад, серед підгруп 6-го порядку в S_5 не буде підгрупи, що породжується одним циклом довжини 6, для аналізу підгруп 4-го порядку слід обрати інші відповідні критерії аналізу твірних. Здобувач, що успішно оволодів змістом даної теми, зможе використати набуті знання та уміння в майбутній роботі вчителя математики. Причому, слід зауважити, що отримані в результаті засвоєння курсу знання не носять інформаційно-накопичувальної спрямованості, а дають напрямок розвитку теорії симетричних груп.

Вивчення теми «Симетричні групи» спрямоване на розвиток наступних умінь майбутнього вчителя математики:

- простежувати окремі етапи розвитку математичної науки (дослідження підгруп певної групи, групи певного порядку відноситься до структурної теорії груп);
- розпізнавати та виокремлювати математичні ідеї та поняття (наприклад, дослідження взаємно однозначних відображень скінченної множини на себе з певними умовами може бути зведене до дослідження підстановок окремого виду);
- розробляти дидактичні матеріали для індивідуальної та групової роботи учнів (в основу таких дидактичних матеріалів може бути покладений зміст теми «Симетричні групи»);
- організовувати позакласну роботу учнів (факультативи, гуртки, проблемні групи тощо) (коли вчитель озброєний багажем знань, у даному випадку, теорією підстановок, то він сміливо може взятися за організацію позакласної роботи, з теоретичними засадами якої він знайомиться в курсах педагогіки та методики);
- виконувати науково-дослідну роботу з учнями (зміст теми «Симетричні групи може породжувати численну кількість тем таких науково-дослідних робіт, які будуть спроможні виконати учні).

Освітня програма кожної спеціальності університету містить перелік компетентностей, які мають бути сформовані у здобувача відповідної спеціальності. Нами було розглянуто перелік таких компетентностей для здобувачів за спеціальністю 014 Середня освіта (Математика) ДВНЗ «Донбаського державного педагогічного університету». Ми вважаємо, що в результаті вивчення теми «Симетричні групи», наряду з набуттям зазначених умінь, у здобувачів за цією спеціальністю формуються наступні компетентності:

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях;
- знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності;
- засвоєння нових знань;
- здатність аналізувати математичну задачу, розглядати різні способи її розв’язування;
- здатність розв’язувати задачі шкільного курсу математики різного рівня складності та формувати відповідні уміння в учнів;
- здатність формувати в учнів предметні (математика) компетентності;
- здатність формувати в учнів переконання в необхідності обґрунтування гіпотез, розуміння математичного доведення;
- здатність забезпечити умови для набуття учнями досвіду застосування математичних знань та умінь, формування їхнього позитивного ставлення до вивчення систематичного курсу алгебри;
- здатність забезпечувати розвиток прийомів розумової діяльності та абстрактної уяви учнів, усвідомлюючи й реалізуючи специфічні можливості процесу навчання математики для розвитку логічного та алгоритмічного мислення.

Останні чотири компетентності є важливими для організації та проведення науково-дослідної роботи з учнями, а зміст теми «Симетричні групи» може стати наповненням змісту такої роботи.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Аналіз поняття професійна компетентність у теоретичних вітчизняних і закордонних наукових джерелах та змісту курсу «Алгебраїчні структури», дозволили сформулювати такі висновки:

1. Існує потреба у формуванні професійних компетентностей у майбутніх учителів математики.
2. В роботі визначено перелік компетентностей, що формуються в результаті вивчення теми «Симетричні групи».

3. Однією з важливих складових професійної компетентності вчителя математики є дослідницька. Тільки вчитель, який набув такої компетентності, здатен передати її учням у своїй професійній діяльності.

На нашу думку, в майбутньому, було б корисним розробити факультативний курс «Симетричні групи» для учнів старших класів з постановкою мети та планом роботи до кожного заняття, зі списком тем наукових робіт учнів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Войтовик, В. А. (2018). Педагогічні умови формування математичних компетентностей майбутнього вчителя математики у процесі фахової підготовки. *Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training Methodology Theory Experience Problems*, 51, 192–195. (Voitovyk, V. A. (2018). Pedagogical conditions for the formation of mathematical competences of the future teacher of mathematics in the process of professional training *Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training Methodology Theory Experience Problems*, 51, 192–195). <https://vspu.net/sit/index.php/sit/article/view/5404>
2. Карпова, Л. (2019). Дослідницька компетентність вчителя Нової української школи. *Молодь і ринок*, 1, 85–89. (Karpova, L. (2019). Research competence of the teacher of the New Ukrainian School. *Youth and the market*, 1, 85–89).
3. Михайленко, Л. Ф., Воєвода, А. Л. (2019). Методична компетентність вчителя математики як педагогічна проблема. *Фізико-математична освіта*, 1(19), 135–141. (Mykhailenko, L. F., Voievoda, A. L. (2019). Methodical competence of a mathematics teacher as a pedagogical problem. *Physical and mathematical education*, 1(19), 135–141).
4. Моторіна, В. Г. (2014). Професійна компетентність вчителя математики профільної школи: Навчальний посібник для студентів природничо-математичних спеціальностей педагогічних ВНЗ. Харків: ХНПУ. (Motorina, V. G. (2014). Professional competence of a mathematics teacher of a specialized school: Study guide for students of natural and mathematical specialties of pedagogical universities. Kharkiv: KhNPU)
5. Величко, В., Пащенко, З. (2011). Методичний посібник до спецкурсу з математики «Симетрична група» для студентів фізико-математичних факультетів педагогічних університетів. СДПУ. (Velychko, V., Pashchenko, Z. (2011). Methodical guide to the special course in mathematics "Symmetric group" for students of physics and mathematics faculties of pedagogical universities. SDPU).
6. Петренко, С., Петренко, Л. (2018). Формування професійної компетентності майбутніх учителів математики: теоретичний аспект. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*, 7(81). (Petrenko, S., Petrenko, L. (2018). Formation of professional competence of future mathematics teachers: theoretical aspect. *Pedagogical sciences: theory, history, innovative technologies*, 7 (81)).
7. Родигіна, І. В. (2017). Інноваційний потенціал компетентнісного підходу в освіті. *Молодий вчений*, 5, 423–426. (Rodighina, I. V. (2017). Innovative potential of the competence approach in education. *Young Scientist*, 5, 423–426).
8. Скворцова, С. О. (2010). Формування професійної компетентності в майбутнього вчителя математики. *Педагогічна наука: історія, теорія, практика, тенденції розвитку*, 4. (Skvortsova, S. O. (2010). Formation of professional competence in the future teacher of mathematics. *Pedagogical science: history, theory, practice, development trends*, 4).
9. Суцанський, В., Сікора, В. (2003). Операції на групах підстановок. *Теорія та застосування*. Рута. (Sushchanskyi, V., Sikora, V. (2003). Operations on groups of substitutions. *Theory and application*. Ruta).
10. Склjarова, І. О. Професійна компетентність вчителя математики як загальна умова педагогічної діяльності. Режим доступу: http://virtkafedra.ucoz.ua/el_gurnal/pages/vyp8/Skljarova.pdf. (Skliarova I.O. Professional competence of a mathematics teacher as a general condition of pedagogical activity. Retrieved from: http://virtkafedra.ucoz.ua/el_gurnal/pages/vyp8/Skljarova.pdf).

Pashchenko Z. D., Turka T. V., Stopkin A. V. Formation of professional competences of mathematics teachers.

The primary task of a pedagogical university is the quality training of future teachers. The level of formation of a teacher's professional competence is determined by the existing level of their competences: knowledge, skills, experience, emotional and valuable attitude to pedagogical activity. The professional competence of a mathematics teacher is interconnected and mutually determined with mathematical competence. The formation of mathematical competence of Secondary education (Mathematics) students takes place on the basis of the content of mathematical disciplines.

From this point of view, the content of the topic «Symmetric groups» is considered in the work, which is part of the theoretical training during the period of study at the university. Symmetric groups of permutations occupy an important place in the structural theory of finite groups. Substitution in group theory is distinguished by the fact that it is a convenient object of study of the order of the element of cyclic groups generated by them, subgroups of substitutions. Cayley's theorem is of particular interest to subgroups of the permutation group as means of investigating the structure of finite groups.

The demonstration of the detailed content of the topic is considered on the example of an individual task, for the implementation of which it is necessary to learn and apply all acquired knowledge and skills.

The problem of introducing a competency-based approach to professional education has been in the field of pedagogical research for more than a decade. The article analyzes the concept of the teacher's professional competence. An analysis of professional competences formed was made on the basis of the content of the topic «Symmetric groups». The work defines the list of skills and competencies of a mathematics teacher, which are formed as a result of studying this topic.

The following methods were used in the research process: theoretical (analysis of scientific and methodological literature, professional publications on the research topic); empirical (analysis of the results of studying the topic «Symmetric groups» by students of education).

Key words: *professional competence; research competence; components of professional competence; educational program (EP); skill.*

УДК 37.012:[378.147:37.011.3-051]

DOI 10.5281/zenodo.12185605

М. О. Чувасов

ORCID ID 0000-0002-2024-9095

Центральноукраїнський державний
університет імені Володимира Винниченка

**КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ПЕДАГОГІВ
ДО ДІАГНОСТИЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ**

У статті розглянуто концептуальні засади підготовки майбутніх учителів природничо-математичних дисциплін до діагностичної діяльності, як важливої ланки, що дозволяє судити про об'єктивність виміру продуктивності досягнутих результатів. Концепція підготовки майбутніх педагогів до діагностичної діяльності в дослідженні представлена як система теоретико-методологічних положень, що зумовлюють мету та завдання, планування, організацію, функціонування й розвиток професійної підготовки, механізмів суб'єкт-суб'єктної взаємодії, з урахуванням впливу діагностичних дій на рівень готовності майбутніх педагогів до діагностичної діяльності. Зазначено, що ефективність діагностичної діяльності обумовлена необхідністю конкретизації її методологічних основ і реалізації їх у виміру результативності професійної підготовки у творчому становленні,

збору та об'єктивному оцінюванню діагностичних даних, на основі яких проходить активізація освітнього процесу в професійному зростанні студентів в закладах вищої освіти. Зокрема, до основних підходів розробленої концепції підготовки майбутніх педагогів до діагностичної діяльності віднесено такі: студентоцентризький, системний, компетентнісний, діяльнісно-аналітичний, процедурно-ситуаційний, технологічний. Схарактеризовано основні напрями концепції підготовки майбутніх учителів природничо-математичних дисциплін до діагностичної діяльності. Діагностична діяльність розглядається як неперервний, мисленнєвий процес, як важлива ланка професійної підготовки студентів яка являє собою не тільки процедури діагностики, але й організацію педагогічного мислення, осмислення власної самотності й готовності до діагностичної діяльності. Схарактеризовано опанування якими функціями стимулює формування кожного компонента готовності до діагностичної діяльності: інформаційна, вимірювальна, контрольна-регулятивна, розвивальна, виховна, заохочувальна.

Ключові слова: професійна підготовка, діагностична діяльність, концепції, підходи, готовність до діагностичної діяльності.

Постановка проблеми. Соціальні умови підтверджують ускладнення вимог до якості вищої освіти, а підвищення ролі людського чинника в демократизації суспільства зумовлює необхідність збагачення особистісного потенціалу фахівця, використання його можливостей і здібностей в активізації діяльності, зростанні професіоналізму й майстерності в професійній сфері діяльності. Акцент зусиль професійної підготовки на розвиток особистісного потенціалу майбутнього фахівця в умовах університетської освіти обумовлює не тільки потребу в оновленні її змісту, методики й технології, моніторингу і контролю, але й пошуку ресурсів об'єктивного виміру її впливу на професійне становлення майбутніх фахівців різних сфер діяльності, перш за все педагогічної.

Нові цілі й завдання вищої освіти в підготовці кваліфікованих кадрів зумовлюють і нову стратегію підготовки майбутніх педагогів до самостійної професійної праці. Сутність цієї стратегії полягає не тільки в опануванні знань заради знань, а в об'єктивному вимірі досягнень особистості у ході освітнього процесу в професійному становленні, здатної досягти власними зусиллями та своєчасною самодіагностикою продуктивності професійного розвитку, стимулювання до діагностичної діяльності, установки на розвиток потреби в постійному самовдосконаленні власної особистості. Основою цієї стратегії є діагностична діяльність, яка дозволяє засобами використання діагностичного інструментарію створювати об'єктивний вимір власних досягнень майбутніх педагогів в професійному зростанні та продуктивності впливу професійної підготовки на цей процес в умовах університетської освіти.

Аналіз актуальних досліджень. Аналіз наукових робіт свідчить про різні підходи у тлумаченні діагностики, її сутності, різними авторами як системи процесу контролю й оцінки знань; контроль, оцінку і корекцію знань; як фактор самооцінки, оцінки та корекції. Сучасні закордонні вчені (S.Noormonammadi [10], A.Öqvist [11], M.Malmstrom [11] та ін.) звертають увагу на професійному становленні фахівця, пов'язують його з особистісними якостями, самоефективністю дій, рефлексією, автономністю та лідерством.

Педагогічний контроль (І.Підласий [7], Т.Садова [8], Н.Георгян [8], та ін.) тлумачать як цілеспрямоване, планомірне спостереження та фіксацію вербальних і практичних дій здобувачів освіти задля визначення рівня набутого ними соціального досвіду, опанованого програмного матеріалу у вигляді знань, умінь, компетенцій та формування особистісних професійних рис.

На думку В.Лазарева [3, с. 148–149] діагностика є потужним резервом сучасного навчального процесу, однак не є привабливою діяльністю у педагогічній практиці. О.Кривонос вважає, що діагностика вищий процес, який об'єднує усі процедури його і сприяє удосконаленню освітнього процесу[2, с. 134].

О.Мельник сформулював поняття «діагностична діяльність», сутність якої він трактує як «свідому цілеспрямовану активність, спрямовану на виявлення стану, рівня розвитку, змін

суб'єктів педагогічного процесу з метою прогнозування навченості та вихованості учня і колективу, розроблення стратегії та добору необхідних методів і засобів організації педагогічного процесу, зростання педагогічної майстерності вчителя» [6, с.12].

На думку С.Мартиненко, діагностична діяльність – це «розпізнання якостей, характеристик і стану всіх складових педагогічного процесу, отримання об'єктивної інформації про розвиток досліджуваного об'єкта (суб'єкта), що дозволяє вчителю повніше зрозуміти проблему, визначити критерії аналізу та оцінки педагогічної ситуації, зону пошуку педагогічних рішень та її конструктивне розроблення, застосувати діагностичний супровід індивідуального розвитку особистості» [4, с.3].

Метою статті є наукове обґрунтування особливостей та характеристики концептуальних засад підготовки майбутніх учителів природничо-математичних дисциплін до діагностичної діяльності.

Виклад основного матеріалу. Продуктивність професійної підготовки в професійному зростанні майбутніх педагогів зумовлює розроблення теоретичних основ діагностичної діяльності, з'ясування місця та ролі діагностування в освітньому процесі, розкритті її можливостей в удосконаленні професійного становлення студентів в умовах оптимізації професійної підготовки в закладах вищої педагогічної освіти.

Мета діагностичної діяльності – готовність студентів до самоаналізу, корекції траєкторії власного професійного розвитку. Вона передбачає збір даних й вимір об'єктивності необхідної інформації для встановлення критеріїв аналізу й оцінки педагогічних ситуацій, виявлення зони пошуку оптимальних рішень, керування діями студентів й корекції власних дій при необхідності, ступеня продуктивності професійної підготовки й характеру впливу педагогічної взаємодії на професійне зростання студентів. Серед її завдань виділяють: діагностику якості освітнього процесу; ефективності засобів навчання й пізнавального процесу; ступеня сформованості навчальних дій, професійних знань, умінь, навичок, пізнавальних інтересів і потреб, характеру стилю та професійної позиції студентів, їх готовності до діагностичної діяльності й самодіагностики рівня професійного зростання в умовах університетської освіти; специфіки викладання, професійних якостей викладачів, рівня їх діагностичної грамотності, методики й технологій, інструментальних засобів, які використовуються для виміру продуктивності професійної підготовки студентів в професійному зростанні й прогнозування шляхів удосконалення професійної підготовки з метою виконання суспільного замовлення на підготовку творчого й конкурентоспроможного фахівця.

Досягнення запланованих результатів професійної діяльності в професійному становленні майбутніх учителів природничо-математичних дисциплін зумовлюється наявністю концептуальної основи діагностичної діяльності як важливої ланки, що дозволяє судити про об'єктивність виміру продуктивності досягнутих результатів.

Концепція підготовки майбутніх педагогів до діагностичної діяльності в дослідженні представлена як система теоретико-методологічних положень, що зумовлюють мету та завдання, планування, організацію, функціонування й розвиток професійної підготовки, механізмів суб'єкт-суб'єктної взаємодії, з урахуванням впливу діагностичних дій на рівень готовності майбутніх педагогів до діагностичної діяльності.

У зв'язку з цим нами розроблена «Концепція підготовки майбутніх педагогів до діагностичної діяльності» на основі студентоцентризького, системного, компетентнісного, діяльнісно-аналітичного, процедурно-ситуаційного, технологічного підходів.

Основу студентоцентризького підходу становлять концептуальні положення згідно з якими в центрі навчання має знаходитися студент, його цілі, мотиви, потреби, інтереси, схильності, рівень його навченості та здібності. Саме тому завданням закладів вищої освіти виступає допомога студенту вибрати важливі для себе цінності, опанувати певною системою знань, усвідомити сутність обраної професії, її вимоги до виконавця, цілі, зміст і функції професійної діяльності, вибрати значущі для себе цінності, індивідуальні стратегії виконання професійних обов'язків, специфіку професійної майстерності та діагностичної діяльності.

Системний підхід – це методологічний напрям, що обумовлює розгляд досліджуваного процесу як системи, взаємозалежних структурних компонентів і зведення їх у єдине ціле. Системний підхід передбачає створення оптимальної структури підготовки майбутніх учителів природничо-математичних дисциплін до професійної та діагностичної діяльності, проектування процесу їх технологізації та виступає методологією їх реалізації.

Компетентнісний підхід зумовлює нове розуміння ролі освіти й вагомості технологізації її в практичній та діагностичній діяльності. Технологізація професійної підготовки студентів має бути спрямована на формування в них діагностичних компетентностей, які є базою активної діяльності й професійних досягнень особистості як її результату.

Процедурно-ситуаційний підхід застосовувався нами з метою підвищення ефективності підготовки майбутніх учителів природничо-математичних дисциплін до успішної професійної та діагностичної діяльності. У нашому дослідженні діагностичні знання розглядаються як засіб реалізації сутнісних сил особистості майбутніх учителів, які є основою розвитку в них здатності успішно діяти й орієнтуватися в різноманітних ситуаціях професійної дійсності. Ця здатність набувається за наявності у свідомості майбутнього учителя цілісного уявлення діагностичного процесу, потреби в його осмисленні, структуруванні теоретичних знань діагностичної діяльності як інструменту практичної дії.

Моделювання освітніх ситуацій створює необхідні умови не тільки для опанування діагностичної інформації, але й усвідомлення процесуальної сторони діагностичної діяльності, її ролі й можливостей у професійному становленні майбутніх учителів. У кожній ситуації студент проявляє себе по-новому, що стимулює потребу в закріпленні успішності діагностованих дій і усвідомленні секретів професійного успіху.

Діяльнісно-аналітичний підхід передбачає, що в процесі підготовки майбутнього учителя навчання буде організовано як активний та аналітичний процес засвоєння студентом різних видів професійної діяльності. При цьому мета навчання включає не тільки отримання знань і вироблення умінь, але й аналіз формування практичних навичок (компетенцій), відповідних згідно з обраною професією. Саме цей набір діагностичних компетенцій згодом буде виступати в якості основного критерію компетентності майбутнього учителя.

Основою технологічного підходу є впровадження різноманітних технік в освітньому процесі, що спрямовані на оптимізацію пізнавальної та діагностичної діяльності та професійного становлення майбутніх учителів.

Технологічний підхід в підготовки майбутніх учителів природничо-математичних дисциплін до діагностичної діяльності вимагає акцентування уваги викладача на плануванні роботи з урахуванням перспективи, оцінювання рівня готовності майбутнього учителя використовувати діагностичні технології з метою підвищення якості знань з природничо-математичних дисциплін, організації активної пізнавальної діяльності, яка найкраще відповідає дидактичним цілям, максимальному роз'яснюванню мети діагностичної діяльності, координації їх, своєчасному контролю навчальних досягнень.

Сукупність підходів, що обґрунтовані в нашому дослідженні, виступають методологією проектування й прогнозування результатів підготовки майбутніх учителів до діагностичної діяльності. Практична спрямованість цих підходів є теоретичною основою для створення освітніх керованих структур в інформаційному просторі сучасної освітньої парадигми.

Структура концепції підготовки майбутніх педагогів до діагностичної діяльності об'єднує мету та завдання, систему принципів, функцій, структурування змісту, обґрунтування методів, діагностичного інструментарію, етапів підготовки та критеріїв оцінки продуктивності професійної підготовки в професійному зростанні студентів в закладах вищої педагогічної освіти.

Концепція доповнюється положеннями про місію викладача в організації й реалізації діагностичної діяльності, шляхи модернізації професійної підготовки студентів, результати аналізу й оцінки діагностичної інформації та розроблення на їх основі рекомендації щодо забезпечення позитивної динаміки рівня готовності майбутніх педагогів до діагностичної діяльності в обраній професійній сфері. Згідно з концепцією

моделюються організаційні й діагностичні процеси, оптимально застосовується ресурсне забезпечення (діагностичні технології, процедури, діагностичний інструментарій та технічні його засоби), формується готовність до діагностичної діяльності як важлива складова професіоналізму майбутніх педагогів.

За умови опори на комплекс діагностичних даних можливо створювати особистісні зони професійного розвитку студентів, що покликані задовольняти потребу майбутніх педагогів у самовираженні та самоствердженні в професійній сфері діяльності. Самовираження та самоствердження студента – це прояв його творчої активності, його професійних інтересів, потреби в удосконаленні власного професійного образу. Професійне становлення студентів можливе лише в атмосфері психологічного комфорту та захищеності від впливу негативних чинників середовища, адекватного оцінювання рівня їхньої готовності до діагностичної діяльності й об'єктивного аналізу та оцінки навчальних досягнень. Водночас важливі міжособистісні взаємовідносини, стиль їх, що стимулює прагнення займатися діагностикою та самодіагностикою у ході професійної підготовки. Ефективність діагностування зумовлюється іміджем викладача, який діє на принципах педагогічної взаємодії, співпраці й співтворчості, володіє організаційними здібностями, креативністю, методикою психолого-педагогічного супроводження діагностичної діяльності в умовах професійної підготовки вищого педагогічного навчального закладу.

Концепція має бути не тільки філософською основою змодельованої системи підготовки майбутнього педагога до діагностичної діяльності, але й практичним інструментом продуктивної її організації й реалізації. Не менш вагомим положенням концепції підготовки майбутніх педагогів до діагностичної діяльності є застосування діагностичного педагогічного дизайну як сукупності різних діагностичних технологій, процедур, діагностичного інструментарію, технічних засобів діагностування.

Діагностичний ресурс педагогічного дизайну орієнтований на збір, моніторинг, контроль, аналіз й оцінку зібраної діагностичної інформації, що відображає стан професійної підготовки та її вплив на професійне зростання майбутніх педагогів.

Структурними ланками концепції підготовки майбутніх педагогів до діагностичної діяльності є основні напрями:

- оптимізація діагностичного аспекту якості професійної підготовки в професійному становленні в умовах вищого педагогічного навчального закладу;
- використання діагностичних даних для оновлення цілей, завдань професійної підготовки майбутніх педагогів в забезпеченні продуктивності запланованих результатів;
- доповнення змісту професійної підготовки засобом введення в навчальні плани знань, що розкривають теоретичні основи діагностики та самодіагностики, шляхи набуття досвіду діагностичної діяльності;
- різноманітність видів й способів діагностичної діяльності, вироблення навичок її планування, організації та реалізації у ході професійної підготовки майбутніх педагогів з орієнтацією на використання банку діагностичних даних надалі вдосконалення освітнього процесу та його впливу на професійне становлення майбутніх педагогів;
- застосування діагностичного інструментарію педагогічного дизайну, який забезпечує формування професійного образу сучасного педагога та його готовності до діагностичної діяльності;
- поетапність підготовки майбутніх педагогів до діагностичної діяльності;
- забезпечення необхідної сукупності педагогічних умов, що впливають на ефективність впливу професійної підготовки майбутніх педагогів на формування готовності майбутніх педагогів до діагностичної діяльності.

Реалізація цих напрямів під час підготовки майбутніх педагогів до діагностичної діяльності дає змогу оптимізувати діагностичні дії у формуванні готовності як важливої ланки педагогічного професіоналізму та стимулювати формування кожного компонента готовності до діагностичної діяльності опануванням функціями: інформаційною, яка створює

інформаційний обмін в освітній системі; вимірювальною, що свідчить про розвиток професійних якостей та властивостей студентів й продуктивність досягнутих результатів в професійної підготовки; контрольно-регулятивною, що дозволяє коректувати хід і результати професійної підготовки, виправляти недоліки як змістового, так й організаційного характеру; розвивальною, яка виявляє закономірності між педагогічними явищами й обставинами; виховною, що виявляє реальну картину вихованості студентів й здатність втручатися в систему сталих стосунків; заохочувальна, яка сприяє професійному розвитку студентів й викладачів, оптимізації професійної підготовки в умовах вищого педагогічного навчального закладу; функцією аналізу та оцінки результатів, яка ґрунтується на порівнянні досягнутих результатів з критеріями та показниками нормативного еталона; комунікативною та конструктивною, які будуються на взаємодії, співпраці та співтворчості учасників діагностичної діяльності, на знанні та розумінні їх можливостей та здібностей, на основі яких здійснюється спілкування й обмін діагностичною інформацією; прогностичною функцією – основі зібраних діагностичних даних, їх аналізу будується прогноз визначення перспективи подальшої оптимізації професійної підготовки в забезпеченні продуктивності професійного становлення майбутніх педагогів.

Концептуальні основи діагностичної діяльності уможлиблюють будівництво модель формування готовності майбутніх педагогів до діагностики та самодіагностики власних результатів у професійному становленні й виміру продуктивності професійної підготовки в умовах вищих педагогічних навчальних закладів, адаптувати різні види діагностичної діяльності у реалізації стратегії індивідуального розвитку студентів й досягнення запланованих цілей. Використання методів діагностики та самодіагностики на усіх етапах професійної підготовки, функціонування діагностичних дій як відкритої дидактичної системи зумовлюють перехід від осмислення й засвоєння теоретичних основ педагогічної діагностики до практичної участі в діагностичній діяльності.

Продуктивність підготовки студентів до діагностичної діяльності бере свій початок з оновлення змісту діагностичного процесу, використання діагностичних технологій, процедур й діагностичного інструментарію, засвоєнням студентами зразків продуктивної діагностичної діяльності, розуміння її методологічної основи та принципів реалізації в освітньому процесі. Методологічна основа як сукупність методологічних підходів дає змогу визначити сутність об'єктивної діагностики та самодіагностики, розробити й обґрунтувати теоретичну модель підготовки майбутніх педагогів до діагностичної діяльності, у якій були б сконцентровані й конкретизовані зміст, структура, критерії, функції та механізми об'єктивного діагностичного виміру продуктивності професійної підготовки в формуванні готовності студентів до діагностичної діяльності.

Концепція підготовки майбутніх педагогів до діагностичної діяльності об'єднує у своєму змісті теоретичні положення проєктованої ефективності діагностування, мети й змісту діагностичної діяльності, функцій та дійсності діагностичних технологій та інструментарію в досягненні запланованих результатів. Концептуальні положення позначилися на стратегії оптимізації діагностичної діяльності, яка виконує роль інструменту досягнення прогнотованих цілей професійного становлення та формування готовності майбутніх педагогів до творчої професійної діяльності.

Діагностична діяльність має можливості для виявлення суб'єктної позиції майбутніх педагогів природничо-математичних дисциплін. Використання різних форм і методів діагностики в освітньому процесі мають бути спрямовані на виявлення бажань студентів до творчого оновлення, максимальної реалізації власних можливостей і як особистості, і як педагога-професіонала. Ці можливості розкриваються в різних педагогічних ситуаціях, захисті проєктів, участі у творчих конкурсах, фестивалях, тренінгах, студіях, педагогічних майстернях. В процесі використання цих форм виникає активний діалог, взаємодія, система відношень, оцінка власних дій і інших учасників. Зібрані дані у ході спостереження за діями, вчинками, поведінкою й судженнями студентів слугують основою для вироблення стратегії та тактики у подальшому професійному становленні

майбутніх педагогів природничо-математичних спеціальностей. Своєчасна діагностика й самодіагностика стимулює професійний розвиток і динаміку змін творчого потенціалу студентів. Викладачу важливо наголошувати на характері змін, які мають місце під впливом різних видів діяльності й форм їх організації. З однією сторони, ці зміни пов'язані з новим осмисленням, вдосконаленням того, що набуто вже студентом на теперішній час. З іншої сторони – зміни по відкриттю нових граней «Я», опануванням нових знань, вмінь, навичок, професійних якостей. При цьому важливо наголошувати студентам на аналізі явищ і змін та їх вплив на подальший професійний розвиток.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Діагностична діяльність є важливим фактором самоідентифікації, саморозвитку, самореалізації й самоствердження майбутніх педагогів в професійній сфері. Важливою особливістю діагностичної діяльності є всебічна допомога студентам в саморозкритті й самореалізації шляхом набуття досвіду самоаналізу та самокорекції власного професійного розвитку. Події як і динамічні життєві, навчальні та професійні процеси слугують не тільки засобами професійного становлення майбутніх педагогів природничо-математичних спеціальностей, але й засобами самопізнання і співвідношення власних досягнень з результатами інших учасників освітнього процесу, де важливим моментом є аналіз, синтез, узагальнення, що дозволяють студентам дати власну оцінку своїм можливостям, здібностям, професійним якостям, діям, вчинкам й перспективам розвитку.

Ефективність діагностичної діяльності обумовлена необхідністю конкретизації її методологічних основ і реалізації їх у виміру результативності професійної підготовки в професійному становленні, накопиченню та об'єктивному оцінюванню діагностичних даних, на основі яких проходить активізація освітнього процесу в професійному зростанні студентів в закладах вищої освіти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ/ REFERENCES

1. Дубровська, О. М. (2022). Вимірювання сформованості діагностувальної компетентності майбутніх фахівців фізичної підготовки і спорту: критерії та показники. *Військова освіта: збірник наукових праць Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського*. Київ, 2(46), 70–79. (Dubrovskaya, O. M. (2022). Measuring the formation of diagnostic competence of future physical training and sports specialists: criteria and indicators. *Military education: a collection of scientific works of the National Defense University of Ukraine named after Ivan Chernyakhovsky*. Kyiv, 2(46), 70–79).
2. Кривонос, О. (2015). Педагогічна діагностика: історичні витоки, генезис, сучасні підходи в контексті концепції «Нова українська школа». *Теорія та технології інноваційного розвитку професійної підготовки майбутнього вчителя в контексті концепції «Нова українська школа»*. Суми, сс. 131–168. (Krivonos, O. (2015). Pedagogical diagnostics: historical origins, genesis, modern approaches in the context of the "New Ukrainian School" concept. *Theory and technologies of innovative development of professional training of future teachers in the context of the "New Ukrainian School" concept*. Sumy, pp. 131–168).
3. Лазарев, М. О. (2016). Педагогічна творчість. навч. посіб. для студентів, магістрів, аспірантів педагогічного університету. Суми: ФОП Цьома С. П. (Lazarev, M. O. (2016). *Pedagogical creativity*. Sumy: FOP Tsyoma S. P.)
4. Мартиненко, С. М. (2008). Діагностична діяльність майбутнього вчителя початкових класів: теорія і практика: монографія. Київ: КМПУ ім. Б. Д. Грінченка. (Martynenko, S. M. (2008). *Diagnostic activity of the future primary school teacher: theory and practice*. Kyiv: Grinchenko KMPU).
5. Матвеева, О. О. (2014). Напрями педагогічної діагностики якості вищої музично-педагогічної освіти. *Педагогіка та психологія*, 45, 144–152. (Matveeva, O. O. (2014). *Directions of pedagogical diagnostics of the quality of higher musical and pedagogical education*. *Pedagogy and psychology*, 45, 144–152).

6. Підласий, І. П. (2002). Діагностика та експертиза педагогічних проєктів. Київ: Освіта. (Pidlasyi, I. P. (2002). Diagnostics and expertise of pedagogical projects. Kyiv: Education).
7. Садова, Т. А., Георгян, Н. М. (2019). Діагностика навчально-пізнавальної діяльності студентів закладу вищої освіти: навчально-методичний посібник. Слов'янськ. (Sadova, T. A., Georgyan, N. M. (2019). Diagnostics of educational and cognitive activity of students of a higher education institution. Sloviansk).
8. Цехмістрова, Г. С. (2002). Діагностика ефективності навчального процесу у вищих навчальних закладах освіти (дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04). Київ. університет туризму, економіки і права. (Tsekhmistrova, G. S. (2002). Diagnostics of the effectiveness of the educational process in higher educational institutions (PhD thesis). Kyiv).
9. Noormonammadi, S. (2014). Teacher reflection and its relation to teacher efficacy and autonomy. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 98.1, 1380–1389.
10. Öqvist, A., Malmstrom, M. (2018). What motivates students? A study on the effects of teacher leadership and students' self-efficacy. *International Journal of leadership in Education*, 21.2, 155–175. Retrived from: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13603124.2017.1355480>.

Chuvasov M. O. Conceptual principles of preparation of future teachers for diagnostic activities.

The article examines the conceptual principles of training future teachers of science and mathematics disciplines for diagnostic activities, as an important link that allows judging the objectivity of measuring the productivity of the achieved results. The concept of training future teachers for diagnostic activity is presented in the study as a system of theoretical and methodological provisions that determine the goal and task, planning, organization, functioning and development of professional training, mechanisms of subject-subject interaction, taking into account the impact of diagnostic actions on the level readiness of future teachers for diagnostic activities. It is noted that the effectiveness of diagnostic activity is due to the need to specify its methodological foundations and implement them in terms of the effectiveness of professional training in creative formation, collection and objective evaluation of diagnostic data, on the basis of which the activation of the educational process in the professional growth of students in higher education institutions takes place. In particular, the main approaches of the developed concept of training future teachers for diagnostic activity include the following: student-centered, systemic, competence-based, activity-analytical, procedural-situational and technological. The main directions of the concept of training future teachers of natural and mathematical disciplines for diagnostic activities are characterized. The main directions of the concept of training future teachers of natural and mathematical disciplines for diagnostic activities are characterized. Diagnostic activity is considered as a continuous, thinking process, as an important link of professional training of students, which is not only diagnostic procedures, but also the organization of pedagogical thinking, understanding of one's own identity and readiness for diagnostic activity. The mastery of which functions stimulates the formation of each component of readiness for diagnostic activity is characterized: informational, measuring, control-regulatory, developmental, educational, encouraging.

Key words: professional training, diagnostic activity, concepts, approaches, readiness for diagnostic activity.

РОЗДІЛ 4. ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНИЙ СУПРОВІД РОЗВИТКУ ТВОРЧОЇ ОСОБИСТОСТІ В ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ДИСЦИПЛІН ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ

УДК 004: 378

DOI10.5281/zenodo.12190915

В. М. Базурін

ORCID ID 0000-0002-6614-4889

Державний торговельно-економічний університет

ОСОБЛИВОСТІ НАВЧАННЯ МАЙБУТНІХ БАКАЛАВРІВ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ОСНОВ ПРОГРАМУВАННЯ НА МОВІ KOTLIN

У статті розглянуто проблеми навчання студентів комп'ютерних спеціальностей програмуванню на мові Kotlin. Вивчення мови Kotlin зазвичай викликає у студентів певні проблеми, пов'язані з тим, що синтаксис мови Kotlin відрізняється від синтаксису мов, які спираються на C і C++. Як доводять вчені, мову Kotlin доцільно вивчати після вивчення основ програмування. У процесі навчання розробки мобільних додатків на мові Kotlin у студентів виникають труднощі, пов'язані з розумінням структури проекту мобільного додатка для Android і пов'язані з відмінністю синтаксису мови Kotlin від синтаксису мов C, C+, Java, C# та інших.

Саме тому актуальними питаннями навчання розробки мобільних додатків на Kotlin є комбінація задачного та проектного підходів до вивчення програмування на Kotlin, завдяки чому студенти спочатку поетапно виконують порівняно прості завдання з вивчення основних алгоритмічних конструкцій, основ об'єктно-орієнтованого програмування, колекцій. Лише після цього доцільно переходити до вивчення структури додатка Android, створення мобільних додатків в середовищі Android Studio.

У процесі навчання програмування на мові Kotlin студенти використовують різні середовища. Найбільш поширеним середовищем розробки мобільних додатків для операційної системи Android є Android Studio. Проте через високі системні вимоги дане середовище розробки може бути встановлене не на всіх комп'ютерах. Тому на початковому етапі вивчення програмування на Kotlin доцільно використати онлайн середовище Kotlin Playground або офлайн середовище IntelliJ IDEA.

Ключові слова: освітній процес у закладі вищої освіти, задачний підхід, комп'ютерні науки, програмування, мобільний додаток, Kotlin, студенти.

Постановка проблеми. Інформаційні технології увійшли практично в усі сфери життя людини. Вони постійно розвиваються і оновлюються. Багато важливих технологій пов'язані з мобільними додатками (наприклад, Дія). Постійний розвиток таких технологій потребує наявності відповідних фахівців, які створюватимуть мобільні додатки. Підготовку таких фахівців зазвичай здійснюють заклади вищої освіти, але в загальноосвітній школі, під час вивчення алгебри, геометрії, інформатики, фізики та хімії формуються такі кості майбутніх програмістів, як алгоритмічне та аналітичне мислення, а в процесі вивчення інформатики учні можуть на практиці перевірити, чи подобається їм створювати програми.

З іншого боку, створення мобільних додатків викликає певні труднощі. Наприклад, для створення додатків для операційної системи Android використовується одна з двох мов (Java або Kotlin), а необхідним компонентом вивчення є структура додатка Android. Мова Java має C-подібний синтаксис, але останнім часом для створення мобільних додатків для Android все частіше використовується мова Kotlin, яка має значні відмінності від C і C++ з точки зору синтаксису.

Саме тому метою статті є дослідження методики навчання програмування на мові Kotlin.

Аналіз актуальних досліджень. Мова Kotlin є однією з об'єктно-орієнтованих мов програмування, тому її закономірності її вивчення такі ж самі, як і інших мов програмування. Водночас синтаксис і логіка програм на мові Kotlin (особливо Android-додатків) мають певні відмінності.

Дослідження, пов'язані з використанням Kotlin для розроблення додатків, можна умовно розбити на такі групи: 1) дослідження всіх технічних та алгоритмічних питань, пов'язаних з використанням мови Kotlin для розробки додатків для Android; 2) визначення особливостей навчання програмування на мові Kotlin (навчання розробці додатків для Android на мові Kotlin).

До досліджень першої групи віднесемо наступні. М. Martinez і В. Gois Mateus здійснили емпіричне дослідження якості додатків Android, написаних на мові Kotlin. У результаті дослідження з'ясовано, що на мові Kotlin написано лише 11,26% додатків з кількості додатків, які знаходяться у відкритому доступі [2].

Інші науковці досліджували застосування методів глибинного навчання під час перенесення проектів з мови Java на мову Kotlin [3].

Предметом досліджень L.Ardito, R.Coppola, G.Malnati, M.Torchiano є ефективність додатків, написаних на мові Kotlin, і порівняння їх ефективності з додатками, написаними на мові Java [3].

М. Martinez і В. G. Mateus досліджували проблему міграції додатків для Android на мову Kotlin. Основними причинами міграції додатків на Kotlin, на думку авторів, є: уникнення помилок, використовуючи безпечніший код; слідувати за рекомендаціями Google; з метою навчання; використання мови, на 100% сумісної з мовою Java; використання функціональної мови програмування для розробки додатків для Android; уникання застосування мови Java; уникання фрагментації платформи Android і обмежень версій Java; досягнення мультиплатформенної розробки; використання можливостей інших мов програмування [5].

Проблему навчання програмування на мові Kotlin досліджували Р. Spath [6], N. Dimitrijević, V. Milicevic, D. Cvijanovic, N. Zdravković досліджували результати застосування автоматизованої системи навчання програмування на Kotlin. Дослідники зазначають, що у студентів виникають значні труднощі під час вивчення Kotlin у якості першої мови програмування, тому доцільно вивчати Kotlin в якості другої або третьої мови програмування, після вивчення Java [8, с.139]. дослідники зазначають, що Kotlin має широкі перспективи для застосування його під час створення мобільних додатків під Android. Відповідно на ринку праці існуватиме попит на програмістів, які володіють Kotlin.

В іншій своїй праці [9] ці дослідники обґрунтовують структуру та інтерфейс автоматизованої системи перевірки програм, написаних на Kotlin. У статті також наведено результати екзамену для Android-розробників, які вивчали Kotlin з застосуванням автоматизованої системи перевірки програм. На думку авторів найбільш ефективним є застосування не тільки автоматизованої системи перевірки програм, а створення повністю автоматизованої системи, яка повністю буде забезпечувати вивчення студентами курсу програмування на Kotlin [9].

Є.О. Беркунський, А.Ю. Павленко та І.Л. Михелев відмічають такі переваги мови Kotlin над іншими мовами: простота і читабельність коду; 100% сумісність з Java; безпека коду; низка розширень, які надають можливість зробити код більш компактним [11].

Я.В. Мосляков, А.О. Овчарова і Л.П. Остапенко зазначили, що значна кількість учнів виявили інтерес до створення мобільних додатків. У цій же статті дослідники описують варіанти вивчення різних технологій і мов створення мобільних додатків: MIT App Inventor, Python, Kivu [12].

Отже, проблема навчання програмуванню на мові Kotlin у науково-методичній літературі розкрита недостатньо.

Метою статті було дослідити проблему навчання студентів комп'ютерних спеціальностей програмуванню на мові Kotlin.

Виклад основного матеріалу. Мова програмування Kotlin є однією з двох мов, які переважно використовуються під час розроблення мобільних додатків для Android.

Мову Kotlin було розроблено фірмою JetBrains в 2011 році для роботи з платформою Java. Відповідно, Kotlin повністю сумісний з Java, додаток на Kotlin зазвичай компілюється в байт-код, який може виконуватися на віртуальній машині Java (JVM). Саме завдяки такій особливості Kotlin розробники програмного забезпечення можуть переходити на Kotlin, не переписуючи всю систему наново.

Мова Kotlin застосовує статичну типізацію. Тобто, тип змінної визначається під час її оголошення і не може бути зміненим під час роботи програми.

Kotlin підтримує функціональне програмування. Мова Kotlin надає програмісту значну кількість інструментів і конструкцій. Завдяки функціональному програмуванню код на Kotlin стає більш компактним. Мова Kotlin також має низку інструментів, які запобігають помилкам на етапі компіляції.

Основними сферами застосування мови Kotlin є:

- розроблення мобільних додатків для Android;
- розроблення серверних додатків;
- розроблення додатків для Desktop комп'ютерів;
- WEB-розробка;
- загальні задачі програмування.

У наш час мова Kotlin підтримується компанією Google, і система розробки Android Studio підтримує її.

Основними перевагами Kotlin, на думку [1], є:

- збільшення продуктивності додатків;
- збільшення рівня безпеки;
- більш зрозумілий і читабельний код;
- значна екосистема бібліотек та інструментів.

Поряд з перевагами Kotlin має і низку недоліків:

- необхідність переходу з Java на Kotlin;
- обмежене застосування в деяких галузях (системне програмування, розроблення ігор тощо);
- інший синтаксис у порівнянні з мовами, які базуються на C і C++ (Java, C# тощо) [1].

Питання вивчення мови програмування Kotlin невідривно пов'язані з потребою в інтегрованому середовищі розроблення (IDE). На даний момент, на нашу думку, найбільшої уваги заслуговують Android Studio і JetBrains IntelliJ IDEA. Існують також онлайн-середовища, але їх можливості значно обмежені. Розглянемо їх характеристики детальніше.

Android Studio – це середовище розроблення програм, створене фірмою Google. В цьому середовищі можна спроектувати інтерфейс будь-якого Android-додатка, написати програмний код і протестувати додаток або на мобільному телефоні, або на емуляторі мобільного телефону. Тобто, IDE Android Studio цілком достатньо, щоб створювати і тестувати мобільні додатки для Android, написані на Kotlin. На нашу думку, Android Studio має 2 дуже важливих недоліки: 1) порівняно високі системні вимоги (на момент написання статті поточна версія Android Studio потребувала 16 ГБ оперативної пам'яті); 2) необхідність встановлювати на комп'ютері найновішу операційну систему і найновішу версію Android Studio. Саме через це застосовувати Android Studio для вивчення програмування на Kotlin можуть не всі учні і навіть не всі студенти. Високі системні вимоги звужують навчальні можливості цього середовища програмування, а для початківця досить важким елементом є вивчення структури проекту додатка для Android.

Інше середовище – IntelliJ IDEA – має дві версії: Common і Ultimate [13].

Під час роботи з IntelliJ IDEA потрібно створювати проект додатка, але його структура значно простіша і зрозуміліша, ніж структура проекту додатка в Android Studio. На нашу думку, для вивчення основ програмування на Kotlin більше підходить IntelliJ IDEA.

Слід зазначити також, що існують і онлайн-середовища. Найбільш часто використовуване online IDE Kotlin Playground [14]. Для програміста-початківця Kotlin Playground надає всі потрібні засоби та інструменти.

Отже, для вивчення основ програмування на Kotlin доцільно використати Kotlin Playground, а потім, після відпрацювання основних алгоритмічних конструкцій, основ об'єктно-орієнтованого програмування, можна переходити до роботи в IDE IntelliJ IDEA або Android Studio.

Стосовно місця Kotlin у вивченні програмування. Значна кількість науковців [6; 10] вважає, що вивчати Kotlin в якості першої мови програмування недоцільно. Для початківця синтаксичні особливості Kotlin можуть вчинити негативний вплив на подальше вивчення програмування (C/ C++, Java, C# тощо). Ми погоджуємося з такою думкою, адже маємо вже певний досвід навчання програмування на Kotlin студентів 4-го курсу спеціальності 122 «Комп'ютерні науки», для яких Kotlin вже не був першою мовою програмування.

Слід відзначити, що в мові Kotlin оператор циклу `for` використовується для перебору колекцій (рядків, масивів, списків), а у звичному для нас вигляді – для табулювання функцій – він може бути використаний, але для цього спочатку значення лічильника помістити в масив.

Існують також інші відмінності, через які Kotlin недоцільно використовувати в якості першої мови програмування.

Стосовно навчання програмування на Kotlin, то тут, на нашу думку, існує 2 основних підходи: задачний і проектний.

Задачний підхід передбачає написання студентами на Kotlin порівняно невеликих програм різного рівня складності. Таким чином відпрацьовуються основні алгоритмічні конструкції, засвоюються особливості різних типів даних, визначаються особливості об'єктно-орієнтованого програмування.

Переваги: поступове і системне вивчення особливостей мови Kotlin.

Недоліки: великі витрати часу (адже доводиться вивчати всі алгоритмічні конструкції, типи даних, особливості ООП), порівняно незначний зв'язок з практикою. Студентам, які мають високий рівень алгоритмічного мислення, може бути просто нецікаво поступово і детально вивчати особливості мови Kotlin так, як вони раніше вивчали особливості Java.

Проектний підхід передбачає створення відразу проекту – додатка для Android за допомогою Android Studio. Всі синтаксичні особливості мови Kotlin, логіка програм та інше вивчаються студентами самостійно, у процесі розроблення додатка. Перевага такого підходу полягає в тому, що в результаті кожної лабораторної роботи студенти створюють повноцінний додаток для ОС Android. Це сприяє мотивації студентів до вивчення програмування.

Проте такий підхід має і певні недоліки:

- складність. Для деякої частини студентів важко пов'язати між собою окремі компоненти додатка Android;
- деяка безсистемність. З особливостей мови Kotlin вивчаються лише ті, які потрібні для створення додатка. Всі інші питання залишаються на розсуд студента.

На нашу думку, оптимальним шляхом розв'язання цієї проблеми є поєднання задачного і проектного підходів у процесі вивчення Kotlin. На користь такого підходу:

- всі студенти, навіть ті, які мають високий рівень алгоритмічного мислення, повинні вивчити синтаксис Kotlin хоча б частково. Вивчати основи Kotlin, як було зазначено вище, краще за допомогою задач;
- ті студенти, який мають середній рівень розвитку алгоритмічного мислення, можуть засвоїти синтаксис мови програмування Kotlin, відмінний від синтаксису C-подібних мов;
- після засвоєння основ синтаксису і семантики Kotlin студенти матимуть можливість зробити вибір між подальшим виконанням лабораторних робіт і об'ємним проектом.

На основі аналізу науково-методичних джерел нами запропоновано наступну тематику лабораторних занять. При цьому враховано, що мова Kotlin є другою або третьою мовою програмування, яку вивчають студенти.

1. Середовище розробки Kotlin Playground. Лінійні алгоритми.
2. Розгалужені алгоритми. Множинний вибір (when).
3. Перетворення типів. Функції.
4. Цикли.
5. Класи.
6. Data class. Sealed class.
7. Колекції. List.
8. Колекції. Set.
9. Колекції. Map.
10. Створення додатка з однією Activity в Android Studio.
11. Створення додатка, який зберігає дані в файлі.
12. Створення додатка з кількома Activity.

Отже, нами уточнено зміст навчання програмуванню на Kotlin. Визначимо форми, методи і засоби навчання.

Стосовно форм навчання – це мають бути лабораторна робота і самостійна робота. Під час лабораторної роботи студенти створюють програми на мові Kotlin, причому у випадку неможливості виправлення помилок вони можуть звернутися до викладача.

У процесі навчання студентів програмуванню на Kotlin провідне місце належить самостійній роботі студентів. У процесі самостійної роботи під час виконання лабораторних робіт у них формуються навички розроблення програм на мові Kotlin.

Щодо методів навчання, то одним з найбільш важливих методів є метод наочних прикладів. Для того, щоб успішно засвоїти програмування на мові Kotlin, студенти повинні отримувати приклади задач і їх розв'язків.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Отже, у студентів виникають певні труднощі під час вивчення програмування на мові Kotlin. Ці труднощі пов'язані з особливостями синтаксису Kotlin, високими системними вимогами IDE Android Studio, структурою проекту додатка для Android.

Перспективами подальших наукових пошуків є розроблення методичної системи навчання програмування на Kotlin і експериментальна перевірка її ефективності. Особливої уваги потребує змістовий компонент методичної системи: посібник з мови Kotlin, лабораторний практикум, збірник тестів. Це той компонент методичної системи, який постійно оновлюється, оскільки мова Kotlin постійно розвивається і оновлюється.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Kim, M., Kim, Y., Jeong, H., Heo, J., Kim, S., Chung, H., & Lee, E. (2022). An empirical study of deep transfer learning-based program repair for kotlin projects. In Proceedings of the 30th ACM Joint European Software Engineering Conference and Symposium on the Foundations of Software Engineering (pp. 1441–1452).
2. Góis, Mateus, B., Martinez, M. (2019). An empirical study on quality of Android applications written in Kotlin language. Empirical Software Engineering, 24(6), 3356–3393.
3. Ardito, L., Coppola, R., Malnati, G., Torchiano, M. (2020). Effectiveness of Kotlin vs. Java in android app development tasks. Information and Software Technology, 127, 106374.
4. Oliveira, V., Teixeira, L., Ebert, F. (2020). On the adoption of kotlin on android development: A triangulation study. In 2020 IEEE 27th International Conference on Software Analysis, Evolution and Reengineering (SANER) (pp. 206–216). IEEE.
5. Martinez, M., Mateus, B. G. (2021). Why did developers migrate android applications from java to kotlin?. IEEE Transactions on Software Engineering, 48(11), 4521–4534.
6. Späth, P. (2019). Learn Kotlin for Android Development. Apress.

7. Syaifudin, Y. W., Funabiki, N., & Liem, I. (2021). Comparisons of Student's Self-Learning Performances Using Java and Kotlin Languages in Android Programming Learning Assistance System. In 2021 1st Conference on Online Teaching for Mobile Education (OT4ME) (pp. 93–97). IEEE.
8. Dimitrijević, N., Milicevic, V., Cvijanovic, D., Zdravković, N. (2021). Learning the Kotlin programming language using an autograding system.
9. Dimitrijevic, N., Zdravkovic, N., Milicevic, V. (2023). An Automated Grading Framework for the Mobile Development programming language Kotlin. International Journal for Quality Research.
10. Bazurin, V. M., Chashechnikova, O. S., Karpenko, Ye. M., Pursky, O. I., Palchuk, P. M. (2022). Interdisciplinary problems of mathematical content as a means of teaching programming to a secondary school pupils. Journal of Physics. Conference series, 2288. 012010 IOP Publishing doi:10.1088/1742-6596/2288/1/-120.
11. Беркунський, Є. Ю., Павленко, А. Ю., Михелев, І. Л. (2023). Сучасні засоби розробки та мови програмування у навчальному процесі. Інновації в суднобудуванні та океанотехніці : матеріали XIV Міжнародної науково-технічної конференції. Миколаїв, (сс. 415–417). (Berkunskiyi, Ye. Yu., Pavlenko, A. Yu., Mykheliev, I. L. (2023). Modern development tools and programming languages in the educational process. In Innovations in shipbuilding and ocean engineering: materials of XIV International scientific and technical conference.: Mykolaiv, (pp. 415–417).
12. Мосляков, Я. В., Овчарова, А. О., Остапенко, Л. П. (2020). Проблеми навчання учнів основ створенню мобільних додатків в сучасному шкільному курсі інформатики. Науково-дослідна робота студентів як чинник удосконалення професійної підготовки майбутнього вчителя: зб. наук. Харків, (сс.74–79). (Mosliakov, Ya. V., Ovcharova, A. O., Ostapenko, L. P. (2020). Problems of teaching students the basics of creating mobile applications in a modern school computer science course. Scientific and research work of students as a factor in improving the professional training of the future teacher: coll. of science Kharkiv, (pp.74–79).).
13. Download IntelliJ IDEA. <https://www.jetbrains.com/idea/download/?section=windows>.
14. Kotlin Playground. URL: <https://play.kotlinlang.org/>

Bazurin V. M. Features of education of future bachelors of computer sciences in the fundamentals of programming in the Kotlin language.

The article discusses the problems of teaching computer majors students to program in the Kotlin language. Learning Kotlin usually causes some problems for students due to the fact that the syntax of Kotlin is different from the syntax of languages based on C and C++. As scientists prove, it is advisable to learn the Kotlin language after learning the basics of programming. In the process of learning how to develop mobile applications in the Kotlin language, students have difficulties in understanding the structure of a mobile application project for Android and related to the difference between the syntax of the Kotlin language and the syntax of C, C+, Java, C# and others.

That is why the topical issues of teaching the development of mobile applications on Kotlin are the combination of problem-based and project-based approaches to learning programming on Kotlin, thanks to which students first step by step perform relatively simple tasks to study basic algorithmic structures, the basics of object-oriented programming, and collections. Only after that, it is advisable to move on to studying the structure of the Android application, creating mobile applications in the Android Studio environment.

In the process of learning Kotlin programming, students use different environments. The most common mobile application development environment for the Android operating system is Android Studio. However, due to high system requirements, this development environment may not be installed on all computers. Therefore, at the initial stage of learning Kotlin programming, it is advisable to use the Kotlin Playground online environment or the IntelliJ IDEA offline environment.

Key words: *educational process in a higher education institution, problem-based approach, computer scienc, programming, mobile application, Kotlin, students.*

УДК 371.315
DOI 10.5281/zenodo.12190658

С. І. Петренко
ORCID ID 0000-0002-3089-6499
К. Парфіло
ORCID ID 0009-0007-2657-3076
Сумський державний педагогічний
університет імені А. С. Макаренка

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО НАВЧАННЯ УЧНІВ

У статті представлено дослідження можливостей використання штучного інтелекту в освітньому процесі. Штучний інтелект дозволить розробити нові рішення для викладання та навчання. Дослідження цієї теми є особливо актуальним та важливим. Системи штучного інтелекту впроваджуються в усі сфери життя суспільства. Системи штучного інтелекту дозволяють вивільнити учителів від рутинної роботи. Штучний інтелект дозволить учням навчатися з персональною швидкістю. Впровадження інноваційного інструменту підвищить ефективність навчання. Це дасть змогу покращити якість освітнього процесу.

Штучний інтелект може дозволити створити гнучкі освітні програми. Їх можна швидко адаптувати до змін згідно вимог ринку праці та суспільства.

У статті представлено аналіз теоретичних аспектів використання технологій штучного інтелекту в освіті. Представлено розробку нових підходів до викладання та навчання за допомогою вебдодатку. Вебдодаток дозволяє ефективно використовувати технології штучного інтелекту.

Автори визначили до вирішення наступні завдання дослідження:

- 1) проаналізувати сучасні теоретичні підходи до освітнього процесу за допомогою штучного інтелекту;*
- 2) визначити переваги та виклики використання штучного інтелекту в освітньому процесі;*
- 3) розробити архітектуру вебдодатку;*
- 4) визначити функціональні особливості та технічні можливості вебдодатку;*

У статті описано роботу вебдодатку для індивідуального навчання учнів на основі технологій штучного інтелекту. Вебдодаток простий у використанні. Має зручний інтуїтивно зрозумілий інтерфейс. Дозволяє створювати завдання. Він знаходиться в стадії активної розробки. Вебдодаток має перспективи: додавання нових можливостей і інструментів та розробка мобільної версії.

Ключові слова: *освітній процес, навчання, освіта, навчання учнів, процес навчання, штучний інтелект, вебдодаток, архітектура вебдодатку.*

Постановка проблеми. На нинішньому етапі розвитку технологій штучний інтелект набувають значної популярності і все більшого впливу на функціонування суспільства та життя кожної людини. Штучний інтелект використовується як інструмент для допомоги вирішення різноманітних не тільки професійних, а і побутових завдань. Освіта також не може бути виключенням. Використання штучного інтелекту в освіті може значно покращити якість освітнього процесу, розвантажити учителів під час підготовки до занять, зробити процес навчання більш доступним, цікавим і ефективним для учнів, що дозволить підняти престиж учительської праці і підвищити мотивацію учнів до навчання.

Аналіз актуальних досліджень. Освіта завжди слідувала за технологічним прогресом, впроваджуючи нові інструменти та методи з метою покращення якості навчання та підготовки молодого покоління до вимог сучасного світу. Технології створюють нові та

витісняють застарілі інструменти навчання, одним із нових інструментів на сьогодні є штучний інтелект. У зв'язку з цим, впровадження технологій штучного інтелекту в освітній процес є важливим напрямом для підвищення ефективності сучасної освіти.

Зокрема, дослідження даної теми дозволить розробити нові рішення для викладання та навчання. У контексті освітньої системи України, дослідження цієї теми є особливо актуальним та важливим, оскільки певні аспекти навчання застаріли і потребують модернізації, а проведення освітніх реформ ускладнюються через війну. Також важливо враховувати, що штучний інтелект може дозволити створити гнучкі освітні програми, які можна швидко адаптувати до змін згідно вимог ринку праці та суспільства.

Мета статті. Вивчення та аналіз теоретичних аспектів використання технологій штучного інтелекту в освіті, розробка нових підходів до навчання та створення платформи за допомогою якої можна ефективно використовувати технології штучного інтелекту в освітньому процесі.

Виклад основного матеріалу. Система освіти завжди намагалась віднайти найбільш ефективний спосіб навчання, зазнаючи постійного розвитку та змін, які впливали на спосіб донесення попереднього досвіду, форми та інструменти навчання. Процес знаходження найкращої формули навчання буде вічним.

Перед учителями в їх практичній діяльності завжди стоїть велика кількість різноманітних професійних завдань. При цьому значна кількість видів діяльності є одноманітною, і забирає значну кількість часу. Так наприклад оцінювання або створення тестів і завдань для Самостійної і індивідуальної роботи учнів. Ці види роботи вимагають чимало зусиль та інтелектуальних ресурсів учителя, при тому, що час можна використати для взаємодії з учнями, більш детально аналізуючи їх помилки та знаходячи шляхи їх уникнення. Одним з найкращих варіантів на сьогодні є залучення до цього процесу штучного інтелекту (ШІ).

За допомогою інструментів штучного інтелекту можна автоматизувати систему оцінювання певних завдань, які не стосуються творчих робіт, адже штучний інтелект все ще не може по-справжньому замінити людське оцінювання. Також, ШІ може бути ефективним помічником у створенні однотипних завдань для самостійної та індивідуальної роботи, які необхідні для покращення вже існуючих навичок та умінь учнів, або вивченні основ.

В умовах класно урочної системи, учитель не має можливості приділити постійну увагу кожному учню, але кожен учень потребує саме цього. Тому індивідуальне навчання завжди є більш ефективним ніж колективне. Системи ШІ можуть адаптувати навчальний матеріал під конкретні потреби та рівень кожного учня, забезпечуючи індивідуалізовану траєкторію навчання. Це дозволяє краще враховувати різні стилі навчання, темпи опрацювання інформації та формування навичок.

Важливо також відмітити, що значна кількість учнів потребує постійного доступу до освітніх ресурсів. Більшості здобувачів потрібно повторне пояснення, щоб зрозуміти навчальний матеріал або хоча б додаткова постійна можливість звернення до освітніх матеріалів. Оскільки кожен має свій час найбільшої продуктивності діяльності і цей час не завжди співпадає з часом проведення уроків. Цю додаткову підтримку ефективно можна реалізувати за допомогою ШІ.

Можна виділити основні переваги в залученні штучного інтелекту в навчанні:

Персоналізоване навчання. Системи ШІ дозволяють створювати індивідуалізовані навчальні плани, враховуючи потреби кожного. Аналізуючи дані про виконання завдань та реакції на навчальний матеріал, ШІ може пристосовувати освітній контент таким чином, щоб кожен учень мав оптимальний досвід навчання.

Розвиток навичок майбутнього. Використання ШІ у навчанні допомагає учням розвивати навички, які будуть важливі в цифровому суспільстві. Це включає в себе навички роботи з алгоритмами, аналізу даних та вирішення проблем.

Автоматизація оцінювання. Системи автоматизованого оцінювання на базі ШІ дозволяють швидко та об'єктивно оцінювати роботи учнів. Учителі можуть отримувати деталізовані звіти про успішність кожного учня, а це в свою чергу допомагає виявляти проблемні місця та пристосовувати навчальний план.

Масштабування доступу до освіти. Онлайн-курси та платформи для дистанційного навчання, побудовані на технологіях ШІ, роблять освіту доступною для широкого кола здобувачів. Це особливо важливо для людей, які мешкають в віддалених регіонах чи мають обмежений доступ до традиційних закладів освіти.

Серед основних викликів можна виділити:

Етичні аспекти. Використання ШІ в освіті ставить перед собою етичні питання, такі як конфіденційність даних учнів, боротьба зі стереотипами та необхідність чітких етичних стандартів.[1]

Підготовка учителів. Щоб ефективно впроваджувати технології ШІ, вчителям потрібно отримати відповідну підготовку. Велика кількість учителів можуть стикатися з певними труднощами в освоєнні нових технологій.

Залежність від технологій. Зростаюча залежність від технологій може призвести до втрати ключових соціальних навичок та зменшення міжособистісного спілкування в освітньому середовищі.

Безпека даних. Збільшення обсягу даних, що обробляються системами ШІ, підвищує важливість питань щодо безпеки та захисту особистої інформації.

Перелічені можливості поставили задачу у використанні ШІ для підвищення ефективності освітньої діяльності. Вирішення цього завдання реалізується через розробку вебдодатку для індивідуального навчання учнів.

Кожен вебдодаток має свою фундаментальну основу, ця основа надзвичайно важлива, особливо в таких складних проєктах як створення платформи для навчання та залучення інших сервісів до цієї платформи. Основа вебдодатку це його архітектура.

Архітектура визначає, як елементи вебдодатку взаємодіють один з одним, а також як додаток взаємодіє з користувачами та іншими системами, що впливає на його ефективність. Добре продумана архітектура може значно покращити продуктивність, зробивши вебдодаток більш швидким, гнучким і зручним, як для користувача, так і для розробника. Дуже важливо, це також зробити веб-додаток надійним і безпечним, зменшивши ризики помилок і злову. І якщо є розрахунок на популярність додатку, то він обов'язково повинен мати перспективу масштабування і розширювання, що дозволить легко додавати нові функції та не мати проблем з новими користувачами [2].

Існує доволі значна кількість технологій для створення технічно ефективною та користувацько-орієнтованою архітектурою веб-додатку. Вибір конкретної технології залежить від низки факторів, таких як функціональні вимоги проєкту, масштаб проєкту, потреби користувачів, можливості розробників та вартість утримання системи.

Можна перерахувати багато існуючих фреймворків, які могли добре підійти для серверної сторони веб-додатку: *Django*(на основі python), *Ruby on rails*(на основі ruby), *Nest.js*(на основі javascript/typescript) та інші. Але існує гарний приклад навчальної платформ – *Moodle*, який був створений за допомогою PHP та успішно використовується в великій кількості закладів вищої освіти України і світу. Концепція даного вебдодатку дещо відрізняється, але за основу використовує цей позитивний досвід.

Вебдодаток використовує наступний технічний стек для серверної частини:

1. **Laravel:** Це доволі потужний фреймворк для розробки високоефективних та масштабованих додатків на мові програмування PHP. Laravel надає широкий функціонал для роботи з базами даних, реалізації аутентифікації та забезпечення безпеки. Також має елегантний синтаксис та пропонує широкий набір готових компонентів і бібліотек, що дозволяє швидко реалізовувати функціональність.
2. **Livewire:** Однією з ключових технологій у розробці веб-додатку буде Livewire – бібліотека для Laravel, яка дозволяє створювати динамічний контент на стороні

сервера, знижуючи навантаження на клієнтську частину. Завдяки Livewire, можливо реалізувати інтерактивність без необхідності написання великої кількості JavaScript-коду та ефективно взаємодіяти з Laravel.

Для взаємодії з клієнтською частиною додатку буде використовуватись:

1. **Alpine.js:** Це легковаговий JavaScript-фреймворк, який добре підійде для реалізації інтерактивних елементів та динамічного контенту. Також це буде гарним рішенням для створення компонентів, що взаємодіють без необхідності великих завантажень.
2. **Tailwind CSS:** Це модульний інструмент для створення адаптивного та естетичного дизайну, спрощує верстку веб-додатку. Також дозволяє ефективно керувати стилями та забезпечує високий рівень гнучкості у налаштуванні зовнішнього вигляду.

Важливою складовою є зберігання даних та їх обробка, Laravel має вбудовану підтримку для MySQL, тому в якості системи керування базами даних доцільно використовувати саме її. Для зручного користування з даними Laravel містить ORM (Object-relational mapper) яка дозволяє взаємодіяти з базою даних в якості об'єктів, замість традиційних SQL-запитів, що робить код більш зрозумілим та підтримуваним.[3]

Під час розробки програмного забезпечення може виникнути проблема в структуруванні, але на щастя існують архітектурні шаблони, які допомагають уникнути цього. Архітектурні шаблони – це загальні структурні або організаційні концепції, які можна використовувати при проектуванні програмних систем, ці шаблони допомагають визначити загальну архітектуру програми, надаючи здебільшого готові рішення для розподілу відповідальностей між компонентами системи та встановлення взаємодії між ними [4].

Найкращим вибором архітектурного шаблону в даному випадку є MVC (Model-View-Controller) – поширений та ефективний архітектурний підхід для організації структури вебдодатків.

Для забезпечення єдиного середовища виконання програм, незалежно від того, де вони запускаються: на локальному сервері, на тестовому сервері чи в хмарному середовищі використовується Docker. За допомогою Docker ми можемо запускати застосунки у контейнерах – легких та незалежних від операційної системи образах, які включають у себе все необхідне для виконання програми, включаючи код, бібліотеки, залежності та налаштування.

Розгортання застосунків у контейнерах дозволяє легко управляти середовищем та полегшує сам процес розгортання та масштабування вебдодатків.

Центральною технічною складовою вебдодатку є використання штучного інтелекту. ШІ в додатку повинен адаптуватися під кожного користувача, враховуючи потреби учнів та вчителів, допомагати створювати завдання та допомагати їх вирішувати, створювати пояснення, пропонувати теми та створювати навчальні програми для індивідуальної траєкторії освіти.

Головна особливість платформи є головною складністю, адже для найпродуктивнішого та більш ефективного виконання поставлених завдань постає необхідність у створенні власної системи ШІ. Власна система штучного інтелекту дає можливість повністю контролювати всі аспекти системи від концепції до реалізації, що дозволяє адаптувати систему під конкретні освітні потреби, специфіку завдань та особливості саме навчальної галузі. Хоча сучасні інструменти дають можливість для створення ШІ в потрібному напрямку, необхідність як людського так і матеріального ресурсу доволі ускладнює розробку.

У той час як самостійне створення ШІ може бути складним викликом через обмежену кількість необхідних ресурсів, існує можливість використання вже створеного ШІ завдяки API (application programming interface) – конструкціям, які дають можливість легше створювати складні функціональні можливості та дозволяють програмам взаємодіяти між собою [5].

Імплементация ШІ в вебдодаток значно спрощується та прискорюється з API. Хоча це здається доволі зручним рішенням, воно також має свої недоліки та особливості:

- Можливість налаштування моделі під конкретні потреби проекту. Якщо API не надає достатньої гнучкості для модифікацій або доповнень, це може призвести до необхідності зміни функціоналу проекту.
- Залежність від сторонніх служб. Якщо постачальник припинить підтримку або змінить свої умови, це може призвести до проблем зі сумісністю або втрати доступу до важливих функцій.
- Стійкість до навантаження. Загальна доступність та стійкість до навантаження API також може бути проблемою, особливо якщо велика кількість користувачів одночасно використовує послугу. Непередбачувані обсяги використання можуть призвести до затримок та погіршення продуктивності.

Вищезгадані фактори дійсно можуть призвести до потенційних проблем, тому звернути особливу увагу треба під час вибору постачальника API.

Оскільки API є єдиним доступним варіантом реалізації технологій ШІ на ранньому етапі створення проекту, необов'язково вважати його кінцевим варіантом, необхідно врахувати можливість розвитку та залучення більшої кількості ресурсів для створення власного ШІ з усіма необхідними специфікаціями. Такий варіант може бути кращим, ніж початкове створення ШІ, адже це дасть можливість врахувати всі необхідні потреби.

Вебдодаток *SolidStudy* призначений для індивідуального навчання учнів з використанням технологій штучного інтелекту. Додаток розробляється з метою підтримки персоналізованого навчання, адаптуючи контент та завдання до потреб кожного учня. У даний час додаток знаходиться на етапі розробки але він уже має концептуальні функції та базові можливості, які можна використовувати в освітньому процесі.

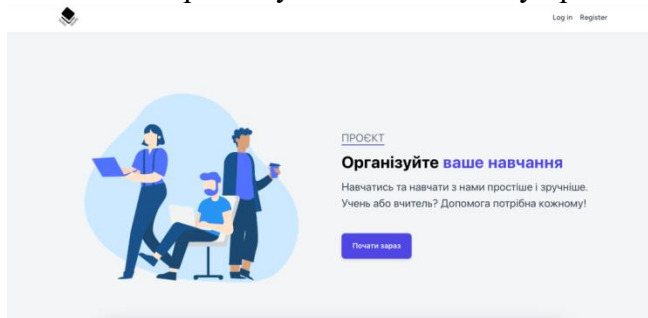


Рис 1. Стартова сторінка додатку.

Для реєстрації потрібно вказати ім'я, пошту, пароль та вашу роль, що допоможе визначити можливості та доступ користувача до певних функцій та для створення зв'язку учень-вчитель (рис. 2.).

Рис 2. Реєстрація користувача.

Після реєстрації, для початку співпраці потрібно знайти необхідного користувача, в додатку це відбувається за допомогою email, який має кожен користувач. Для знаходження пари учитель/учень, надсилається запит для встановлення зв'язку між користувачами. Цей запит має підтвердити користувач якому він надійшов (рис. 3.).

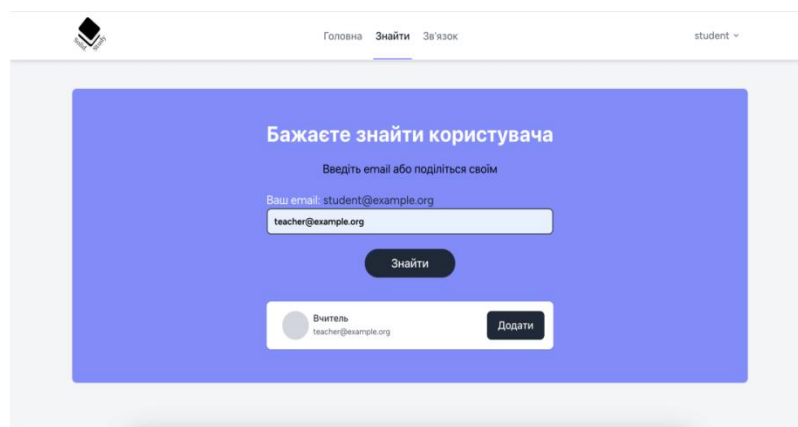


Рис 3. Сторінка організації пари учень/вчитель.

Підтвердити або відмінити необхідний запит можна на сторінці зв'язків. Необхідно зберегти зміни, лише після цього встановиться зв'язок з підтвердженим статусом, що дасть змогу створювати подальші задачі та теми.

Для створення нової теми достатньо ввести її назву. Назва теми повинна бути конкретною та зрозумілою, оскільки штучний інтелект формує завдання до теми на основі її назви. При необхідності, для конкретизації завдань, також можна додати опис (рис. 4.).

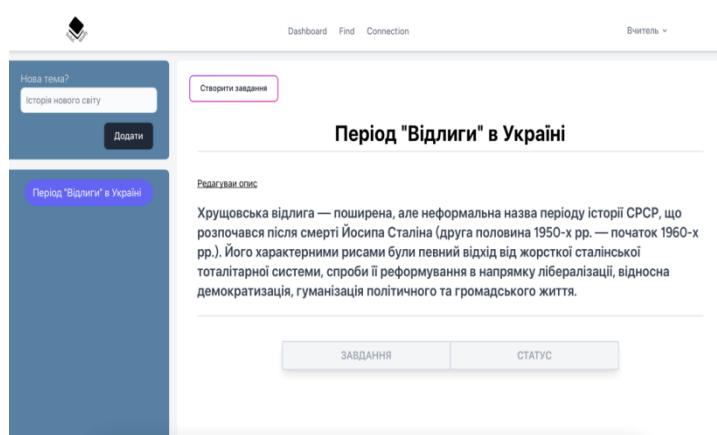


Рис 4. Сторінка теми.

Кожна тема може містити необмежену кількість задач які відображаються в таблиці. Для створення нової задачі необхідно ввести назву, завдання також можуть мати необов'язковий опис. Щоб сформулювати завдання з допомогою штучного інтелекту необхідно його залучити до завдання, після чого уточнити необхідні деталі. На даний момент, деталі мають лише дві опції: тип завдання та мова, якою буде сформоване завдання. Після узгодження усіх деталей завдання будуть сформовані через 5-15 секунд. Після цього можна редагувати створені завдання.

Збережені завдання стають доступними учню, але поки лише на рівні відображення і не дає можливості їх виконання безпосередньо в додатку, але ця можливість в скорому часі стане доступною.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. У ході розробки вебдодатку було звернено увагу на сучасні теоретичні підходи до використання штучного інтелекту та особливості його залучення в освіту на сучасному етапі. Аналіз переваг та викликів використання ШІ в освіті дозволив зрозуміти, що, незважаючи на потужний потенціал цих технологій, існують важливі аспекти, такі як безпека та етика, які потребують уваги при їхньому впровадженні.

Розроблена архітектура веб-додатку, яка надає гнучку та масштабовану основу для впровадження індивідуального навчання з використанням штучного інтелекту. Вона сприяє забезпеченню ефективності, безпеці та зручності користувачів.

На даний час додаток знаходиться в стадії активної розробки та має перспективи серед яких можна виділити:

- Розширення функціоналу додатку, шляхом додавання нових можливостей та інструментів для підтримки різноманітних типів навчання та потреб користувачів.
- Використання передових технологій та алгоритмів для поліпшення процесу навчання.
- Розробка мобільної версії для покращення доступності та зручності використання для користувачів на різних пристроях та платформах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Bostrom, N. (2011). The Ethics of Artificial Intelligence (PDF). Archived from the original (PDF) on 4 March 2016. Retrieved 11 April 2016.
2. Jansen, A., Bosch, J. (2005). Software Architecture as a Set of Architectural Design Decisions. 5th Working IEEE/IFIP Conference on Software Architecture (WICSA'05).
3. Hibernate Overview. JBOSS Hibernate. Retrieved 27 January 2022.: What is Object/Relational Mapping?
4. Gamma, E., Helm, R., Johnson, R., Vlissides, J. (1994). Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software. Addison-Wesley.
5. MDN Web Docs. What is an API? last modified on Jan 1, 2024, Retrieved from: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Learn/JavaScript/Client-side_web_APIs/Introduction

Petrenko S., Parfilo K.. The use of artificial intelligence for individualized student learning.

The article presents research on the possibilities of using artificial intelligence in the educational process. Artificial intelligence will enable the development of new solutions for teaching and learning. Research on this topic is particularly relevant and important. Artificial intelligence systems are being implemented in all spheres of society. Artificial intelligence systems allow teachers to be freed from routine work. Artificial intelligence will enable students to learn at a personalized pace. Implementing an innovative tool will enhance the effectiveness of learning, thus improving the quality of the educational process.

Artificial intelligence can enable the creation of flexible educational programs that can be quickly adapted to changes according to the demands of the labor market and society.

The article presents an analysis of the theoretical aspects of using artificial intelligence technologies in education. The development of new approaches to teaching and learning using a web application is presented. The web application allows for the effective use of artificial intelligence technologies.

The authors identified the following research tasks to be addressed:

1. *Analyze contemporary theoretical approaches to the educational process using artificial intelligence;*
2. *Identify the advantages and challenges of using artificial intelligence in the educational process;*
3. *Develop the architecture of the web application;*
4. *Determine the functional features and technical capabilities of the web application.*

The article describes the operation of a web application for individual student learning based on artificial intelligence technologies. The web application is user-friendly with a convenient and intuitively understandable interface. It allows for the creation of tasks and is currently in active development. The web application has prospects for adding new features and tools, as well as developing a mobile version.

Key words: *educational process, learning, education, student learning, teaching process, artificial intelligence, web application, web application architecture.*

УДК 372.853+37-042.4:004
DOI 10.5281/zenodo.12165949

А. В. Рябко

ORCID ID 0000-0001-7728-6498

В. С. Толмачов

ORCID ID 0000-0002-4674-8677

О. В. Ігнатенко

ORCID ID 0000-0003-4892-1821

Глухівський національний педагогічний
університет імені Олександра Довженка

МОБІЛЬНЕ НАВЧАННЯ У ШКІЛЬНОМУ ФІЗИЧНОМУ ЕКСПЕРИМЕНТІ

Метою цієї статті є вивчення можливостей використання мобільного навчання у шкільному експерименті з фізики. Мобільне навчання (*m-learning*) представляє собою форму навчання, при якій учні користуються смартфонами та планшетами для отримання знань і навичок. Завдяки *m-learning*, учні можуть отримати персоналізований досвід, адаптований під їхні потреби, уподобання та цілі. У статті детально розглядаються можливості використання мобільних телефонів для фізичних експериментів, оскільки сучасні мобільні пристрої обладнані різноманітними датчиками для вимірювання фізичних величин. Вивчаються перспективи використання мобільних технологій для фізичних експериментів, зокрема застосування програми *Rhurox* для вимірювання різних фізичних параметрів. На прикладі експерименту затухаючих коливань у електричному коливальному LC-контурі розглядається методика проведення навчального експерименту з використанням програми *Rhurox*. Теоретично обґрунтовано використання магнітного датчика телефону для вимірювання індукції магнітного поля. Розглядається вибір обладнання і матеріалів для експерименту, зокрема котушок індуктивності та конденсаторів. Надається послідовність виконання роботи та інструкції з техніки безпеки. Методи дослідження включають аналіз науково-методичної літератури та навчальних застосунків для мобільних пристроїв, а також педагогічний експеримент. Критеріями оцінки ефективності експериментальних умінь учнів на уроках фізики є точність вимірювань, дотримання процедур, аналіз та інтерпретація даних, використання технічних засобів та творчий підхід. Експериментальна перевірка розробленої методики із застосуванням мобільної технології *Rhurox* для розвитку експериментальних навичок учнів у процесі вивчення фізики підтверджує її ефективність і рекомендована для впровадження в навчальний процес. Перспективи подальших досліджень бачимо в удосконаленні методики проведення навчального фізичного експерименту із застосуванням мобільного телефона.

Ключові слова: мобільне навчання, смартфон, дослід, фізика, вимірювання, експеримент, фізика, *Rhurox*.

Постановка проблеми. Мобільне навчання (*m-learning*) – це форма навчання, коли учні використовують свої смартфони та планшети для отримання нових знань і навичок. Учні можуть читати підручники, складати тести та проходити онлайн-курси, використовуючи свої телефони та Інтернет у будь-який час і в будь-якому місці. Це допомагає покращити взаємодію та отримати нові знання.

Особливий інтерес викликають потенціальні можливості смартфонів в освітньому процесі з точки зору їх апаратного комплектування, додаткового обладнання та програмного забезпечення для проведення експериментів з природничих наук, зокрема, фізики. Сучасні мобільні телефони, що стали неодмінною частиною нашого щоденного життя, оснащені різноманітними датчиками, призначеними для вимірювання фізичних величин.

Аналіз актуальних досліджень. Смартфони як експериментальні інструменти (SET) пропонують широкі можливості для фізичної освіти, оскільки їхні вбудовані

датчики дозволяють проводити багато різних вимірювань [1, 3, 2, 4]. У наукових роботах останніх років можна помітити зростання інтересу до застосування смартфонів в освітньому процесі з фізики. Розглядаються такі аспекти, як безперервність навчання та оптимальне використання часу на уроках [8].

Дробін А.А. аналізує потенціал смартфонів для освітнього процесу, враховуючи їх апаратне забезпечення, додаткове обладнання та програмне забезпечення. Надається приклад визначення апаратного забезпечення гаджета, зокрема внутрішніх датчиків, за допомогою звичайної сервісної програми – датчикера [5].

Мацюк В.М. і Приймак І.М. підкреслюють, що у необхідно здійснити відбір мобільних технологій, які сприятимуть оптимізації навчального процесу з фізики в сучасних умовах. Проте важливо пам'ятати, що фізика є наукою про нескінченно великий та захопливий світ, який не обмежується екраном смартфона. При проведенні будь-яких досліджень та експериментів слід віддавати перевагу лабораторному експерименту, а не його онлайн-симуляціям [7].

Ляшенко О.І., і Терещук С.І досліджували впровадження мобільної технології в шкільну практику для розвитку інформаційно-цифрової компетентності учнів з використанням застосунку Plickers. Автори зазначають, що швидкий розвиток інформаційно-комунікаційних технологій створює позитивні умови для запровадження мобільного навчання в школі [6].

Мета статті. Мета статті полягає в ретроспективному аналізі та системному висвітленні можливостей використання смарт-технологій мобільного навчання для здійснення навчальних фізичних експериментів у школі. У статті буде зосереджено увагу на застосуванні мобільних застосунків, спрямованих на вимірювання різних фізичних величин, як засобів оптимізації та збагачення навчального процесу з фізики.

Виклад основного матеріалу. Мобільні телефони, які стали невід'ємною частиною нашого повсякденного життя, обладнані різноманітними датчиками, які можна використовувати для вимірювання фізичних величин. Однією з таких інновацій, яка значно вплинула на наш підхід до експериментального навчання, є *Phyphox* – універсальний мобільний застосунок, який перетворює мобільні пристрої на потужні інструменти для проведення фізичних експериментів.

Phyphox представляє новаторський підхід в експериментальній фізиці завдяки використанню можливостей смартфонів. Традиційно учні використовують спеціалізоване лабораторне обладнання для проведення фізичних експериментів, але при дистанційному навчанні це стало практично неможливо. *Phyphox* долає ці обмеження, пропонуючи економічно ефективну та доступну альтернативу. Крім того, *Phyphox* сприяє дистанційному навчанню, що є важливою особливістю сучасного динамічного освітнього середовища.

Розглянемо деякі конкретні експерименти.

У експерименті із дослідження LC-кола із котушкою та конденсатором для вимірювання магнітного поля котушка повинна мати низький опір і високу індуктивність. Такі котушки використовуються в аудіосистемах (0).

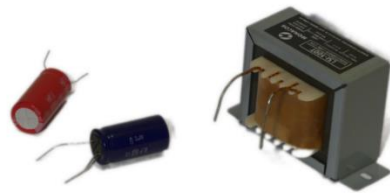


Рис. 1. Конденсатори і котушка індуктивності

Обладнання, яке потрібно: смартфон (з додатком *Phyphox* і магнітними датчиками); котушка з низьким опором і високою індуктивністю; конденсатори від 470 мкФ до 22 000 мкФ; акумулятор (9В) або блок живлення.

Конденсатор заряджається за допомогою батареї або джерела живлення, а потім розряджається через котушку індуктивності. Телефон кладуть на котушку (вісь z магнітометра спрямована «всередину» осердя котушки).

Магнітометр телефонів досить чутливий, оскільки він призначений для вимірювання магнітного поля Землі та виконує роль компаса. Магнітний сенсор можна знайти приблизно за допомогою намагніченого цвяха (якщо використовується сильний магніт, сенсор дуже швидко насичується).

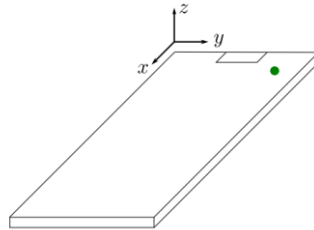


Рис. 2. Осі смартфона з приблизним розташуванням магнітного датчика (зелена позначка)

Після зарядки конденсатора акумулятором його підключають до котушки, а магнітне поле вимірюють смартфоном. Амплітуда магнітного поля пропорційна коливальному струму в контурі, що призводить до виникнення затухаючих коливань магнітного поля котушки:

$$B(t) \propto I(t) = e^{-\beta t} \left(\left(-\frac{Q_0 \beta^2 + I_0 \beta}{\omega} + Q_0 \omega \right) \cdot \sin(\omega t) - I_0 \cos(\omega t) \right). \quad (1)$$

де $\beta = \frac{R}{2L} = \frac{1}{\tau}$, опір R кола, індуктивність L , початковий заряд Q_0 , константа затухання τ і частота коливань ω .

Частота дискретизації магнітного датчика в смартфоні становить або 50 Гц, або 100 Гц для більшості смартфонів. Згідно з теоремою дискретизації Найквіста–Шеннона, щоб уникнути аліасінгу (спотворення сигналу під час його дискретизації), частота дискретизації повинна бути принаймні вдвічі більшою за найвищу частоту сигналу в системі. Отже, якщо частота дискретизації магнітного датчика в смартфоні становить 50 Гц, то максимальна частота сигналу, яку він може коректно виявляти, буде 25 Гц (50 Гц/2). Такі коливання дає видимий графік у *Phyphox* якщо $\tau \geq 0,002$ с, а краще, якщо $\tau \geq 0,001$ с.

Ці значення вимагають фіксованих характеристик котушки та конденсатора. Зокрема, котушка повинна мати високу індуктивність (що вимагає великої кількості обмоток і сердечника з високою магнітною проникністю), одночасно маючи дуже низький опір. Як зазначалося, такі котушки можна знайти в аудіотоварах. Котушки, які використовуються в цій установці, мають опір від 0,17 Ом до 2,5 Ом та індуктивність від 10 мГн до 30 мГн. Низька інтенсивність магнітного поля не є проблемою, оскільки датчик смартфона призначений для вимірювання магнітного поля землі з магнітною індукцією близько 50 мкТл.

Ємність вибирається таким чином, щоб частота коливань була достатньо високою, але дозволяла отримати чіткий графік. У нашому експерименті використовувалися ємності від 22 мФ до 470 мкФ. Конденсатор заряджається від акумулятора (9 В). Потім він одразу підключається до котушки – без проводів, щоб зменшити загальний опір установки до мінімуму.

Щоб виміряти магнітне поле, найкраще помістити смартфон на котушку так, щоб фактичний датчик знаходився в центрі одного полюса (тобто одна вісь датчика була дотичною до ліній поля). Тоді для вимірювання можна використовувати лише вертикальну вісь (вісь z). У всіх смартфонах вісь z перпендикулярна екрану.

За допомогою *Phyphox* (0) можна отримати графіки затухаючих коливань магнітного поля у котушці.

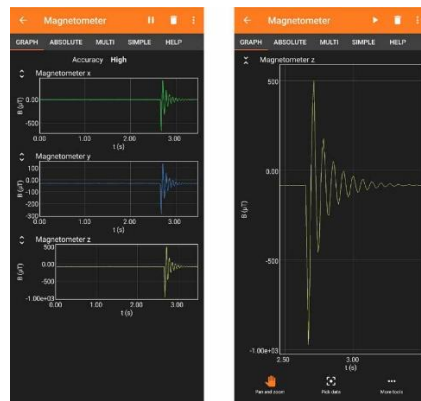


Рис. 3. Затухаючі коливання вектору магнітної індукції

Експериментальне завдання для учнів може мати наступну структуру.

Проводиться інструктаж з техніки безпеки. Оголошується мета роботи: вивчити коливання магнітного поля в LC контурі за допомогою смартфона та програми Phyrphox. Хід виконання роботи складається з етапів: 1) З'єднайте індуктивність, конденсатор, резистор, вимикач послідовно, щоб утворити LC-контур. 2) Переконайтесь у правильному з'єднанні проводів. 3) Підключіть схему до джерела живлення, щоб зарядити конденсатор. 4) Відкрийте програму Phyrphox. 5) Натисніть «Експеримент» у програмі Phyrphox – «Магнітне поле». 6) Розташуйте смартфон близько до котушки індуктивності. 7) Запустіть вимірювання в Phyrphox. 8) Спостерігайте та запишіть коливання магнітного поля. 9) Виконайте вимірювання через різні інтервали часу та відстані від індуктора. 10) Зупиніть вимірювання у Phyrphox. 11) Проаналізуйте зібрані дані. Знайдіть закономірності у коливаннях магнітного поля. 12) Обговоріть зв'язок між величиною індуктивності, ємності, опору і спостережуваними коливаннями магнітного поля. 13) Розглянути залежність відстані від котушки та інтервалу часу вимірювань. 14) Зробити висновок.

Для перевірки ефективності розробленої методики застосування мобільних застосунків у шкільному фізичному експерименті був проведений педагогічний експеримент. Критеріями оцінки ефективності експериментальних умінь учнів на уроках фізики були: 1) точність вимірювань; 2) дотримання процедур; 3) аналіз та інтерпретація даних; 4) використання технічних засобів; 5) творчий підхід учня. Для вимірювання ефективності експериментальних умінь учнів використовувалася 100-бальна шкала, яка дозволила врахувати різноманітні аспекти експериментальних умінь учнів і забезпечила можливість більш деталізованого та об'єктивного оцінювання. Результати роботи учнів були оцінені за допомогою анкет, спостережень вчителя та обговорень.

У експерименті брали участь учні 10 класів. Розглядалися 2 різні класи (контрольний і експериментальний) для порівняння результатів. Учні у контрольному класі використовували віртуальні симулятори фізичних дослідів, учні у експериментальному класі досліди виконували із застосуванням телефону із застосунком Phyrphox.

Аналіз результатів і статистична обробка здійснювалася із застосуванням критерію Манна-Уїтні, який добре підходить для аналізу невеликих вибірок. Оскільки розміри вибірки невеликі, і існує підозра, що розподіл вибірки не є нормальним, ми вирішили виконати U-тест Манна-Уїтні, щоб визначити, чи є статистично значуща різниця між результатами вимірювання ефективності експериментальних умінь учнів контрольної та експериментальної груп. Для вибірки A сума рангів дорівнює $\Sigma RA = 104$. Для вибірки B сума рангів становить $\Sigma RB = 196$ (табл. 1).

Таблиця 1

Результати оцінювання ефективності експериментальних умінь учнів

Набрані бали в контрольній групі	Набрані бали в експериментальній групі	Контрольна група (ранги)	Експериментальна група (ранги)
76	68	17	16
34	80	6	20
45	45	8	7
67	81	15	21
56	96	11	24
29	58	4	12
80	55	19	10
24	45	3	9
13	96	2	23
11	66	1	14
33	87	5	22
66	78	13	18
		$\Sigma R_A = 104$	$\Sigma R_B = 199$
		$U_A = 118$	$U_B = 26$

Таким чином, критерій Манна-Уїтні U дорівнює 26. Критичне значення U -критерію Манна-Уїтні для заданої кількості порівнюваних груп становить 37, $26 \leq 37$, тому відмінності в рівні ознаки в порівнюваних групах є статистично достовірними ($p < 0,05$). Це свідчить про те, що показники в контрольній групі систематично нижчі, ніж в експериментальній. Отже, експериментальна перевірка розробленої методики із застосуванням мобільної технології Phurphox для розвитку експериментальних навичок учнів у процесі вивчення фізики довела її ефективність і рекомендована до впровадження в навчальний процес.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Мобільне навчання є інноваційним рішенням, яке прокладає шлях до майбутнього, де практичне експериментальне навчання не обмежується лабораторіями, а стає доступним для кожного учня зі смартфоном.

Означений підхід із застосуванням мобільної технології Phurphox для розвитку експериментальних навичок учнів у процесі вивчення фізики дозволив нам систематично оцінити ефективність використання мобільного навчання у шкільному фізичному експерименті та отримати об'єктивні дані для подальшого вдосконалення методики.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Goncharenko, T., Yermakova-Cherchenko, N., Anedchenko, Y. (2020). Experience in the use of mobile technologies as a physics learning method. CEUR Workshop Proceedings.
2. Hochberg, K., Kuhn, J., Müller, A. (2018). Using smartphones as experimental tools – effects on interest, curiosity, and learning in physics education. *Journal of Science Education and Technology*, 27, 385–403.
3. Malchenko, S. L., Tsarynnyk, M. S., Poliarenko, V. S., Berezovska-Savchuk, N. A., Liu, S. (2021). Mobile technologies providing educational activity during classes. In *Journal of physics: Conference series*, 1946, (1), 10–12.
4. Nuryantini, A. Y., Yudhiantara, R. A. (2019). The Use of Mobile Application as a Media in Physics Learning. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran IPA*, 5(1), 72–83.
5. Дробін, А. А. (2019). Використання ресурсів смартфона в освітньому процесі з фізики. Наукові записки Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка. Серія: Педагогічні науки, 177(1), 147–151. (Drobin, A. A. (2019). The use of smartphone resources in the educational process of physics. *Scientific notes of the Central Ukrainian State Pedagogical University named after Volodymyr Vinnichenko. Series: Pedagogical Sciences*, 177(1), 147–151).

6. Ляшенко, О. І., Терещук, С. І. (2019). Застосування мобільної технології Plickers у процесі навчання фізики. Інформаційні технології і засоби навчання, 70(2), 59–70. (Lyashenko, O.I., Tereshchuk, S.I. (2019). Application of Plickers mobile technology in the process of teaching physics. Information technologies and teaching aids, 70(2), 59–70).
7. Мацюк, В. М., Приймак, І. М. (2022). Мобільні технології як засіб навчання на уроках фізики. Підготовка майбутніх учителів фізики, хімії, біології та природничих наук в контексті вимог Нової української школи, 1, 221–223. (Matsyuk, V. M., Pryimak, I. M. (2022). Mobile technologies as a means of learning in physics lessons. Training of future teachers of physics, chemistry, biology and natural sciences in the context of the requirements of the New Ukrainian School, 1, 221–223).
8. Мисліцька, Н. А., Колесникова, О. А., Семенюк, Д. С., Заболотний, В. Ф. (2020). Дидактичний потенціал технології мобільного навчання. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми, 55, 62–69. (Myslitska, N. A., Kolesnikova, O. A., Semenyuk, D. S., Zabolotny, V. F. (2020). Didactic potential of mobile learning technology. Modern information technologies and innovative teaching methods in training specialists: methodology, theory, experience, problems, 55, 62–69).

Riabko A. V., Tolmachov V. S., Ignatenko O. V. Mobile learning in the school physics experiment.

This article aims to explore the potential applications of mobile learning in a high school physics experiment. Mobile learning (m-learning) is an educational approach wherein students utilize smartphones and tablets to acquire knowledge and skills. Through m-learning, students can access a personalized learning experience that caters to their individual needs, preferences, and objectives. The article thoroughly investigates the utilization of mobile phones for conducting physical experiments, given the advanced sensors integrated into modern mobile devices for measuring various physical quantities. The study delves into the possibilities of employing mobile technologies in physical experiments, specifically examining the application of the Phyphox program for measuring diverse physical parameters. Using the example of an experiment involving damped oscillations in an electric oscillating LC circuit, the article discusses the methodology for conducting an educational experiment with the Phyphox program. The theoretical justification for utilizing the phone's magnetic sensor to measure magnetic field induction is presented. The article also discusses the selection of equipment and materials for the experiment, including inductors and capacitors, along with providing a step-by-step work sequence and safety instructions. Research methods employed encompass an analysis of scientific and methodological literature, as well as educational applications for mobile devices, coupled with a pedagogical experiment. The evaluation criteria for students' experimental skills during physics lessons include the precision of measurements, adherence to procedures, analysis and interpretation of data, utilization of technical tools, and a creative approach. Experimental validation of the developed methodology, employing Phyphox mobile technology for enhancing students' experimental skills in the study of physics, confirms its effectiveness and recommends its implementation in the educational process. Future research prospects lie in refining the methodology for conducting educational physics experiments using mobile phones.

Key words: m-learning, smartphone, experiment, physics, natural sciences, measurement, experiment, physics, Phyphox.

УДК 378.147

DOI 10.5281/zenodo.12166083

Н. В. Сачанюк-Кавецька
ORCID ID 0000-0001-6405-1331

О. П. Прозор
ORCID ID 0000-0003-1454-8352

А. А. Коломієць
ORCID ID 0000-0002-7665-6247

Вінницький національний технічний університет

ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ ОНЛАЙН-КАЛЬКУЛЯТОРІВ У НАВЧАННІ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ НА ПРИКЛАДІ ТЕМИ «НЕВИЗНАЧЕНИЙ ІНТЕГРАЛ»

У сучасному освітньому середовищі інтерактивні онлайн-калькулятори стають все більш популярними як ефективний засіб навчання математики завдяки їх здатності видавати миттєвий результат, візуалізації математичних понять та можливості експериментувати з параметрами функцій. Метою цієї статті є дослідження можливості використання онлайн-калькуляторів у навчанні вищої математики, зокрема на прикладі вивчення теми «Невизначений інтеграл». Дослідження базувалося на аналізі наукової літератури, порівнянні функціональності двох популярних онлайн-калькуляторів MathDF та Photomath, а також спостереженні за процесом використання цих інструментів у реальному навчальному середовищі. В статті розглянуто переваги та недоліки використання інтерактивних онлайн-калькуляторів. Підкреслюється можливість застосування таких інструментів як для демонстрації розв'язання складних математичних задач в цілому, так і для виконання окремих проміжних обчислень, що виникають в процесі розв'язування. Практичне значення дослідження полягає в тому, що зроблено огляд двох інтерактивних онлайн-додатків щодо можливості та особливостей їх впровадження в навчальний процес для його покращення та підвищення якості засвоєння навчального матеріалу студентами на прикладі однієї із тем. Дослідження показало, що використання таких інструментів під час вивчення теми «Невизначений інтеграл» допомагає з вибором методу інтегрування, економить час на виконанні рутинних обчислень, дає можливість перевірити правильність самостійного розв'язання студентом. Студенти, які використовували ці інструменти, демонстрували краще розуміння теоретичних знань, більшу впевненість у своїх знаннях, аналітичні навички. В перспективі подальших наукових розвідок плануємо провести детальний статистичний аналіз впливу використання онлайн-додатків на студентів із різними навчальними досягненнями.

Ключові слова: процес навчання, вища математика, невизначений інтеграл, інформаційні технології, мобільний додаток, інтерактивний онлайн-калькулятор, MathDF, Photomath.

Постановка проблеми. Одним із пріоритетних напрямів цифровізації суспільства є процес комп'ютеризації освіти, який передбачає широке використання різноманітних онлайн-додатків і програм, сприяє глобалізації освіти, розвитку міжнародного ринку праці та зростанню різного роду мобільності [2, с. 10–12]. Інформаційні технології не лише спрощують доступ до інформації та відкривають можливості для диференціації, а й дають змогу організувати освітню систему, у якій учень активно та рівноправно бере участь у навчальній діяльності. Крім того, суспільству потрібні креативні та активні професіонали, здатні мислити інноваційно та вирішувати складні завдання [3, с. 23–34].

Однією зі складових сучасної системи професійної підготовки техніків є базова підготовка [5]. Основне завдання базової підготовки – вдосконалення професійної підготовки та загальний розвиток особистості студента, що містить у собі: освоєння

дослідницьких методів розв'язання виробничих завдань; розроблення раціоналізаторських пропозицій та участь у винахідницькій роботі; врахування технічного прогресу і потреб, що розвиваються.

Сильна математична підготовка, природно, посідає особливе місце в освіті інженерів [1, с. 3–6]. Математика важлива і корисна сама по собі, але вона також слугує своєрідним фундаментом для вивчення низки дисциплін, у яких суттєво використовуються математичні методи. Це теоретична механіка, опір матеріалів, математична фізика, фізика та низка спеціальних дисциплін, які просто неможливо опанувати без володіння математичним апаратом. Використання інформаційно-комунікаційних технологій в освітньому процесі з вищої математики для студентів інженерних спеціальностей створює умови для їхньої самореалізації, що сприяє вдосконаленню навчального процесу та підвищенню його якості, а також підвищенню їхньої пізнавальної активності, розвитку критичного мислення, формуванню навичок організації самостійної роботи, розвитку творчих здібностей і лідерських якостей, підвищенню відповідальності за результати своєї праці.

Донедавна калькулятори як машини для обчислення чисел і формул були дуже поширені в арсеналі як інженерів, так і студентів [7, с. 274–275]. Однак завдяки появі смартфонів і стрімкому поширенню інтернету з'явився новий тип калькуляторів: комп'ютерні програми, що емулюють функціональність калькулятора [9, с. 135]. Цікаво, що саме спеціальне програмне забезпечення, яке виконує певні види обчислень автоматично, можна назвати «спеціальними калькуляторами». У світі Інтернету вони зустрічаються здебільшого у вигляді «онлайн-калькуляторів» на деяких інтернет-ресурсах. Іноді такі калькулятори реалізовано у вигляді програм, які можна завантажити і використовувати в автономному режимі на ПК, ноутбуках і смартфонах. Серед розмаїття онлайн-калькуляторів, актуальним є порівняльний аналіз переваг та недоліків тих додатків, які можна використовувати як тренажери для розв'язування задач на занятті та для самостійної підготовки студентів.

Аналіз актуальних досліджень. На сьогодні вже проведено значну кількість наукових досліджень, присвячених використанню інформаційних технологій при вивченні математичних дисциплін у вищій школі. У своїх працях С. О. Семеріков, Н. Ф. Тализіна та Ю. В. Триус можуть зорієнтувати на сучасні теоретичні та методичні засади із застосування інформаційних технологій у навчальному процесі, особливо під час вивчення математичних дисциплін; у роботах З. В. Бондаренко, В. І. Ключка, Г. О. Михаліна та М. І. Шкіля інформаційні технології використовуються для опису різноманітних аспектів викладання окремих розділів математичного аналізу. Сучасний стан і перспективи розвитку мобільних математичних середовищ та теоретико-методологічні аспекти використання мобільних застосунків у дослідженнях в галузі математики можна побачити в роботах М. А. Кислової, К. І. Словак, Н. В. Рашевської, Ю. В. Триуса, С. О. Семерікова. Незважаючи на значну кількість праць, присвячених використанню різноманітних математичних застосунків, теоретичні та методичні питання їхнього застосування в освіті розроблені недостатньо, а бурхливий розвиток цієї галузі потребує постійних досліджень.

Мета статті – розглянути можливості використання інтерактивних онлайн-калькуляторів під час вивчення невизначеного інтеграла.

Виклад основного матеріалу. Для ефективного управління пізнавальною діяльністю студентів потрібно орієнтуватися не на «середнього» неіснуючого студента, а максимально використовувати індивідуальний підхід. Однак це досить складно реалізувати на практиці, оскільки пояснення викладач здійснює на лекціях та практичних заняттях для досить великих аудиторій із різним рівнем базової підготовки, різними здібностями до сприйняття та навчання. Це означає, що студенти із зниженою пізнавальною здатністю до навчання під час розв'язування задач не завжди отримують допомогу в необхідному обсязі, а більш здібні починають нудьгувати при розв'язуванні типових завдань.

Крім того, згідно з дослідженням [6, с. 10–15], зворотний зв'язок у процесі навчання не відстежується викладачем постійно, а тільки під час контрольних заходів. Викладачі не мають повної інформації про ступінь засвоєння матеріалу на даний момент і не можуть відповідним чином змінити використовуваний підхід. Педагог може приділяти увагу тільки певній групі студентів одночасно, що значно обмежує його можливості щодо підтримки студентів, які перебувають у стані постійної активної пізнавальної діяльності. Навчання – це двосторонній процес, і якщо одна сторона пасивна, ефективність навчання значно знижується.

Фахівці доходять спільного висновку, що ефективність навчальної, пізнавальної та творчої діяльності студентів може бути значно підвищена за рахунок використання комп'ютеризованих математичних систем [8, с. 24–27], які зараз стрімко розвиваються і їх є досить велика кількість у вільному доступі. Ці системи (додатки) можна завантажувати як на комп'ютер, так і на мобільний телефон.

За допомогою комп'ютеризованих математичних систем можна забезпечити індивідуальний підхід в процесі вибору навчальної діяльності (пояснення, тренування, заохочення тощо), врахувати особливості пізнавальної діяльності кожного студента із врахуванням індивідуальних здібностей [4, с. 2]. Особливе місце серед таких систем посідають онлайн-калькулятори, які досить прості в реалізації і часто використовуються фахівцями в різних галузях для виконання обчислень та отримання конкретних відповідей при розв'язуванні наукових та інженерних задач.

До переваг використання онлайн-калькуляторів під час навчання ми відносимо:

- 1) зручність – доступні з будь-якого пристрою, де є Інтернет-з'єднання;
- 2) миттєвість – онлайн-калькулятори надають студентам можливість отримувати миттєвий результат розв'язання математичної задачі;
- 3) візуалізація – деякі онлайн-калькулятори мають можливість виводити графіки функцій або презентувати геометричні інтерпретації математичних об'єктів;
- 4) практичність – онлайн-калькулятори дозволяють уникнути необхідності обраховувати складні формули вручну, що дає можливість зосередитись на розумінні суті математичних операцій, а не на деталях технічної сторони обчислення.

До недоліків використання онлайн-калькуляторів в навчальному процесі віднесемо:

- 1) залежність від Інтернет-з'єднання – відсутність доступу до Інтернету унеможливує використання додатку під час навчання;
- 2) неоднорідність функціональності – різні типи онлайн-калькуляторів можуть використовувати різний функціонал та точність;
- 3) ризик відсутності самостійної роботи студента під час розв'язування математичної задачі.

Хоча недоліки існують, загальна користь використання такого типу додатків, на наш погляд, їх перевищує. Здійснюючи правильний вибір серед доступних інтерактивних онлайн-калькуляторів, враховуючи їх обмеження і функціонал, викладач може максимально ефективно використовувати ці ресурси для поліпшення процесу навчання математики.

Навчальні тренувальні завдання мають містити в собі опрацювання теоретичного матеріалу, а потім побудову покрокових розв'язань задач і відпрацювання математичних навичок. Для швидкої реалізації таких завдань на практичних заняттях із вищої математики доцільно обирати ті додатки, які легко завантажуються на мобільний телефон, мають зрозумілий інтерфейс, не вимагають знання спеціальних команд та реалізують покрокове розв'язування. Сьогодні існує досить багато додатків, що відповідають вказаним вимогам. У нашому дослідженні використовується MathDF та Photomath для відпрацювання навичок знаходження невизначеного інтеграла. Методичний підхід викладання теми «Невизначений інтеграл» передбачає, що лекційні та практичні заняття викладач вибудовує з постійною ілюстрацією перевірки розв'язаних прикладів чи виконання проміжних обчислень в складних задачах за допомогою MathDF або Photomath. На практичних заняттях викладач намагається сформувати у студентів вміння використовувати вказані додатки для перевірки отриманих розв'язків, або для

індивідуальної роботи із завданнями, у випадку не чіткого розуміння підходу розв'язування. При цьому саме викладач керує діями студентів, надаючи чіткі алгоритми. Навіть у студентів з високим рівнем навчальної успішності формується звичка використовувати онлайн-калькулятори для виконання проміжних дій, що містяться в задачах. Розглянутий підхід дозволяє виконати більшу кількість різноманітних задач.

Калькулятор MathDF містить калькулятори: звичайних диференціальних рівнянь, інтегралів, рівнянь, похідної функції, обчислення границь, робота з комплексними числами, матричні обчислення та числові вирази. Калькулятор інтегралів покроково обчислює невизначений інтеграл використовуючи табличні інтеграли, властивості невизначених інтегралів та відомі методи інтегрування, такі як інтегрування частинами, розкладання дробово-раціональних функцій на елементарні дроби, метод заміни і ін.

В якості тестового прикладу розглянемо завдання, яке не всі математичні додатки можуть обчислити. Спочатку в інформації під діалоговим вікном прописується відповідь (див. рис. 1), а потім пропонується покрокове розв'язування з невеличким поясненням до кожного кроку (рис. 2).

MathDF

UK

sin²(x)/(sinx+2cosx)

Автоматично

$$\int \frac{\sin^2(x)}{\sin(x) + 2 \cos(x)} dx$$

Благодарим вас за информацию. Ad choices

Показати функції введення

Посилання на це рішення

75% 90% 100% 110% 125%

Початковий інтеграл

$$\int \frac{\sin^2(x)}{\sin(x) + 2 \cos(x)} dx$$

Обчислене рішення

$$\frac{-4 \operatorname{tg}\left(\frac{x}{2}\right) - 2}{5 \left(\operatorname{tg}^2\left(\frac{x}{2}\right) + 1\right)} + \frac{4 \ln\left(2 \operatorname{tg}\left(\frac{x}{2}\right) + \sqrt{5} - 1\right)}{5 \sqrt{5}} - \frac{4 \ln\left(2 \operatorname{tg}\left(\frac{x}{2}\right) - \sqrt{5} - 1\right)}{5 \sqrt{5}} + C$$

Рис. 1. Відображення відповіді початкового інтеграла

Покрокове рішення

Обчислюємо

$$\int \frac{\sin^2(x)}{\sin(x) + 2 \cos(x)} dx$$

Підстановка

Універсальна тригонометрична

$$u = \operatorname{tg}\left(\frac{x}{2}\right) \quad \left| \quad \begin{array}{l} \sin(x) = \frac{2u}{u^2+1} \\ \cos(x) = \frac{1-u^2}{u^2+1} \end{array} \right. \quad [1],$$

$$du = \frac{1}{2 \cos^2\left(\frac{x}{2}\right)} dx$$

$$\int -\frac{4u^2}{u^6 - u^5 + u^4 - 2u^3 - u^2 - u - 1} du$$

Розкладаємо

Знаменник на множники

$$-4 \int \frac{u^2}{(u^2+1)^2 (u^2-u-1)} du$$

Метод Остроградського

Метод невизначених коефіцієнтів

$$\int \frac{u^2}{(u^2+1)^2 (u^2-u-1)} du = \frac{Au+B}{u^2+1} + \int \frac{Eu+F}{u^2-u-1} + \frac{Cu+D}{u^2+1} du$$

Знаходимо коефіцієнти (диференціюючи)

$$\left(\int \frac{u^2}{(u^2+1)^2 (u^2-u-1)} du \right)' = \left(\frac{Au+B}{u^2+1} + \int \frac{Eu+F}{u^2-u-1} + \frac{Cu+D}{u^2+1} du \right)' =$$

$$= \frac{Eu+F}{u^2-u-1} + \frac{Cu+D}{u^2+1} + \frac{A}{u^2+1} - \frac{2u(Au+B)}{(u^2+1)^2}$$

Приводимо до спільного знаменника

$$\frac{u^2}{(u^2+1)^2 (u^2-u-1)} = \frac{(E+C)u^5 + (F+D-C-A)u^4 + (2E-D-2B+A)u^3 + (E+D-C-A)u^2 + (F+D-C-A)u + (E+C)}{(u^2+1)^2 (u^2-u-1)}$$

Прирівнюємо коефіцієнти при однакових ступенях

$$\begin{array}{l} u^0 : \\ u^1 : \\ u^2 : \\ u^3 : \\ u^4 : \\ u^5 : \end{array} \left\{ \begin{array}{l} F - D - A = 0 \\ E - D - C + 2B - A = 0 \\ 2F - C + 2B + 2A = 1 \\ 2E - D - 2B + A = 0 \\ F + D - C - A = 0 \\ E + C = 0 \end{array} \right. = \left\{ \begin{array}{l} A = \frac{1}{5} \\ B = \frac{1}{10} \\ C = 0 \\ D = 0 \\ E = 0 \\ F = \frac{1}{5} \end{array} \right.$$

Рис. 2. Окремі кроки розв'язування початкового інтеграла

Окрім того, ще одним цікавим результатом, який можна використовувати в процесі навчання є побудова графіків підінтегральної функції та первісної з можливістю масштабування та визначення значень обох функцій в конкретній точці (див. рис. 3).

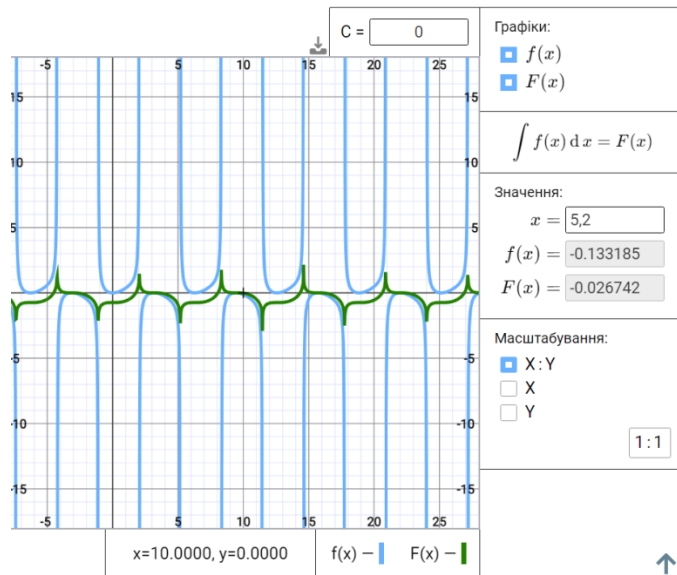


Рис. 3. Графіки підінтегральної функції та її первісної початкового тестового прикладу

Розглянемо як реалізує розв'язування цього ж прикладу Photomath.

Photomath – це мобільний додаток, який використовує фотокамеру смартфона для розпізнавання та розв'язання математичних задач. Додаток може обробляти фотографії або сканувати написані чи друковані математичні вирази. Зображення відправляється на хмарні сервери і аналізується нейронною мережею. Мережа визначає відповідну формулу, необхідну для конкретного завдання. Користувачеві у додатку виводиться детальний алгоритм розв'язання. Та не з усіма математичними задачами додаток справляється. Наприклад завдання, яке розв'язав онлайн-калькулятор MathDF, Photomath виконати не зміг (рис 4.)

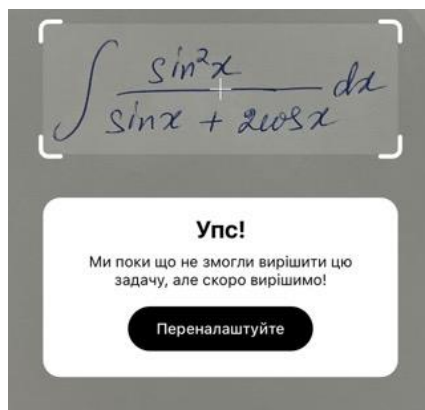


Рис. 4. Скрін відповіді додатка на можливість розв'язання інтеграла

Додаток окремо розв'язує $\int \sin^2 x dx$ за формулами пониження степеня та $\int \frac{dx}{\sin x}$ використанням універсальної тригонометричної підстановки та початковий, нами введений інтеграл, ні. Тоді роботу над прикладом організуємо таким чином: студент власноруч робить універсальну тригонометричну підстановку, далі звертається до додатку для перетворення отриманого виразу, потім власноруч виконує розбиття на елементарні дроби та знову звертається до додатку для знаходження первісних отриманих дроби. Таким чином частину роботи виконує сам студент, а питанням рутинних перетворень та виведенням табличних інтегралів займається додаток.

Як показало спостереження за роботою студентів, використання онлайн-калькуляторів економило час розв'язування чим давало можливість розв'язати більшу кількість прикладів. Студенти з низьким рівнем навчальних досягнень під керівництвом

викладача аналізували розв'язану додатком задачу підвищеної складності, розбиваючи її на окремі елементи. Студенти з вищим рівнем пізнавальних можливостей використовували додатки для перевірки своїх припущень щодо доцільності вибору методу інтегрування; контролювали етапи самостійного розв'язання задачі, зв'язуючи їх із розв'язанням, виведеним додатком; експериментували з параметрами функції для з'ясування їх впливу на кінцевий результат.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Дослідження показало, що використання онлайн-калькуляторів у викладанні вищої математики поліпшує якість засвоєння матеріалу студентами. Студенти, які використовували ці інструменти, демонстрували краще розуміння теоретичних концепцій, більшу мотивацію до вивчення та більшу впевненість у своїх знаннях. В подальших наукових пошуках плануємо провести додаткові дослідження щодо впливу використання цих інструментів на студентів з різними рівнями навчальних досягнень та статистично перевірити ефективність їх застосування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Іващенко, В. П., Швачич, Г. Г., Коноваленков, В. С., Заборова, Т. М., Христьян, В. І. (2013). Вища математика із застосуванням інформаційних технологій: підручник. Дніпропетровськ. (Ivashchenko, V. P., Shvachych, H. H., Konovalenkov, V. S., Zaborova, T. M., Khrystian, V. I. (2013). Higher mathematics with the use of information technology: textbook. Dnipropetrovsk).
2. Кіановська, Н. М., Рашевська, Н. В., Семеріков, С. О. (2014). Теоретико-методичні засади використання інформаційно-комунікаційних технологій у навчанні вищої математики студентів інженерних спеціальностей у Сполучених Штатах Америки: монографія. Кривий Ріг: Видавничий відділ ДВНЗ «Криворізький національний університет». (Kiianovska, N. M., Rashevskaya, N. V., Semerikov, S. O. (2014). Theoretical and methodological principles of the use of information and communication technologies in the teaching of higher mathematics to students of engineering specialties in the USA: monograph. Kryvyi Rih: Vydavnychiy viddil DVNZ «Kryvyi Rih National University»).
3. Коваль, Т. І. (2007). Професійна підготовка з інформаційних технологій майбутніх інженерів-економістів [монографія]. Київ : Ленвіт. (Koval, T. I. (2007). Professional training in information technologies for future engineers-economists [monograph]. Kyiv : Lenvit).
4. Крупський, Я. В. (2012). Перевірка ефективності використання навчальних Maple-тренажерів для організації самостійно ї роботи студентів. Інформаційні технології і засоби навчання, 1(27). (Krupskyy, Ya. V. (2012). Check of the efficiency of educational maple-simulators for organization of students independent work. Information Technologies and Learning Tools, 1(27)).
5. Національна стратегія розвитку освіти в Україні на період до 2021 року. (2013). Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/344/2013>. (National Strategy for the Development of Education in Ukraine until 2021 on the modernization of the content of education (2013). Retrieved from: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/344/2013>.)
6. Семеріков, С. О. (2009). Фундаменталізація навчання інформативних дисциплін у вищій школі. Кривий Ріг: Мінерал; Київ: НПУ ім. М. П. Драгоманова. (Semerikov, S. O. (2009). Fundamentalization of Computer Science teaching at the high educational institutions: monograph. Kryvyi Rih: Mineral; Kyiv: NPU im. M. P. Drahomanova).
7. Сінько, Ю. І. (2009). Системи комп'ютерної математики та їх роль у математичній освіті. Інформаційні технології в освіті, 3, 274–278. (Sinko, Yu. I. (2009). Systemy kompiuternoї matematyky ta yikh rol u matematychnii osviti. Information Technologies in Education, 3, 274–278).
8. Триус, Ю. В. (2005). Комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання математичних дисциплін у вищих навчальних закладах (дис. доктора пед. наук : 13.00.02). Київ (Trius Yu. V. (2005). Kompiuterno-orientovani metodychni systemy

navchannia matematychnykh dystsyplin u vyshchykh navchalnykh zakladakh (DSc thesis abstract). Kyiv).

9. Тютюнник, О. І. (2013). Принципи вибору систем комп'ютерної математики для створення програмних засобів навчального призначення програмування. Вісник Луганського національного університету імені Тараса Шевченка, 21(280), 134–139. (Tiutiunyk, O. I. (2013). Pryntsyry vyboru system kompiuternoї matematyky dlia stvorennia prohramnykh zasobiv navchalnoho pryznachennia prohramuvannia. Bulletin of Luhansk Taras Shevchenko National University, 21(280), 134–139).

Sachaniuk-Kavets'ka N. V., Prozor O. P., Kolomiets A. A. The use of interactive online calculators in teaching higher mathematics using the example of the topic «Indefinite Integral».

In the modern educational environment, interactive online calculators are becoming increasingly popular as an effective tool for teaching mathematics due to their ability to provide instant results, visualize mathematical concepts, and allow experimentation with function parameters. The purpose of this article is to explore the possibility of using online calculators in teaching higher mathematics, focusing on the topic of «Indefinite Integral». The research was based on the analysis of scientific literature, comparison of functionality of two popular online calculators, MathDF and Photomath, and observation of their usage in a real educational setting. The article discusses the advantages and disadvantages of using interactive online calculators. It emphasizes the potential application of such tools for demonstrating the solution of complex mathematical problems as a whole and for performing individual intermediate calculations arising during problem-solving. The practical significance of the research lies in the review of two interactive online applications regarding their potential and peculiarities for integration into the educational process to enhance learning quality and improve students' mastery of the subject matter using one of the topics as an example. The study has shown that the use of such tools in the study of the "Indefinite Integral" topic aids in method selection for integration, saves time on performing routine calculations, and allows students to verify the correctness of their independent solutions. Students who utilized these tools demonstrated better understanding of theoretical knowledge, increased confidence in their abilities, and enhanced analytical skills. In future research, we plan to conduct a detailed statistical analysis of the impact of using online applications on student categories with different academic achievements.

Key words: learning, higher mathematics, indefinite integral, information technology, mobile application, interactive online calculator, MathDF, Photomath.

УДК 378.147

DOI 10.5281/zenodo.12165820

І. В. Хом'юк

ORCID ID 0000-0002-2516-2968

В. В. Хом'юк

ORCID ID 0000-0003-1704-570X

Вінницький національний технічний університет

**ГОТОВНІСТЬ СТУДЕНТІВ ТЕХНІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ
ДО ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ
ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ**

У дослідженні висвітлено проблему готовності майбутніх інженерів до використання Інтернет-технологій в процесі вивчення фундаментальних дисциплін, а саме вищої математики. Проаналізовано погляди вітчизняних та зарубіжних науковців щодо дефініції поняття «готовність» та констатовано, що однією із головних умов

виконання певного роду діяльності є саме «готовність», яка визначається психологічною та практичною складовою. Підсумовуючи наведені погляди на поняття «готовність», авторами визначено готовність майбутнього інженера до використання Інтернет-технологій на заняттях з вищої математики як інтегровану якість особистості, що є синтезом мотиваційної, операційної та рефлексивної складової, що утворюють собою цілісну систему. Охарактеризовано кожен виділену складову досліджуваного поняття.

Визначено, що готовність студентів до використання Інтернет-технологій на заняттях з вищої математики може варіюватися в залежності від їхнього попереднього досвіду, освітнього середовища та індивідуальних навичок, конкретних потреб та методів навчання викладача.

Наведено результати анкетування студентів Вінницького національного технічного університету факультету інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації щодо виявлення готовності студентів до використання Інтернет-технологій в освітньому процесі (на прикладі вивчення вищої математики).

Для підвищення готовності студентів до використання Інтернет-технологій на заняттях з вищої математики пропонується: надання навчальної підтримки з цифрової грамотності; використовувати різноманітні інтернет-ресурси та програми для покращення навчання вищої математики; підтримувати студентів у розвитку навичок самостійного використання Інтернет-технологій для навчання та досліджень; сприяти обміну досвідом та співпраці між студентами, використовуючи онлайн-платформи для дискусій, спільного розв'язання задач та колективного навчання.

Ключові слова: вища математика, відеоуроки, готовність, Інтернет-технології, майбутній інженер, онлайн калькулятори, онлайн ресурси, цифрова грамотність.

Постановка проблеми. На сьогодні ІТ-технології знаходять широке використання в освітньому процесі різних ЗВО та відіграють ключову роль, сприяючи покращенню якості освіти. Це зумовлено тим, що нагальна потреба підготовки фахівців, які мають реалізовувати свої професійні функції в умовах інформаційного суспільства, яке постійно оновлюється, потребує використання сучасних Інтернет-технологій. Важко знайти дисципліну де б не використовувались в процесі навчання студентів ІТ-технології, і дисципліна вища математика не є виключенням. Саме з цієї точки зору, викладачі вищої математики мають на меті допомогти майбутнім інженерам не лише отримати ґрунтовні знання, але й стимулювати їх до використання Інтернет-технологій як додаткового ресурсу для навчання та розвитку їхніх математичних навичок.

Аналіз актуальних досліджень свідчить, що проблемі створення та використання інформаційно-освітнього середовища присвячені дослідження М. Жалдака, В. Бикова, Р. Гуревича, І. Захарової, Н. Тверезовської та ін. У наукових розробках Ю. Барановського, І. Зубкової, А. Куценко, А. Верхоли, Ю. Жук, В. Шолохович та ін. висвітлені окремі педагогічні та методичні аспекти використання ІТ-технологій у ЗВО.

Вагомий внесок у розуміння психологічних та педагогічних аспектів готовності до навчання та освітнього процесу зробили такі науковці як, Дж. Дьюї, Ж. Піаже, Е. Торндайка та ін. Вони досліджували різні аспекти готовності до навчання, звертаючи увагу на когнітивний, соціальний, емоційний та фізичний аспекти готовності.

Проблему формування готовності майбутніх фахівців до професійної діяльності висвітлено в працях Є. Климова, М. Корольчука, Н. Максимчук, С. Тарасової.

Наукові дослідження В. Поладової, О. Аверіної, Р. Остапенко, І. Аллагулової, Л. Іляшенко, Н. Стаценко присвячені обґрунтуванню впливу математичних знань на якість професійної діяльності.

Проблеми професійної спрямованості навчання математики у ЗВО представлені у дослідження Я. Стельмах, М. Амосова, Г. Сірої, Л. Васяк, Г. Ілларіонова, де робиться акцент на необхідність врахування специфічних особливостей професійної діяльності в процесі навчання студентів у різних технічних ЗВО.

Проте при такій високій зацікавленості різними аспектами досліджуваної проблеми, питання пов'язані із готовністю студентів до використання ІТ-технологій в процесі вивчення вищої математики майбутніми фахівцями технічних ЗВО потребують подальшого вивчення.

Мета статті – розкриття окремих аспектів готовності студентів до використання Інтернет-технологій в процесі вивчення вищої математики.

Виклад основного матеріалу. Однією з основних категорій дослідження є «готовність», тому здійснимо аналіз даної наукової дефініції.

Ретроспективний аналіз показав, що: 1) термін «готовність» англословного походження (readiness); 2) генезис «готовності» бере свій початок з кінця ХІХ ст., саме тоді уперше було вжито цей термін в експериментальній психології, який трактувався науковцями як настанова, психічний стан суб'єкта, що спричиняє поведінку (діяльність) певного характеру й спрямованості; 3) з середини ХХ ст. «готовність» трактували як якісний показник саморегуляції поведінки людини; 4) згодом у психолого-педагогічних дослідженнях «готовність» висвітлюється в контексті теорії діяльності взагалі та професійної діяльності зокрема [2].

Таким чином, готовність особистості до виконання певного роду діяльності визначається психологічною та практичною складовою.

На сьогоднішній день в теорії та практиці педагогічної освіти накопичені значні наукові напрацювання, які можуть слугувати основою вдосконалення різних аспектів проблеми готовності особистості до будь-якої діяльності. Саме тому, існує велика кількість тлумачень терміну «готовність» сучасній науковій літературі. Наведемо деякі з них у таблиці 1.

Таблиця 1

Тлумачення терміну «готовність»

№	Автор	Тлумачення
1	Академічний словник української мови [1, с. 21]	«стан готового; бажання зробити що-небудь»
2	В. Кремень [3, с. 136]	«стан мобілізації психологічних і психофізіологічних систем людини, які забезпечують виконання певної діяльності»
3	Л. Пермінова [4, с. 22]	«стійкий психічний стан особистості з якостями, що зумовлюють доброзичливе ставлення до діяльності, можливість її активного здійснення, а також актуалізацію цієї можливості за суспільної та особистісної необхідності»
4	В. Різник [6, с. 26]	«складне особистісне утворення, інтегральна характеристика особистості, що є комплексним відображенням цілої низки особистісних рис і професійних якостей, необхідних для успішної професійної діяльності»
5	Ю.Пелех [5, с. 6]	«інтегрована якість особистості, яка спрямована на адекватну реакцію щодо можливості ситуативного вирішення універсальних (різнопланових) освітніх завдань із допомогою активізації та застосування набутої в навчально-виховному процесі системи компетенцій»

Підводячи підсумок аналізу досліджень, можна констатувати, що однією із головних умов виконання певного роду діяльності є «готовність». Ми пропонуємо розглядати готовність майбутнього інженера до використання Інтернет-технологій на заняттях з вищої математики як інтегровану якість особистості, що є синтезом мотиваційної, операційної та рефлексивної складової, що утворюють собою цілісну систему (рис. 1).



Рис. 1. Складові готовності студентів до використання Інтернет-технологій

Охарактеризуємо кожну виділену складову досліджуваного поняття.

Мотиваційна складова характеризується: 1) позитивним ставленням до роботи в Інтернет середовищі; 2) розумінням того, що за допомогою Інтернет-технологій можна підвищити ефективність та результативність розв'язування різних класів математичних завдань; 3) інтересом в оволодінні новими Інтернет-технологіями; 4) прагненням набувати необхідних вмінь та особистісних якостей для оволодіння новими Інтернет-технологіями.

Операційна складова характеризується: 1) компетенціями (знаннями, уміннями та навичками) зі швидкої орієнтації в інформаційному просторі, що є необхідними для розв'язування математичних завдань за допомогою Інтернет-технологій; 2) володінням способами та прийомами застосування Інтернет-технологій для успішного розв'язування математичних завдань.

Рефлексивна складова характеризується здатністю аналізувати розв'язки математичних завдань за допомогою Інтернет-технологій та самі Інтернет-технології.

Проводячи дослідження щодо готовності студентів до успішної реалізації математичної діяльності [7] можна констатувати, що готовність студентів до використання Інтернет-технологій поділяється на: психологічну готовність, теоретичну готовність (інтелектуальний, когнітивний компоненти), практичну готовність, готовність до подальшого самовдосконалення щодо оволодіння новітніми Інтернет-технологіями.

Готовність студентів до використання Інтернет-технологій на заняттях з вищої математики може варіюватися в залежності від їхнього попереднього досвіду, освітнього середовища та індивідуальних навичок, конкретних потреб та методів навчання викладача. Багато студентів володіють базовими навичками користування Інтернетом, але рівень їхньої готовності може варіюватися від вміння шукати інформацію до навичок взаємодії з онлайн-платформами для навчання та співпраці. Деякі студенти можуть швидко адаптуватися до використання онлайн-ресурсів, інтерактивних вправ та відео уроків для поглиблення розуміння матеріалу, тоді як інші можуть відчувати потребу в додатковій підтримці та структурованому навчанні. Важливо стимулювати студентів до використання Інтернет-технологій як додаткового ресурсу для навчання та розвитку їхніх математичних навичок [8, 9].

З метою виявлення готовності студентів до використання Інтернет-технологій в процесі вивчення вищої математики нами було проведено анкетування 68 студентів першого курсу спеціальності 151 «Атоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» Вінницького національного технічного університету факультету інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації.

Отримані наступні результати анкетування респондентів:

1. Використовують Інтернет для пошуку додаткових матеріалів, відео уроків або для розв'язування завдань з вищої математики: а) постійно – 40%; б) кілька разів на тиждень – 45%; в) рідко – 12%; г) ніколи – 3%.
2. Оцінюють свій рівень здатності знаходити інформацію в Інтернеті для розв'язування завдань з вищої математики як: а) високий – 40%; б) середній – 42%; в) низький – 2%; г) не можуть оцінити – 16%.
3. В процесі підготовки до занять з вищої математики використовують онлайн-ресурси: а) дивляться відео уроки – 63%; б) розв'язують завдання на сайтах з

- вправами – 16%; в) використовують онлайн-калькулятори –18%; г) взагалі не використовують – 3%.
4. Оцінюють свої навички роботи з математичними програмами та онлайн-інструментами: а) дуже добре – 56%; б) середньо – 41%; в) погано – 3%; г) не мають досвіду – 0%.
 5. Оцінюють свою готовність до спільної роботи з іншими студентами над математичними завданнями за допомогою онлайн-інструментів чи платформ (наприклад, Google Meet, Zoom, Google classroom тощо): а) добре підготовлені – 42%; б) трохи невпевнені – 52%; в) не готові – 6%.
 6. Відчувають необхідність у покращенні своїх навичок використання Інтернет-технологій для занять з вищої математики: а) так – 67%; б) ні – 33%;
 7. Серед онлайн-ресурсів, які використовують для підготовки до занять з вищої математики студенти називають: Photomath, You Tube, Wikipedia, система ВНТУ JetIq, репетитор-online, відео уроки на You Tube, онлайн-курси.

Для наочності отриманих результатів побудуємо відповідну діаграму (рис. 2).

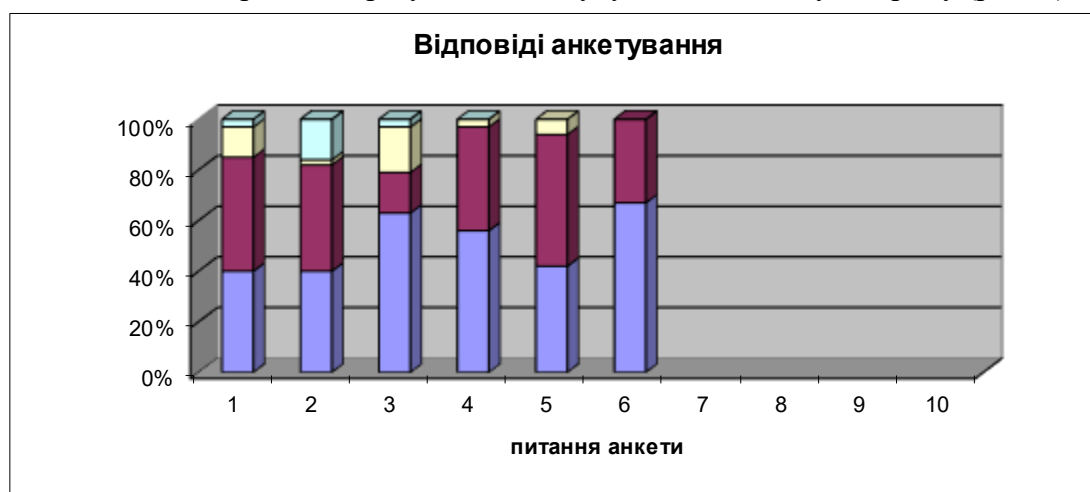


Рис. 2. Результати анкетування студентів першого курсу стосовно виявлення готовності студентів до використання Інтернет-технологій в процесі вивчення вищої математики

Результати діагностики дозволяють констатувати, що значна частина студентів в процесі підготовки до занять з вищої математики використовують онлайн-ресурси (63%), при цьому розв'язують завдання на сайтах з вправами лише 16%; 82% оцінюють свій рівень здатності знаходити інформацію в Інтернеті для розв'язування завдань з вищої математики як високий і середній; володіють навичками роботи з математичними програмами та онлайн-інструментами – 97%. Занепокоює, те, що все таки 52% опитаних невпевнені в готовності до спільної роботи з іншими студентами над математичними завданнями за допомогою онлайн-інструментів чи платформ; 67% відчувають необхідність у покращенні своїх навичок використання Інтернет-технологій для занять з вищої математики.

Таким чином, вважаємо, що результати проведеного дослідження дають можливість стверджувати, що готовність до використання Інтернет-технологій в процесі навчання вищої математики майбутніми фахівцями технічних спеціальностей потребує подальшого розвитку.

Після оцінки готовності студентів до використання Інтернет-технологій на заняттях з вищої математики, можна запропонувати деякі прийоми її формування:

- Надання навчальної підтримки: студентам, що виявились не зовсім підготовленими до використання Інтернет-технологій надати індивідуальну консультацію, запропонувати онлайн-курси з цифрової грамотності;
- Інтеграція Інтернет-технологій в освітній процес: використовувати різноманітні інтернет-ресурси та програми для покращення навчання вищої математики. Це може

включати відеоуроки, інтерактивні вправи та інші інструменти, які сприяють активному залученню студентів до вивчення матеріалу [8];

- Формування навичок самостійності: підтримувати студентів у розвитку навичок самостійного використання Інтернет-технологій для навчання та досліджень. Надавати їм можливість самостійно вибирати матеріали для вивчення, знаходити відповіді на свої запитання та досліджувати нові теми у математиці через Інтернет;
- Залучення до співпраці та обміну досвідом: сприяти обміну досвідом та співпраці між студентами, використовуючи онлайн-платформи для дискусій, спільного розв'язання задач та колективного навчання.

Ці прийоми допоможуть створити ефективну навчальну атмосферу, в якій студенти зможуть максимально використовувати потенціал Інтернет-технологій у вивченні вищої математики.

Для підвищення готовності студентів до використання Інтернет-технологій на заняттях з вищої математики можна використовувати спеціалізовані онлайн-платформи та програми, які надають доступ до відповідних матеріалів, інтерактивних вправ та тестів, надавати можливість студентам для самостійного вивчення та експериментування з новими технологіями. Також важливо організувати заняття таким чином, щоб студенти могли активно взаємодіяти з матеріалом через використання інтернет-ресурсів під час занять, наприклад, шляхом розв'язування онлайн-завдань, обговорення матеріалу чи спільне розв'язування завдань у віртуальних групах. Такі підходи можуть сприяти ефективному використанню Інтернет-технологій в освітньому процесі з вищої математики.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Отже, важливо враховувати індивідуальні особливості студентів та їхні потреби щодо використання Інтернет-технологій. Деякі студенти можуть виявляти великий інтерес до цифрових інструментів та швидко адаптуватися до нововведень, тоді як інші можуть потребувати додаткової підтримки та пояснень. Забезпечення доступу до якісних онлайн-ресурсів та інструментів, а також надання підтримки та консультацій щодо їх використання може значно полегшити процес навчання вищої математики та формування інформаційної компетентності майбутніх фахівців технічних спеціальностей.

Перспективи подальших досліджень вбачаємо у розробці завдань з конкретних розділів курсу вищої математики для студентів технічних спеціальностей, що включатимуть елементи критичного мислення та креативного розв'язання проблемних запитань, щоб студенти могли ефективно використовувати Інтернет-технології для аналізу інформації, оцінки її достовірності та генерування нових ідей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Білодід, І. К. (1980). Словник української мови: в 11 т. Київ: Наукова думка. (Bilodid, I. K. (1980). The dictionary of the Ukrainian language: in 11 volumes. Kyiv : Naukova dumka).
2. Гуркова, Т. (2020). Дефініція поняття «готовність» у психолого-педагогічній літературі. Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології, 9 (103), 317–329 (Gurkova, T. (2020). Definition of the concept of "readiness" in psychological and pedagogical literature. Pedagogical sciences: theory, history, innovative technologies, 9 (103), 317–329).
3. Кремень, В. Г. (2008). Енциклопедія освіти. Київ: Юрінком Інтер (Kremen, V. H. (2008). The encyclopedia of education. Kyiv: Jurinkom Inter).
4. Пермінова, Л. (2006). Концептуальна модель професійних умінь керівника сучасної школи. Післядипломна освіта в Україні, 2(9),19–24 (Perminova, L. (2006). Conceptual model of the professional skills of the head of a modern school. Postgraduate education in Ukraine, 2(9), 19–24).
5. Пелех, Ю. В. (2009). Ціннісно-смысловий концепт професійної підготовки майбутнього педагога. Рівне: Тетіс (Pelekh, Yu. V. (2009). The value-semantic concept of professional training of the future teacher. Rivne: Tetis).
6. Різник, В. В. (2010). Формування готовності майбутніх фахівців економічних спеціальностей до професійної діяльності у процесі вивчення спеціальних дисциплін

- (автореф. дис...канд. пед. наук:13.00.04) Київ. (Riznyk, V.V. (2010). Formation of the readiness of future specialists in economic specialties for professional activity in the process of studying special disciplines (author's dissertation...candid. of pedagogic sciences: 13.00.04).
7. Хом'юк, І. В. (2015). Введення в освітній простір поняття «математична мобільність». Науковий вісник Кременецької обласної гуманітарно-педагогічної академії ім. Тараса Шевченка. Серія: Педагогіка, 5, 153–160. (Khomyuk, I. V. (2015). Introducing the concept of «mathematical mobility» into the educational space. Scientific Bulletin of the Kremenets Regional Humanitarian and Pedagogical Academy named after Taras Shevchenko. Series: Pedagogy, 5, 153–160).
 8. Хом'юк, І. В. (2017). Готовність до зміни діяльності в контексті формування мобільності майбутніх інженерів. Науковий вісник Кременецької обласної гуманітарно-педагогічної академії ім. Тараса Шевченка. Серія: Педагогіка. Кременець : ВЦ КОГПА ім. Тараса Шевченка, 7, 89–98 (Khomyuk, I. V. (2017). Readiness to change activities in the context of forming the mobility of future engineers. Scientific Bulletin of the Kremenets Regional Humanitarian and Pedagogical Academy named after Taras Shevchenko. Series: Pedagogy. Kremenets: VC KOGPA named after Taras Shevchenko, 7.89–98).
 9. Хом'юк, І. В., Кирилашук, С. А., Хом'юк, В. В. (2022). Застосування інформаційно-комунікаційних технологій у процесі навчання вищої математики у технічних ЗВО. Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: педагогіка і психологія, 69, 38–45 (Khomyuk, I. V., Kyrylashchuk, S. A., Khomyuk, V. V. (2022). The use of information and communication technologies in the process of teaching higher mathematics in technical higher education institutions. Scientific notes of Vinnytsia State Pedagogical University named after Mykhailo Kotsyubynskyi. Series: pedagogy and psychology, 69, 38–45).

Khomyuk I. V., Khomyuk V. V. Readiness of technical specialty students to use internet technologies in the process of studying higher mathematics.

The study highlighted the problem of readiness of future engineers to use Internet technologies in the process of studying fundamental disciplines, namely higher mathematics. The views of domestic and foreign scientists regarding the definition of the concept of «readiness» were analyzed and it was established that one of the main conditions for the performance of a certain type of activity is «readiness», which is defined by a psychological and practical component. Summarizing the above views on the concept of "readiness", the authors defined the readiness of the future engineer to use Internet technologies in higher mathematics classes as an integrated personality quality, which is a synthesis of motivational, operational and reflective components that form a whole system. Each selected component of the studied concept is characterized.

It was determined that students' readiness to use Internet technologies in higher mathematics classes may vary depending on their previous experience, educational environment and individual skills, specific needs and teaching methods of the teacher.

The results of a survey of students of the Vinnytsia National Technical University of the Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation regarding the identification of students' readiness to use Internet technologies in the educational process (using the example of studying higher mathematics) are given.

In order to increase students' readiness to use Internet technologies in higher mathematics classes, it is proposed to: provide educational support in digital literacy; use various Internet resources and programs to improve the teaching of higher mathematics; support students in developing skills of independent use of Internet technologies for study and research; promote exchange of experiences and cooperation between students using online platforms for discussions, joint problem solving and collective learning.

Key words: *higher mathematics, video lessons, readiness, Internet technologies, future engineer, online calculators, online resources, digital literacy.*

РОЗДІЛ 5. ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНИЙ СУПРОВІД РОЗВИТКУ
ТВОРЧОЇ ОСОБИСТОСТІ В ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ДИСЦИПЛІН
ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ

УДК 378.091.3:5

DOI 10.5281/zenodo.12187258

М. В. Дзюба

ORCID ID 0000-0003-2579-9157

І. Р. Тимків

ORCID ID 0000-0353-3132-2100

Е. Р. Бабчук

ORCID ID 0009-0004-1385-845X

Університет Короля Данила

ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНІ АСПЕКТИ ЦИФРОВІЗАЦІЇ
ПРОЦЕСУ НАВЧАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН В УМОВАХ ВІЙНИ

У статті висвітлюється питання цифровізації процесу навчання математичних дисциплін в умовах війни. В цьому дослідженні розглянуто різні психолого-педагогічні аспекти цифровізації освіти та її вплив на навчальний процес. Цифрові технології відкривають безліч можливостей для покращення навчання та розвитку студентів, сприяючи розвитку критичного мислення, підвищенню мотивації та зниженню тривоги. Крім того, вони дозволяють індивідуалізувати навчальний процес та забезпечують доступ до якісної та достовірної інформації. Зрештою, цифрові технології стають ключовим інструментом у формуванні цифрової компетентності та саморозвитку в сучасному світі. Мета статті – розглянути особливості процесу навчання математичних дисциплін в умовах війни з урахуванням психолого-педагогічних аспектів цифровізації освіти. Стаття знайомить із методами активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів та реалізації прикладної спрямованості при вивченні математичних дисциплін. Досліджено особливості навчально-пізнавальної діяльності студентів. Запропоновано шляхи активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів у процесі навчання під час дистанційного та змішаного навчання, за умови врахування психолого-педагогічних аспектів цифровізації навчання. Проаналізовано використання в освітній діяльності сервісів та платформ для дистанційного навчання та їх доцільність в умовах війни. Відзначені виклики цифровізації освіти в умовах війни, включаючи доступ до інтернету, забезпечення електроенергією, кібербезпеку, а також необхідність підтримки та навчання педагогів для використання цифрових технологій. Загалом цифровізація освіти може відіграти важливу роль у наданні доступу до освіти в умовах війни та допомогти зберегти освітні можливості для людей, які живуть у зоні конфлікту.

Ключові слова: математичні дисципліни, цифрові технології, формування вмінь, математична модель, прикладні задачі, активізація навчально-пізнавальної діяльності студентів.

Постановка проблеми. В сучасному світі, де інформаційні технології невіддільно розвиваються, цифровізація математичної освіти стає не лише технологічним аспектом, але й стратегічним напрямом удосконалення освітнього процесу. Цифровізація освіти визначається як комплексне впровадження сучасних інформаційно-комунікаційних технологій на всіх рівнях навчання з метою забезпечення молоді навичками аналізу та критичного мислення, необхідними для успішного функціонування в цифровому суспільстві.

Основні завдання цифровізації математичної освіти полягають у забезпеченні доступу до якісної та достовірної інформації, розвитку критичного мислення та аналітичних навичок, а також стимулюванні інтерактивного навчання через різноманітний мультимедійний контент. Крім того, цифрові технології надають можливість інтенсифікації освітнього процесу та адаптації до вимог сучасного цифрового суспільства.

Актуальність дослідження цифровізації освіти обумовлюється, з одного боку, необхідністю модернізації системи освіти, яка викликана процесами демократизації, гуманізації, гуманітаризації, що відбуваються у сучасному суспільстві та, з іншого боку, в умовах війни відіграє важливу роль у забезпеченні доступу до освіти, навіть коли традиційні методи навчання можуть бути недоступні через воєнні дії або надзвичайні ситуації. Вища математична освіта є важливою складовою вищої освіти, оскільки математичні дисципліни відіграють особливу роль у підготовці майбутніх фахівців як у плані формування певного рівня математичної культури, так і в плані формування наукового світогляду, розуміння сутності прикладної і практичної спрямованості математичних дисциплін, оволодіння методами математичного моделювання. Тому сьогодні однією з актуальних задач вищої школи стає формування у майбутніх фахівців різних напрямів підготовки основ математичної культури, достатніх для ефективного використання математичних знань, умінь і навичок у власній професійній діяльності в умовах активної цифровізації освіти.

Аналіз актуальних досліджень. Проблемами вищої математичної освіти та аналізом сучасної ситуації з навчанням математичних дисциплін у середній і вищій школі переймаються науковці різних країн. Багато провідних математиків та методистів вказують на те, що рівень математичної підготовки учнів та студентів катастрофічно знижується [1, с. 436]. Недостатньо дослідженими є проблеми, які виникають у процесі вивчення математичних дисциплін при підготовці фахівців технічних спеціальностей. За результатами дослідження науковців та авторів серед таких проблем можна виділити декілька основних: низький рівень базової теоретичної підготовки студентів з елементарної математики; недостатній рівень навчально-пізнавальної активності студентів; низька мотивація студентів щодо вивчення предметів математичного циклу; невміння і небажання студентів працювати самостійно; невміння студентів застосовувати знання для формалізації практичних задач та їх розв'язування; недостатня цифровізація освіти.

Аналіз наукових праць з тем, дотичних до проблеми цифровізації освіти, засвідчив наявність наукових результатів у таких напрямках: технологізація освіти (О. Набока (Набока, 2012), О. Пехота (Пехота, 2007), С. Сапожніков (Сапожніков, 2014) та ін.), упровадження дистанційних (В. Биков (Биков, 2005), В. Кухаренко (Кухаренко, 2016), Б. Шуневич (Шуневич, 2008), А. Андрєєв (Андрєєв, 2013), Є. Полат (Полат, 2006), П. Федорук (Федорук, 2009), Г. Козлакова (Козлакова, 2002), В. Гриценко (Гриценко, 2004), П. Стефаненко (Стефаненко, 2002) та ін.), мобільних (Куклев, 2010), Н. Рашевська (Рашевська, 2011), Дж. Еттевел (J. Attewell) (Attewell, 2005)), електронних (В. Биков (Биков, 2016), А. Кудін (Кудін, 2014), М. Рафальська (Рафальська), В. Стрельников (Стрельников, 2017), О. Семеніхіна (Семеніхіна, 2016), Т. Хаг (T. Hug, 2006)), інтернет-технологій (А. Кудін (Кудін, 2014), Н. Носов (Носов, 2000), А. Хуторской (Хуторський, 2000) та ін.) навчання [2, с. 5].

Мета статті – розглянути особливості процесу навчання математичних дисциплін в умовах війни з урахуванням психолого-педагогічних аспектів цифровізації освіти.

Виклад основного матеріалу. Цифрові технології можуть надати доступ до навчальних ресурсів у місцях, де традиційна освіта виявилася неспроможною через військові дії та доступ до традиційних навчальних закладів перервано. Це може включати онлайн-платформи, онлайн-курси, навчальні відеоролики, електронні книги та інші цифрові освітні ресурси. Це сприяє збереженню освіти у важких умовах.

Цифрові освітні ресурси дозволяють гнучко керувати процесом навчання, що особливо цінне в умовах війни, коли розклад та місцезнаходження студентів можуть бути нестабільними.

Дистанційна система організації процесу навчання математичних дисциплін має обов'язково використовуватися як альтернативна тому, що спонукає студентів до систематичної навчальної праці, спрямованої на досягнення високих кінцевих результатів, і при цьому відповідає принципам диференціації, інтеграції, гуманізації і є часто єдинодоступною формою в умовах війни. Проведення заходів: тиждень вищої

математики, олімпіада з дисципліни, науково-практична конференція сприяють активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів. В основі процесу формування професійних знань, умінь та навичок лежить активна пізнавальна діяльність студента, яку стимулюють інноваційні цифрові методи й прийоми навчання. Тільки комплексний, систематичний підхід до вирішення проблеми дає позитивні результати.

Цифровізація математичної освіти має позитивний психологічний вплив на студентів за рахунок наступних психологічних аспектів.

1. Гнучкість і самокерування: цифрові ресурси дозволяють студентам вибирати, коли і як вони навчаються; що підвищує їхню мотивацію і самокерування.
2. Зручність і доступність: можливість навчання в будь-якому місці та часі допомагає уникнути стресу, пов'язаного з обмеженнями за часом навчання або фіксованим розкладом.
3. Розширення можливостей: цифрові ресурси дозволяють використовувати різноманітні методи навчання, включаючи відеоуроки, інтерактивні завдання, віртуальні лабораторії тощо. Це може збільшити зацікавленість та розуміння матеріалу.
4. Спільнота і підтримка: Цифрові ресурси дозволяють спілкуватися з однокурсниками, вчителями та експертами навіть на відстані. Це може збільшити почуття приналежності та підтримки.

Враховуючи психологічні аспекти, можна стверджувати, що цифрові ресурси дійсно полегшують процес навчання та сприяють психологічному комфорту студентів [3, с. 7].

Фізіологічно цифровізація сприяє візуалізації та адаптації до індивідуальних потреб. Використання відеоуроків, інтерактивних діаграм та візуальних матеріалів допомагає краще розуміти математичні концепції. Дослідження та наукові роботи підтверджують, що використання відеоуроків, інтерактивних діаграм та візуальних матеріалів дійсно сприяє кращому розумінню математичних концепцій. Це підвищує залученість студентів, мотивацію та загальні результати навчання. Гейміфікація також може допомогти створити захоплюючий навчальний досвід, сприяючи глибшому залученню до контенту курсу. Важливо враховувати психологічні аспекти та індивідуальні особливості студентів при розробці таких матеріалів [5, с. 20].

Цифрові платформи під час дистанційного та змішаного навчання за рахунок диференціації, індивідуалізації та адаптивності в навчанні можуть підлаштовуватися під кожного студента або групи студентів, враховуючи їх рівень знань та особливості.

Дослідження в галузі педагогіки та психології підтверджують, що цифрові платформи можуть адаптуватися до потреб кожного студента, забезпечуючи індивідуальний підхід та оптимальний рівень складності завдань. Ці підходи допомагають зробити навчання більш ефективним та зручним для кожного студента, враховуючи його потреби та особливості, індивідуальні особливості та потреби. Індивідуалізація навчання сприяє покращенню результатів та залученості студентів [6, с. 13].

Використання хмарних технологій Google (Диск Google, Dropbox, сервіс LearningApps, Microsoft OneDrive, SlideShare, Youtube, Prezi, Google-class), спираючись на інтерес студентів до всесвітньої мережі Інтернет, забезпечує їм доступ до усіх матеріалів, необхідних для вивчення предмета як у вузі, так і вдома, створює умови для їх саморозвитку й міжособистісної взаємодії студентів з викладачем та студентів один з одним, залучає до використання новітніх досягнень інформаційних технологій, підвищенню інформативної компетентності та умінню доцільно використовувати комп'ютер як засіб для отримання нових знань.

Цифрові підручники, мультимедійні матеріали та онлайн-платформи надають студентам доступ до інтерактивних навчальних ресурсів, які стимулюють студентів активніше брати участь у процесі навчання. Цифрові технології підтримують індивідуальний підхід до навчання, надаючи студентам можливість вибирати темп та напрямок свого навчання, що сприяє їх глибшому зануренню у навчальний матеріал. Цифрові технології дозволяють студентам отримувати швидкий зворотний зв'язок за своїми навчальними

досягненнями, що може мотивувати їх до самостійного поглибленого вивчення матеріалу. Цифрові інструменти можуть запропонувати альтернативні форми оцінювання, такі як онлайн-тестування, дозволяючи студентам активніше брати участь у перевірці своїх знань.

Орієнтація вищої освіти на активізацію навчально-пізнавальної діяльності студентів, підвищення якості професійної підготовки майбутніх фахівців, математизація науки і практики значно підсилюють значущість прикладної спрямованості курсу вищої математики, головним засобом реалізації якої є використання прикладних задач, а формування вмінь їх розв'язувати – складовою частиною процесу навчання. Цифрові технології дозволяють урізноманітнити та унаочнити кейси для професійної підготовки.

Сукупною формою методичної, навчальної й позакласної роботи є предметні тижні, які представляють комплекс взаємозалежних заходів, спрямованих на розвиток пізнавального інтересу, інтелектуальних і творчих здатностей студентів, навичок неформального спілкування студентів і педагогів у складі творчих груп у ході підготовки й проведення тижня. Очікувані результати: придбання кожним студентом віри у власні сили, впевненості у своїх здібностях і можливостях; розвиток комунікативних якостей особистості, довіри, поступливості й у той же час ініціативності, навичок ділового спілкування, терпимості; розвиток усвідомлених мотивів навчання, що спонукають студентів до активної пізнавальної діяльності. Цифрові технології дозволяють зробити предметні тижні яскравішими та цікавішими.

Знайомство студентів із фрагментами історії математики має цілком певні завдання, а саме: відомості з історії підвищують інтерес студентів до вивчення математики й ведуть до глибокого розуміння досліджуваного матеріалу; ознайомлення з історичними фактами розширює кругозір студентів і підвищує їхню загальну культуру, допомагає краще зрозуміти роль математики в сучасному суспільстві; знайомство з історичним розвитком математики сприяє загальним цілям виховної роботи. Цифрові технології дають змогу перейти на вищий рівень представлення інформації, використання гейміфікації.

Використання інтерактивних технологій, гейміфікація та персоналізоване навчання підвищують мотивацію та інтерес до математичних дисциплін [4, с. 8].

Використання інтерактивних методів дозволяє залучити студентів до активної роботи, підвищуючи концентрацію уваги та запам'ятовування навчального матеріалу. Персоналізоване навчання сприяє підвищенню інтересу до предметів.

Інтерактивність, можливість власного темпу навчання та відсутність соціального стресу знижують тривожність студентів.

Дослідження, проведені Максименком С., показують, що гейміфікація при дистанційному навчанні сприяє підвищенню залученості студентів, мотивації, задоволенню та загальних результатів навчання. Гейміфікація створює внутрішню мотивацію, роблячи навчання більш приємним та корисним досвідом. Інтерактивність, можливість власного темпу навчання та відсутність соціального тиску є ключовими факторами, які сприяють зниженню тривожності студентів та покращенню психологічного стану [5, с. 8].

Практика показує доцільність використання в освітній діяльності сервісів та платформ для дистанційного навчання, які є доцільними при цифровізації навчання, таких як, Moodle, Google Classroom, різноманітних форм онлайн-комунікації (відеоконференція Google Meet, Zoom, форум, чат, електронна пошта, Messenger), програмних засобів Geogebra, Wolfram Mathematica, GRAN1 для посилення візуалізації навчання, презентацій, дошок для конференції (jamboard, miro), відео контент прикладного спрямування. Додаток Google Meet Attendance List дозволяє автоматизувати перевірку присутності, онлайн-сервіс LearningApps.org гарний конструктор для розробки інтерактивних завдань.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. У різних сферах життя зростає необхідність в оволодінні цифровою компетентністю, яка стає ключовою для успішного функціонування. Цифровізація математичної освіти відіграє важливу роль у формуванні цих навичок, пропонуючи нові підходи до навчання та розвитку особистості.

Такий підхід не лише допомагає студентам адаптуватися до сучасних реалій, але й стимулює їхній саморозвиток та професійне зростання.

Загалом цифровізація процесу навчання може стимулювати активізацію навчально-пізнавальної діяльності студентів шляхом надання їм більш гнучких та індивідуальних можливостей для вивчення матеріалу, співучасті у навчальному процесі та використання сучасних інтерактивних методів навчання, за умови врахування психолого-педагогічних аспектів цифровізації навчання.

Цифрові технології відкривають безліч можливостей для покращення навчання та розвитку студентів, сприяючи розвитку критичного мислення, підвищенню мотивації та зниженню тривоги. Крім того, вони дозволяють індивідуалізувати навчальний процес та забезпечують доступ до якісної та достовірної інформації. Зрештою, цифрові технології стають ключовим інструментом у формуванні цифрової компетентності та саморозвитку в сучасному світі. Цифрові ресурси, такі як онлайн-платформи, веб-сайти, мультимедійні матеріали та інші інтерактивні засоби, дійсно дозволяють навчатися в будь-якому місці та часі.

Важливо відзначити, що цифровізація освіти в умовах війни також має свої виклики, включаючи доступ до інтернету, забезпечення електроенергією, кібербезпеку, а також необхідність підтримки та навчання педагогів для використання цифрових технологій. Загалом цифровізація освіти може відіграти важливу роль у наданні доступу до освіти в умовах війни та допомогти зберегти освітні можливості для людей, які живуть у зоні конфлікту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Bilyk, V. (2021). Digitalization of the Educational Process as a Means of Increasing the Quality of Health-preserving Competence of Future Teachers in the Contest of Pandemic COVID-19. *Pedagogy and Psychology of postmodernism: Values, Competence, Digitalization: Collective Monograph According to the scientific*. In Professor Anna Tsvietkova (Ed.). Aerzen : Heilberg IT Solutions UG (haftungsbeschränkt) InterGING Verlag. (pp. 435–447). Retrieved from: <http://enpuir.npu.edu.ua/handle/123456789/36280>.
2. Bissell, J. S., Bissell, J. . *Guide to the Internet for Educational Psychology*. Retrieved from: http://www.amazon.com/Guide-Internet-Educational-Psychology-Bissell/dp/0697371581/sr=1-26/qid=1170252735/ref=sr_1_26/002-7584631-852814?ie=UTF8&s=books.
3. Andriushchenko, K., Khaletska, A., Ushenko, N., Zholnerchyk, H., Ivanets, I., Petrychuk, S., Uliganets, S. (2021). Education process digitalization and its impact on human capital of an enterprise. *Journal of Management Information and Decision Sciences*, 24(5), 1-9. Retrieved from: <https://ir.kneu.edu.ua:443/handle/2010/36452>
4. Gackenbach, J. *Psychology and the Internet, Second Edition – Intrapersonal, Interpersonal, and Transpersonal Implications*. Retrieved from: http://www.amazon.com/Psychology-Internet-Second-Intrapersonal-Interpersonal/dp/0123694256/sr=1-2/qid=1170244098/ref=sr_1_2/002-7584631-3852814?ie=UTF8&s=books.
5. Maksymenko, S. D. (2021). *Genetic principles of creative personality confident as a propulsion of mental development : monograph*. Ottawa: Accent Graphics Communications and Publishing. Glasgow: Society for the support of publishing initiatives and scientific Limited.
6. Wolfe, C. R. *Learning and Teaching on the World Wide Web (Educational Psychology)*. Retrieved from: http://www.amazon.com/Learning-Teaching-World-Educational-Psychology/dp/0127618910/sr=1-25/qid=1170252735/ref=sr_1_25/002-7584631-3852814?ie=UTF8&s=books.

Dziuba M. V., Tymkiv I. R., Babchuk E. R. Psychological and pedagogical aspects of the digitalization of the process of teaching mathematical disciplines in the conditions of war.

The article highlights the issue of digitalization of the process of teaching mathematical disciplines in wartime conditions. This study examines various psychological and pedagogical aspects of digitalization of education and its impact on the educational process. Digital technologies offer many opportunities to improve student learning and development by fostering critical thinking,

increasing motivation, and reducing anxiety. In addition, they allow for individualization of the educational process and provide access to high-quality and reliable information. After all, digital technologies are becoming a key tool in the formation of digital competence and self-development in the modern world. The purpose of the article is to consider the peculiarities of the process of teaching mathematical disciplines in the conditions of war, taking into account the psychological and pedagogical aspects of digitalization of education. The article introduces the methods of activating the educational and cognitive activity of students and the implementation of applied orientation in the study of mathematical disciplines. Peculiarities of educational and cognitive activity of students were studied. Ways to activate the educational and cognitive activity of students in the learning process during distance and mixed learning are proposed, provided that the psychological and pedagogical aspects of digitization of learning are taken into account. The use of services and platforms for distance learning in educational activities and their expediency in war conditions are analyzed. Challenges of digitization of education in wartime conditions are noted, including access to the Internet, electricity supply, cyber security, as well as the need to support and train teachers to use digital technologies. In general, the digitalization of education can play an important role in providing access to education in war and help preserve educational opportunities for people living in conflict zones.

Key words: *mathematical disciplines, digital technologies, formation of skills, mathematical model, applied problems, activation of educational and cognitive activity of students.*

УДК 371.315.6:51

DOI 10.5281/zenodo.12190327

О. В. Мондич

ORCID ID 0000-0002-1561-326X

Ізмаїльський державний гуманітарний університет

МЕТОДИКА ОЗНАЙОМЛЕННЯ ДІТЕЙ З ПРИРОДНИМ ДОВКІЛЛЯМ В ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ З ІНКЛЮЗИВНИМИ ГРУПАМИ ТА КЛАСАМИ ЯК ПЕРША ЛАНКА ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ

Ознайомлення з довкіллям це засвоєння дитиною узагальнених цілісних емпіричних уявлень та системи знань щодо довкілля і місце в ньому людини; про її духовну спадщину; специфіку педагогічної діяльності, спрямованої на формування у дітей потреби пізнати довкілля, культури поведінки в довкіллі. Сучасний стан розвитку науки і освіти, екологічна ситуація в країні та світі ставлять нові вимоги до навчально-виховного процесу. Підростаючому поколінню необхідно забезпечити екологічну освіту, цілісне усвідомлення природи і світу, розуміння важливості життєстверджуючий образ світу та його основ, тобто екологічний образ природи, та природничо-наукову компетентність, що призведе до толерантності у ставленні до природи і довкілля. Екологічна компетентність у сучасному світі розуміється як здатність особистості розв'язувати проблеми і завдання різного рівня, що виникають у життєвих ситуаціях та професійній діяльності, а також сформованість екологічної культури, мотивації, знань, освіченості та життєвого досвіду, пов'язаних з охороною довкілля.

Сучасна світова тенденція спрямована на деінституалізацію та бажану соціальну адаптацію людей з інвалідністю. В Україні продовжують формуватися та впроваджуватися нові культурні та освітні норми. Це створює умови для активної участі в житті суспільства всіх громадян, в тому числі людей з фізичними та інтелектуальними порушеннями, і закріплено в міжнародному праві на рівні ООН та українському законодавстві.

Одним із найпоширеніших підходів до ознайомлення дітей з природою є екологічний підхід. Його основним пріоритетом є екологічне виховання дітей – як процес, що поєднує

екологічну освіту, екологічне виховання та екологічний розвиток (особистісних якостей, базових цінностей).

У статті розглядаються сутність і зміст організації освітнього процесу з формування знань про природне та соціальне довкілля за участю дітей з ООП.

Ключові слова: *ознайомлення з довкіллям, методи ознайомлення дітей з природою, екологічний підхід, діти з особливими освітніми потребами, соціально-педагогічний супровід, метод проектів.*

Постановка проблеми. Залучення дитини до світу дорослих, їхньої діяльності, світу емоцій та переживань – усього того, чим живе суспільство – передається кожному поколінню як досвід попереднього. У кожному поколінні матері завжди вчили і вчать своїх дітей тому, що вони знають, що вміють і що, на їхню думку, стане в нагоді в житті їхніх дітей. Довкілля – це середовище життя, з яким жива істота пов'язана обміном речовин, енергії, інформації, середовище, що постає перед дитиною як цілісність (цілісна картина світу), у якому все органічно взаємопов'язано. Довкілля у широкому розумінні цього слова – це вся наша планета Земля, це Космос, це все те, що певним чином впливає і визначає життєвий цикл людини як біологічної і соціальної істоти. У вузькому розумінні, це поняття визначає конкретне середовище, що оточує дитину безпосередньо (природне, предметне, соціальне) [2]. Ознайомлення з довкіллям це засвоєння дитиною узагальнених цілісних емпіричних уявлень та системи знань щодо довкілля і місце в ньому людини; про її духовну спадщину; специфіку педагогічної діяльності, спрямованої на формування у дітей потреби пізнати довкілля, культури поведінки в довкіллі [2]. Сучасний стан розвитку науки і освіти, екологічна ситуація в країні та світі ставлять нові вимоги до освітнього процесу. Підростаючому поколінню необхідно забезпечити екологічну освіту, цілісне усвідомлення природи і світу, розуміння важливості життєстверджуючого образу світу та його основ, тобто екологічний образ природи, та природничо-наукову компетентність, що призведе до толерантності, гармонійності у ставленні до природи і довкілля.

Аналіз актуальних досліджень. На основі сучасних наукових психолого-педагогічних досліджень основними питаннями екологічного виховання в процесі ознайомлення дітей з природою досліджували: Н. Виноградова, Т. Куликова, Н. Лисенко, С. Ніколаєва, З. Плохій, Н. Ригова. В історії західної прогресивної педагогіки питання використання природи в розвитку дітей розглядається в працях Я.А. Коменського, Ж.Ж. Руссо, Й.Г. Песталоцці, Ф. Фребеля, М. Монтесорі. У вітчизняній педагогіці про важливу роль природи у розвитку особистості дитини йдеться у працях А. Макаренка, С. Русової, В. Сухомлинського та К. Ушинського.

Одним із найпоширеніших підходів до ознайомлення дітей з природою є екологічний підхід (наприклад, Н. Горопаха, Н. Лисенко, С. Ніколаєва, З. Плохій, О. Соцька). Його основним пріоритетом є екологічне виховання дітей – як процес, що поєднує екологічну освіту, екологічне виховання та екологічний розвиток (особистісних якостей, базових цінностей) [6, с.5].

Дослідники проблеми впровадження екологічного підходу в систему освіти наголошують на необхідності впровадження екологічного підходу за такими напрямками:

- формування системи ціннісних орієнтацій, збагачення морально-ціннісного досвіду спілкування з природою;
- формування необхідних компонентів екологічної компетентності, здатності застосовувати знання та вміння на практиці, самореалізації в екологічно доцільній діяльності [8, с. 26].

Дослідники (І. Корякіна, В. Маршицька, М. Роганова, Г. Тарасенко та ін.) характеризують ціннісне ставлення до природи як важливу складову природничо-екологічної компетентності особистості та морально-естетичну характеристику. Воно характеризується як морально-естетична властивість що виявляється в цілісному (пізнавальному, емоційному, діяльнісному) ставленні людини до дійсності. Тому емоційні

чинники, пов'язані переважно з естетичними почуттями та переживаннями, мають бути неодмінним і домінуючим елементом в ознайомленні дітей з природою.

Мета статті – виявити сутність і зміст організації освітнього процесу з формування знань про природне довкілля за участю дітей з ООП. Визначити ефективні методи ознайомлення дітей з природним довкіллям. Проаналізувати основні педагогічні навички та компетентності педагогів.

Виклад основного матеріалу. Особистість людини формується і розвивається в результаті впливу різних факторів, серед яких об'єктивні та суб'єктивні, природні та соціальні. Дитина стає соціальною істотою як суб'єкт у процесі формування своєї особистості, тобто в результаті взаємовпливу середовища і системи виховання. Дитинство у віці 3-7-9 років – важливий віковий етап у розвитку особистості, де в процесі виховання і навчання вирішуються такі складні питання, як самосвідомість, самооцінка і формування моральних рис.

Сучасна світова тенденція спрямована на деінституалізацію та бажану соціальну адаптацію людей з інвалідністю. В Україні продовжують формуватися та впроваджуватися нові культурні та освітні норми. Це створює умови для активної участі в житті суспільства всіх громадян, в тому числі людей з фізичними та інтелектуальними порушеннями – це закріплено в міжнародному праві на рівні ООН та українському законодавстві.

Як свідчить аналіз науково-педагогічних джерел та міжнародних нормативно-правових документів, сучасна світова освітня політика визначила декілька підходів до надання освіти дітям з інвалідністю. Основними з них є наступні:

- «загальний потік» – (mainstreaming) передбачає розширення соціальних контактів між дітьми з інвалідністю та їхніми однолітками;
- інтеграція – (загальні) ініціативи, спрямовані на введення дітей з особливими освітніми потребами у звичайний освітній простір. Ці підходи стосуються і ознайомлення дітей з особливими освітніми потребами (ООП) з довкіллям. Для навчання таких дітей використовуються індивідуально-орієнтовані підходи до освітнього процесу, індивідуальні та колективні форми навчання з урахуванням впливу різних видів порушень та захворювань на процес навчання. Сприяння соціальному, емоційному та когнітивному розвитку кожної дитини та забезпечення того, щоб кожен учасник суспільного життя відчував себе унікальним і повноцінним, є головним пріоритетом у цій сфері.

Як вже зазначили, вайважливішим періодом знайомства з довкіллям є дошкільний вік та час навчання в початковій школі протягом якого діти не лише здобувають знання та формують власний світогляд, а й розвивають та формують свою природничо-наукову компетентність [4].

Екологічна компетентність у сучасному світі розуміється як здатність особистості розв'язувати проблеми і завдання різного рівня, що виникають у життєвих ситуаціях та професійній діяльності, а також сформованість екологічної культури, мотивації, знань, освіченості та життєвого досвіду, пов'язаних з охороною довкілля [1].

Організація освітнього процесу, набуття дітьми дошкільного віку знань про природне довкілля ґрунтується на розумінні сутності екологічної освіти та формування у дітей ціннісного ставлення до довкілля, а також можливості використання різних форм і методів (у тому числі інтерактивних методів навчання) [3].

На етапах вивчення нового матеріалу, повторення та відпрацювання набутих знань і навичок слід вчити дітей моделювати природні об'єкти та явища (вони із задоволенням експериментують, вирощують квіти та висаджують насіння). У процесі роботи вчать розслаблятися, бути уважними, цінувати і берегти природні явища.

Методи ознайомлення малят з природою включають в себе описово-ілюстративні, проблемні методи, які забезпечують безпосередній та ефективний контакт з природою. Ефективними визнаються дослідницькі, практичні та ігрові методи ознайомлення з довкіллям. Особливе місце в системі методів формування знань про природне довкілля займають наочні методи ознайомлення з природою, особливо при роботі з дітьми різних

вікових груп та дітей з ООП; ілюстративні матеріали для ознайомлення з природою (моделі, ілюстрації дидактичних картин і фотографій, репродукції художніх картин, технічні засоби, слайди, фільми, мультимедійні та інтернет-матеріали) [5].

Важливу роль в освітньому процесі набуття знань про природне довкілля відіграють практичні та словесні методи. У зв'язку з цим підкреслюється зв'язок між засвоєнням вербальних методів і безпосереднім контактом з природою. Словесні методи включають різні види розповідей, мовно-логічні завдання як особливі види розповідей, різні види бесід: пропедевтичні, супроводжуючі дитячу діяльність, підсумовуючі, евристичні, узагальнюючі, а також бесіди педагога з дитиною. Це має ще і терапевтичний ефект для дітей з мовленнєвими вадами. Використання різних літературних жанрів (казки, реалістичні оповідання, вірші, загадки тощо) є дуже важливим в екологічному вихованні. Використання усної народної творчості, словесних ігор (для фіксації вражень та закріплення знань про природу) також відіграють позитивну роль [5].

Організація та зміст спостережень за природою на різних вікових етапах має вирішальне значення для набуття знань про природне довкілля. Спостереження як основа формування реалістичних уявлень про природне довкілля може бути використане в різних формах, таких як епізодичні, тривалі, первинні, повторні, підсумкові та порівняльні спостереження, залежно від мети і завдань, вікових та індивідуальних особливостей дитини.

Крім того, використовуються короткочасні та тривалі спостереження також і за неживими об'єктами природи. Під час прогулянок, в іграх, під час роботи в куточку природи, на пришкольній ділянці діти знайомляться з птахами, тваринами, комахами тощо [9]. Гарні результати дають застосування методики: нагляд та прогнозування погоди, підготовка календарів природи, експерименти в дитячих закладах, види експериментів та дослідів у процесі ознайомлення дітей з неживими об'єктами.

Крім поєднання різних методів, процес пізнання природного довкілля організовується з використанням різних способів ознайомлення з природою. Прикладами можуть бути екскурсії на різні теми, цільові прогулянки та щоденні прогулянки в шкільному саду. Як форма організації процесу пізнання природного довкілля використовуються дидактичні ігри (рольові ігри, ігри на відтворення уявлень про природу, ігри з використанням природних матеріалів: піску, води, льоду, снігу, листя, квітів, фруктів, овочів, насіння, ігри на класифікацію природних об'єктів, ігри з картинками). Як уже зазначалося, для ознайомлення дітей дошкільного віку з природою також використовуються різні літературні жанри (казки, реалістичні оповідання, вірші, загадки тощо) [5].

Новітні освітні технології все частіше опиняються в центрі уваги сучасних закладів освіти. В організації освітнього процесу дедалі більшою увагою користуються зокрема технологія екологічної проектної діяльності, яка передбачає проведення з дітьми практично-пошукової діяльності у екологічному проекті [6]. Як відомо, метод проектів є ефективною технологією навчання.

Важливо, щоб тема проекту базувалася на місцевій проблемі, яку можуть порушити діти ЗДО або молодшого шкільного віку, залучити дорослих або вирішити її самостійно. Тривалість кампанії може бути різною. Все залежить від проблеми, мети, завдань проекту та ходу його реалізації. Розширити кордони проекту можливо залучивши до виконання їх батьків, членів громади, громадські організації. Важливо, щоб усі учасники, по їх особистим розумовим можливостям, були однаково залучені до реалізації проекту, не лише до виконання завдань, а й до моніторингу та презентації результатів. Проектна діяльність надає всім учасникам закладу освіти практичний досвід, який базується як на знаннях, так і на перевірці істинності знань у повсякденній діяльності. Цей досвід допомагає розвивати особистісні компетенції та нахили, комунікативні навички, методи вирішення проблем та розв'язання конфліктів. Участь у проекті допомагає розвивати цілий ряд навичок, які покращують, формують та розвивають ряд компетентностей дітей. Серед цих навичок заслуговують на увагу наступні: міжособистісні, навички мислення, командні, навички розв'язання проблем, ініціативні, творчі, демократичні. Все це надає

перевагу цьому методу особливо в спілкуванні в інклюзивному середовищі. Тому що діти розвивають не тільки навички роботи в групах, самоосвіти та самоуправління; підвищення інформаційної культури – покращення навичок пошуку, збору та представлення інформації; підвищення мотивації; розвиток творчих здібностей; інтеграцію різних предметів, а й взаємодіяти один з одним, вчить толерантності між учасниками групи, створює соціальні контакти, виявляє лідерські якості дітей. Цей метод дає можливість засвоїти нові способи людської діяльності в соціумі, що має велике значення як раз при впровадженні інклюзивного навчання.

Особливе місце в набутті знань про природне довкілля дітьми посідають осередки природи закладів освіти. Вони є частиною освітньо-виховного середовища і реалізуються за допомогою об'єкта "Куточок природи". Вимоги до обладнання куточків природи передбачають використання кімнатних рослин як матеріалу для формування у дітей уявлень про рослини як частину живої природи, облаштування та догляд за кімнатними рослинами, організацію догляду за рослинами і тваринами дітьми в умовах навчального закладу [3]. Екологічні стежки, розташовані на території та на відкритому повітрі, виконують пізнавальну, розвиваючу, естетичну та рекреаційну функції. При створенні стежок ми намагаємося використати якомога більше цікавих об'єктів. По-перше, ми можемо вибрати дерева та кущі різних порід, віку та форми. Також знайти старі пні, вкриті мохом землю, гриби, мурашині стежки, солдатські колонії, невеликі галявини з лікарськими травами (мати-й-мачуха, деревій, ромашка), різноманітними комахами (метелики, сонечка, гусениці). Екологічні стежки дозволяють більш ефективно використовувати звичайні прогулянки з дітьми для природоохоронної діяльності та відпочинку дітей на свіжому повітрі.

Для дітей з ОПП під час ознайомлення з природним довкіллям важливим є соціально-психологічний супровід. Він розглядається як цілісна діяльність та командна взаємодія (вчитель, асистент вчителя, батьки, практичний психолог, соціальний педагог, логопед, медичний працівник та інші фахівці), що поєднує різні взаємопов'язані елементи розвитку дитини.

Основною метою соціально-педагогічного супроводу є формування позитивної думки дітей з особливими потребами, сприяння розвитку їхніх особистісних характеристик, самопізнання, самореалізації та інтеграції в суспільство, нормалізація порушень фізичного та психічного розвитку. Одним з основних напрямків роботи з дітьми з інвалідністю внаслідок вроджених або набутих тяжких фізичних чи психічних захворювань, сенсорних, моторних або мовленнєвих дефектів є залучення таких дітей до позитивного соціального життя, розвиток у них почуття самодостатності та реалістичного погляду на своє майбутнє життя, налагодження адекватних стосунків з оточуючими. Це необхідно для того, щоб дати їм можливість жити відповідно до їхніх власних особливостей, будуючи при цьому відповідні стосунки з іншими. Це допомагає підвищити ефективність набуття навичок, які забезпечують адаптацію дітей з особливими потребами до навчання та суспільства в цілому та здобуття понять про екологічну освіту, цілісне усвідомлення природи і світу.

Отже основні завдання екологічної освіти дітей у дошкільному та молодшому шкільному віці:

– розвиток уявлень про взаємозв'язки у світі природи, формування елементарної системи знань про об'єкти і явища довкілля як умови життя людини в сучасному суспільстві;

- розвиток у дітей естетичного сприйняття світу;
- засвоєння народної мудрості у догляді за природним довкіллям;
- виховання справжньої любові до природи, почуття дбайливого ставлення до рослин і тварин, різко негативного ставлення до руйнування;
- стимулювання допитливості та інтересу до пізнання природи, набуття навичок розумової праці, розвиток дослідницьких умінь, аналізу, систематизації, пояснення та аргументації;

- набуття елементів екологічної культури, формування навичок культурної поведінки в навколишньому середовищі;
- формування постійної потреби у зміцненні та збереженні здоров'я свого та оточуючих.

При цьому важливо застосовувати цілісний підхід до вирішення проблем через практичну діяльність у природі, включаючи такі форми, як музичні, образотворчі, мовленнєві, ігрові та інші.

В компетентності вчителя та вихователя ЗДО повинно бути вміння допомогти дітям зрозуміти взаємозв'язок між рослинами і тваринами та вплив людини на їхнє життя. Виховувати розуміння краси всіх живих істот – людей, рослин і тварин усвідомити істину, що в природі немає корисних чи шкідливих тварин, а всі вони пов'язані між собою, потребують одне одного і тому є корисними. Виховувати у дітей емоції: небайдужість, здатність відчувати себе квіткою чи рослиною тощо. Вчити любити і берегти природу не на словах, а простягаючи руку до квітів, дерев, тварин, птахів і всього живого. Зворушуватися, захоплюватися і насолоджуватися різними явищами природи і вміти виражати ці почуття художньою мовою. Екологічне виховання є важливою частиною нагальних питань, які сьогодні повинні вирішувати наші заклади освіти. Ми повинні навчити дітей розуміти і любити природу, прищепити їм відчуття розмаїття форм, кольорів і звуків у природі, не тільки милуватися нею, а й потребу пізнавати, спостерігати, працювати серед її скарбів, заглиблюватися в її таємниці і розкривати доступні їм явища. В екологічному вихованні особливе місце займають почуття радості, відчуття свободи на лоні природи, задоволення від конкретної діяльності дитини у взаємодії з навколишнім середовищем і можливість самовираження через конкретні дії за змістом дослідження.

Показати дітям красу природи і навчити їх бачити її – складне завдання. Для цього вихователі та вчителі повинні вміти жити в гармонії з природою, а діти – бути готовими наслідувати кожен рух вихователя. Діти уважно стежать за словами вчителів і вміють розрізняти позитивні та негативні аспекти поведінки дорослих. Екологічне виховання і щира любов до природи – це не тільки стан душі, що сприймає природу як прекрасне, а й розуміння і знання природи. Тому найважливішою умовою успішного екологічного виховання є демонстрація дорослими дітям правильного ставлення до природи і створення середовища, в якому вони в міру своїх можливостей можуть брати активну участь в природоохоронній діяльності разом з дітьми.

Проаналізувавши результати нашої роботи, ми визначили основні вимоги до педагогів та вихователів:

- мати достатні знання про світ природи;
- добре розуміти систему природи;
- наводити приклади позитивної поведінки в екологічному середовищі;
- враховувати вікові можливості дітей;
- орієнтуватися на моральну та інтелектуальну спрямованість розвитку дітей;
- використовувати новітні дослідження науковців;
- враховувати наявний досвід дітей.
- планувати на основі системного підходу, використовуючи календарно-тематичний план та перспективу;
- чітко формулювати та визначати завдання програми (наприклад, які предмети обрати, що вивчати, чому навчати, що закріплювати, розвивати та виховувати);
- звертати особливу увагу на важливість навколишнього світу та роль людини в його збереженні;
- будувати освітні процеси на живому усвідомленні природного довкілля;
- при відборі інформації враховувати психологічні стимули, які допомагають дітям краще засвоювати природничі знання (починати з того, що цікаво, важливо або привертає увагу дітей (поведінка, способи пересування, зовнішні ознаки і т.д.);

- подавати інформацію про живі істоти, проводячи паралелі з людиною, наприклад, гніздування, догляд за дитинчатами тощо;
- урізноманітнити роботу активними формами та способами наближення до природи;
- впроваджувати в практику ефективні форми роботи з дітьми, такі як тематичні дні, екологічні проекти та екологічні стежки;
- творчо використовувати кращий природоохоронний досвід для екологічної освіти;
- налагодити систематичну екологічну освіту для батьків з дітьми;
- сприяти екологічній освіті широкої громадськості через проведення різних суспільних заходів.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Таким чином, освітній процес ознайомлення дітей з природним довкіллям ґрунтується на розумінні базових понять: довкілля, природа, знання про природне довкілля та вікових особливостей пізнання природного довкілля. Команда соціально-педагогічного супроводу дає можливість краще засвоїти екологічні знання дітям з ООП. Це дає можливість визначити методи, форми, засоби та прийоми, що використовуються в ознайомленні дітей з різним рівнем здоров'я з природним довкіллям. Ефективність професійної діяльності вихователів ЗДО та вчителів початкової школи ґрунтується на компетентностях, серед яких важливе місце посідають сукупність особистісних якостей людини, загальноосвітніх, кваліфікаційних знань, умінь і методичних навичок, які гармонійно інтегруються в освітній діяльності для досягнення оптимальних результатів навчання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Актуальні проблеми дошкільної освіти: теорія і практика : навчальний посібник. За заг. ред. проф. С. О. Нікітчиної. (2014). Київ: Видавничий дім «Слово». (Actual problems of preschool education: theory and practice: study guide: Tutorial. Prof. S. O. Nikitchyna (Ed.) (2014). Kyiv: «Slovo» Publishing house).
2. Богуш, А., Гавриш, Н. (2008). Методика ознайомлення дітей з довкіллям у дошкільному навчальному закладі. Підручник для ВНЗ. Київ: Видавничий Дім «Слово». (Bohush, A., Havrysh, N. (2008). Methods of familiarizing children with the environment in a preschool educational institution. Textbook for universities. Kyiv: «Slovo» Publishing house).
3. Сазонова, А. В. (2010). Загальнотеоретичні основи природничо-математичної освіти дітей дошкільного віку: навчальний посібник для студентів спеціальності «Дошкільна освіта». Київ: Видавничий Дім «Слово». (Sazonova, A. V. (2010). General theoretical foundations of science and mathematics education of preschool children: study guide for students of the "Preschool Education" specialty. Kyiv: «Slovo» Publishing house).
4. Лисенко, Н. В. (2015). Еко-око: дошкільник пізнає світ природи: навчально-методичний посібник. Київ: Видавничий Дім «Слово». (Lysenko, N. V. (2015). Eco-eye: a preschooler gets to know the natural world: a teaching and methodical guide. Kyiv: «Slovo» Publishing house).
5. Методика ознайомлення дітей з природою / Уклад. Н.М. Горобаха. Київ: Видавничий Дім «Слово», 2012. 432с. (Metodyka oznaiomlennia ditei z pryrodoiu [Methods of familiarizing children with nature] / Uklad. N.M. Horopakha (2012). Kyiv: Vydavnychii Dim «Slovo». 432 p.).
6. Плохій, З. П. (2010). Формуємо екологічну компетентність молодшого дошкільника: навчальний посібник. Київ: «Світлич». (Plokhii, Z. P. (2010). Forming the environmental competence of a younger preschooler: a study guide. Kyiv: «Svitich»).
7. Присяжнюк, Л. А. (2015). Ознайомлення дітей дошкільного віку з природою: інвайроментальний вимір. Актуальні проблеми дошкільної та початкової освіти в контексті європейських освітніх стратегій: збірник матеріалів науково-практичної конференції викладачів і студентів інституту педагогіки, психології і мистецтв (м. Вінниця, ВДПУ ім. М. Коцюбинського, 01-02 квітня 2015 р.). За ред. Г. С. Тарасенко. Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського,

- інститут педагогіки, психології і мистецтв. Вінниця : «Нілан-ЛТД». (сс. 191–194). (Prysiazhniuk, L. A. (2015). Acquaintance of preschool children with nature: environmental dimension. Actual problems of preschool and primary education in the context of European educational strategies: collection of materials of the scientific and practical conference of teachers and students of the Institute of Pedagogy, Psychology and Arts (Vinnytsia, VDPU named after M. Kotsyubynsky, April 01-02, 2015). Under the editorship H. S. Tarasenko. Vinnytsia State Pedagogical University named after Mykhailo Kotsyubynskiy, Institute of Pedagogy, Psychology and Arts. Vinnytsia: "Nilan-LTD". (pp. 191–194).).
8. Соцька, О. (2014). Від знань та емоцій до екологодоцільної поведінки. Дошкільне виховання, 11, 24–27. (Sotska, O. (2014). From knowledge and emotions to environmentally appropriate behavior. *Preschool education*, 11, 24–27).
 9. Сучасне заняття в дошкільному закладі : навчально-методичний посібник. За ред. Н. В. Гавриш; авторський колектив: Н. В. Гавриш, О. О. Ліннік, Н. В. Губанова. (2017). Луганськ: «Альма-матер». (сс. 11–57). (Modern classes in a preschool institution: educational and methodological manual. Under the editorship N.V. Gavrish; author team: N. V. Gavrish, O. O. Linnik, N. V. Gubanova. (2017). Luhansk: "Alma Mater". (pp. 11–57).).

Mondich O. Methods of familiarizing children with the natural environment in institutions with inclusive education as the first link of the formation of environmental competence.

Acquaintance with the environment is the child's assimilation of generalized holistic empirical ideas and a system of knowledge about the environment and the place of man in it; about her spiritual heritage; the specifics of pedagogical activity aimed at forming in children the need to learn about the environment, the culture of behavior in the environment. The current state of the development of science and education, the ecological situation in the country and the world impose new requirements on the educational process. The younger generation needs to be provided with environmental education, a holistic awareness of nature and the world, an understanding of the importance of a life-affirming image of the world and its foundations, that is, an ecological image of nature, and natural and scientific competence, which will lead to tolerance in the attitude towards nature and the environment. Environmental competence in the modern world is understood as the ability of an individual to solve problems and tasks of various levels that arise in life situations and professional activities, as well as the formation of environmental culture, motivation, knowledge, education and life experience related to environmental protection.

The current global trend is aimed at deinstitutionalization and desirable social adaptation of people with disabilities. New cultural and educational norms continue to be formed and implemented in Ukraine. This creates conditions for active participation in society for all citizens, including people with physical and intellectual disabilities, and is enshrined in international law at the UN level and Ukrainian legislation.

One of the most common approaches to introducing children to nature is the ecological approach. Its main priority is ecological education of children – as a process that combines ecological education, ecological upbringing and ecological development (of personal qualities, basic values).

The article examines the essence and content of the organization of the educational process for the formation of knowledge about the natural and social environment with the participation of children with disabilities.

Key words: *familiarization with the environment, methods of familiarizing children with nature, ecological approach, children with special educational needs, socio-pedagogical support, project method.*

УДК 371.315.6:51

DOI 10.5281/zenodo.12190596

О. В. Мондич

ORCID ID 0000-0002-1561-326X

Ізмаїльський державний гуманітарний університет

ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ТВОРЧОГО РОЗВИТКУ ДІТЕЙ З ОСОБЛИВИМИ ОСВІТНИМИ ПОТРЕБАМИ В ІНКЛЮЗИВНОМУ ПРОСТОРИ

Сучасний етап розвитку системи освіти для дітей з особливими освітніми потребами (далі – ООП) характеризується інтеграцією загальної та спеціальної освіти. Активно ведеться пошук раціональних та ефективних методів та ефективних форм спільного навчання таких дітей разом з однолітками з типовим рівнем розвитку. Дослідники підкреслюють, що діти шкільного віку з особливими освітніми потребами є особливо чутливими та сприйнятливими. Це свідчить про необхідність підтримувати їхню здатність творити та брати участь у живій і творчій діяльності. У статті аналізували теоретичне обґрунтування особливостей творчого розвитку дітей з ООП в умовах навчання у школі. Наукою доведено, що шкільний вік є сенситивним періодом для розвитку творчості. Творчість є однією з найбільш змістовних форм психічної активності і вважається універсальною здатністю, яка вже в ранньому віці призводить до успіху в широкому спектрі видів діяльності. Творча дитина, творча особистість – це результат всього способу життя дитини з ООП, спілкування та спільної діяльності з дорослими, а також індивідуальної активності та творчої поведінки дитини. Саме тому одним з основних напрямків нашої діяльності є створення єдиної та скоординованої системи виявлення, розвитку, підтримки та стимулювання творчо обдарованих дітей. Творчість підвищує емоційний тонус особистості, зміцнює емоційно-вольовий регуляторний комплекс і, найголовніше, актуалізує різноманітні позитивні переживання, пов'язані з ефективною роботою, переживання радості від досягнутого і зробленого, почуттям впевненості у своїх силах, своєму творчому потенціалі і творчих можливостях. Це важливий напрям роботи з дітьми з ООП.

Ключові слова: діти з особливими освітніми потребами, особливості творчого розвитку дітей з ООП, інтеграція.

Постановка проблеми. Повноцінний розвиток сучасного суспільства неможливий без поваги до людської гідності та різноманітності, сприяння принципам солідарності та безпеки, забезпечення захисту та повної інтеграції всіх людей у суспільство, особливо людей з особливими потребами розвитку.

Відповідно головною метою суспільного розвитку на сучасному етапі є створення «суспільства для всіх». Ця інтеграція ґрунтується на концепції цілісного підходу. Це визначає шлях до реалізації прав і можливостей кожної людини і в першу чергу – рівного доступу до якісної освіти. Принципи доступності сформульовані з урахуванням дотримання прав людини, які визначені як пріоритетне завдання в резолюції Генеральної Асамблеї ООН від 12 грудня 1997 року – сприяння рівним можливостям для людей з обмеженими можливостями. Цей принцип призводить до зміщення акценту з медичних аспектів інвалідності на догляд за людьми з психофізичними розладами, захист і допомогу в адаптації до середовища, на реформування самого суспільства, в якому кожна людина має можливість задовольнити свої потреби, насамперед потреби в отриманні якісної освіти [6].

Сучасний етап розвитку системи освіти для дітей з особливими освітніми потребами (далі – ООП) характеризується інтеграцією загальної та спеціальної освіти. Активно ведеться пошук раціональних та ефективних методів та ефективних форм спільного навчання таких дітей разом з однолітками з типовим рівнем розвитку. Питання вдосконалення навчання та виховання дітей з ООП є актуальним як для спеціальних

корекційних шкіл, так і для загальноосвітніх шкіл. [4]. У сучасній світовій освітній практиці інклюзивні підходи розвивалися протягом десятиліть. Інклюзивні принципи уможливають надання освітніх послуг усім категоріям учнів і часто є єдиним способом доступу до освіти для дітей з порушеннями розвитку.

Аналіз актуальних досліджень. З давніх часів творчість та мистецтво використовувалися як духовна терапія, і вважалося, що їх вплив зцілює психологічні проблеми та формує характер. Мистецтво та творчість має значний вплив на молоде покоління – так діти можуть досягти душевної рівноваги та гармонії. Найбільш сприятливим віком для розвитку творчої особистості є як раз дитячий вік. У школі діти досліджують світ і мистецтво. У цей період розвиваються такі психологічні процеси, як мовлення, пам'ять, уява, мислення і сприйняття, а також особистісні якості.

Дослідники підкреслюють, що діти шкільного віку з особливими освітніми потребами є особливо чутливими та сприйнятливими. Це свідчить про необхідність підтримувати їхню здатність творити та брати участь у живій і творчій діяльності.

Метою статті є теоретичне обґрунтування особливостей творчого розвитку дітей з ООП в умовах навчання у школі.

Виклад основного матеріалу. Інклюзивна освіта є найсучаснішою системою освіти для дітей з особливими освітніми потребами і базується на спільному навчанні здорових дітей та дітей з особливими освітніми потребами (ООП). Інклюзивна освіта – це освітній процес, у якому його учасники (учні, вчителі, батьки тощо) взаємодіють з метою створення оптимальних умов для навчання та виховання всіх дітей. До основних принципів інклюзивної освіти належать доступність, гуманізм, рівноправність, співпраця, розуміння та толерантність [2].

Розвиток креативності у дітей з ООП має вирішальне значення для засвоєння нових знань та видів діяльності. У широкому розумінні творчість або творча діяльність – це теоретична і практична діяльність людини, в процесі якої виробляються нові (принаймні для суб'єкта діяльності) результати (способи дій, рішення, знання, матеріальні продукти).

Питання творчості є предметом багатьох досліджень і розглядається в роботах О. Яковлева, Д. Фельдштейн, М. Хайдеггер, Я. Пономарьова, В. Долзініна та інших. Проте творча діяльність дітей з особливими освітніми потребами як проблема інклюзивної освіти ще не знайшла належного висвітлення. Так, протягом багатьох років питання розвитку творчих здібностей учнів викликає великий інтерес у представників різних наукових галузей знань, таких як філософія, педагогіка, психологія, лінгвістика. Це пов'язано з тим, що «талант і творчий геній стають нині запорукою економічного процвітання і засобом національного престижу» [6], а активні особистості здатні ставити нові проблеми і знаходити якісні рішення в умовах невизначеності, множинності варіантів і постійного вдосконалення накопичених суспільством знань.

У сучасній психолого-педагогічній літературі (наприклад, В. Андрєєв, Р. Альтшуллер, М. Махмутов, Т. Кудрявцев, А. Матюшкін, Є. Машбиць, А. Уман, А. Хуторської) висвітлюються засоби підвищення продуктивності пізнавальної діяльності дітей. Творчі здібності визначаються як особистісні характеристики та якості, що впливають на успіх у різних видах творчої діяльності. Саме тому креативність може бути присутня у всіх видах людської діяльності. У всьому розвиненому світі існує великий інтерес до проблеми виявлення механізмів творчості. Формування цілісної, гармонійної і творчо розвиненої особистості неможливе без виховання естетично освічених людей, які розуміють і цінують мистецтво, без виявлення творчих задатків у дітей.

Базовий компонент шкільної освіти, зміст освіти «Дитина у світі культури», передбачає формування у дитини почуття прекрасного, що проявляється в різних формах, розвиток ціннісно-творчих здібностей до предметного світу і змісту світу мистецтва, утвердження емоційно-ціннісного ставлення до практичної і духовної діяльності людини, розвиток власних творчих здібностей та формування потреби в її реалізації [4].

Наукою доведено, що шкільний вік є сенситивним періодом для розвитку творчості. Творчість є однією з найбільш змістовних форм психічної активності і вважається універсальною здатністю, яка вже в ранньому віці призводить до успіху в широкому спектрі видів діяльності. Творча дитина, творча особистість – це результат всього способу життя дитини з ООП, спілкування та спільної діяльності з дорослими, а також індивідуальної активності та творчої поведінки дитини. Саме тому одним з основних напрямків нашої діяльності є створення єдиної та скоординованої системи виявлення, розвитку, підтримки та стимулювання творчо обдарованих дітей. Проблемою творчих здібностей дітей займалися вчені Л. Виготський, І. Лернер, С. Сисоєва, Б. Теплов, які стверджували, що майже кожному дитину можна навчити творчості, виховуючи у неї інтерес до знань. Якщо творче мислення поєднати з високим рівнем творчої уяви, розумовими здібностями, розвинутою пам'яттю, точністю рухів, то саме цей перелік і буде складати структуру загальних здібностей, які сприяють розвиткові спеціальних, творчих здібностей. Таким чином, у всіх дітей із нормальним розумовим розвитком можна сформулювати риси творчої особистості. Б. Теплов назвав творчу здібність здатністю до самовираження. Це природна здатність, яку можна розвивати. Творчість розвиває в дитині схильність до свободи і відкриттів, пригод і оригінального самовираження. Л. Горюнова зазначає, що творчість – це вища форма активності і самостійності в діяльності людини, яка включає елемент нового, передбачає оригінальну і високопродуктивну діяльність, здатність до вирішення проблемних ситуацій, продуктивну уяву поєднанні з критичним відношенням до досягнутих результатів [3]. Видатний педагог В. Сухомлинський підкреслював: «Не можна позбавляти дітей радісного духовного життя. Воно повноцінне лише тоді, коли дитина живе в світі гри, казки, музики, фантазії, творчості. Без цього вона «засушена квітка». Він наголошував, коли дитина повторює те, що було вже створено іншими людьми, якщо це діяння – плід її власних розумових зусиль – вона творець, її розумова діяльність – творчість [6]. Творчість дітей визначається не в об'єктивно новому кінцевому продукті, а в самостійному створенні дитиною системи власних взаємовідносин зі світом, у перетворенні навколишнього середовища і себе в цьому середовищі [2]. Діти від природи допитливі і прагнуть вчитися. Щоб розвинути творчі здібності кожної дитини, вчителі повинні забезпечити відповідне керівництво. З цією метою вчителі повинні використовувати творчі завдання на всіх заняттях. Має бути сформована система, яка дає змогу формувати та розвивати інтелектуальну та творчу активність дитини в цілому. Творча компетентність сприяє швидкому набуттю знань і навичок, їх засвоєнню та ефективному використанню на практиці. Звідси випливає, що розвиток таких психічних процесів, як пам'ять, увага, уява, швидка реакція, асоціативне та абстрактне мислення відіграють важливу роль у розвитку творчих здібностей. На думку психологів, саме ці якості є основою для розвитку творчих здібностей учнів; специфіка творчості дітей з ООП полягає в тому, що вона виникає у співдружності з творчістю дорослих, яка має бути вмотивованою. Психологи вважають, що генетичною основою, наприклад, художньої творчості є гра, в процесі якої природним чином формуються ситуації, що стимулюють творчу активність. Дитяча творчість найбільш корисна на ранніх етапах навчання, коли закладаються основи ставлення до мистецтва, оскільки вона пов'язана з емоційними реакціями на життєві явища [8].

Творчість підвищує емоційний тонус особистості, зміцнює емоційно-вольовий регуляторний комплекс і, найголовніше, актуалізує різноманітні позитивні переживання, пов'язані з ефективною роботою, переживання радості від досягнутого і зробленого, почуттям впевненості у своїх силах, своєму творчому потенціалі і творчих можливостях. Це важливий напрям роботи з дітьми з ООП.

На думку дослідників В. Давидова, Л. Занкова, В. Краєвського, І. Лернера, М. Скаткіна та Д. Ельконіна, досвід творчої діяльності є самостійним структурним елементом змісту освіти. Досвід творчої діяльності включає в себе перенесення раніше засвоєних

знань у нову ситуацію, оригінальний погляд на проблему, альтернативу її вирішення, комбінування раніше засвоєних способів у новий тощо [6].

Як показує практика, розвиток творчої компетентності та формування готовності учнів до творчої діяльності може бути успішним за дотримання таких умов:

- формування творчих здібностей на індивідуальних заняттях, факультативах та гурткових заняттях;
- у позакласній роботі, а також у постійному контакті з батьками та дітьми для вироблення спільної системи стимулювання творчої активності дітей.

Вивчення творчих здібностей дітей є важливим питанням для педагогів і батьків. Як зазначає вчений В.О. Енгельгардт, «Здатність до творчості – найбільший дар, який природа дала людині на нескінченному шляху еволюції».

Для вирішення цієї проблеми насамперед необхідно психолого-педагогічно обґрунтувати зміст і методику навчально-виховного процесу, а педагогам – переглянути своє ставлення до дітей, їхніх потреб, бажань і запитів.

Діти з ООП не є самостійними і потребують постійної підтримки дорослих, що призводить до того, що вони позбавлені широкого кола контактів і не мають досвіду спілкування з іншими однолітками, який мають інші діти. Вони стикаються з низкою обмежень у різних видах діяльності, можливості набуття навичок та мотивації до різних видів діяльності суттєво обмежені. Їм важко опанувати навколишній світ і вони часто мають емоційні проблеми (боязкість, тривожність, страх тощо). Світ часто здається їм страшним і небезпечним. Часто не можуть висловити свої почуття і страхи в іграх так, як це роблять звичайні діти, що призводить до підвищеного емоційного стресу і проблем з поведінкою. Це є серйозною перешкодою для розвитку дітей.

Творчий розвиток дітей з ООП має великий потенціал у художньо-декоративній діяльності та використанні нетрадиційних технік (вітраж, гудзиківий колаж, пластилін, свічки, аплікації з обклеюванням та комбіновані аплікації). Ці техніки активізують індивідуальні здібності дітей через художнє самовираження [3].

Використання нових методів навчання необхідне для формування якостей, необхідних для творчості. Знімається страх невдачі, підвищується самооцінка, впевненість і напористість. Без самооцінки, самоповаги та впевненості немає місця для творчості та можливості презентувати свій матеріал [4].

Творчий розвиток також дуже важливий для дітей з ООП, тому що це пов'язано з тим, що творчий розвиток допомагає дітям усвідомити себе, долучитися до творчості та творення, отримати досвід успіху в певних сферах завдяки власним здібностям та зусиллям. Беручи участь у творчій діяльності, діти з порушеннями розвитку можуть пройти шлях від зацікавленості чимось до професійного самовизначення, що також важливо для успішної соціалізації через розвиток певних навичок.

Сприяючи розвитку творчих здібностей дітей з ООП, ми можемо створити умови для рівних можливостей для успішної адаптації та подальшого існування в суспільстві [7].

Розвиток творчої креативності учнів з ООП має поєднуватися з систематичним подоланням притаманних їм недоліків у трудовій діяльності. Одним з прийомів є аналіз дитячих робіт. Це пов'язано з тим, що роботи учнів можуть виявити наступне:

- існування систематичних і стійких моделей поведінки учня;
- рівень психічного та інтелектуального розвитку учня;
- академічну успішність учня та навчальні досягнення.

Правильно організована трудова, творча діяльність забезпечує учням психологічну, практичну, соціальну та творчу підготовку, що дає їм змогу йти самостійним життєвим і трудовим шляхом та розвивати звички, які приносять користь їм самим та іншим.

Основою творчої діяльності є когнітивні види діяльності, пізнавальна діяльність, уява, мислення, фантазія, мова та спілкування.

Вчителі мають допомагати учням працювати точно і творчо. При вивченні більш складних технічних операцій ступінь самостійності учня зростає, тому допомога вчителя

повинна зменшуватися. Учитель повинен допомагати учневі виконувати складніші технічні операції двома основними способами: заохочувати учня до вибору раціонального методу або способу виконання роботи, порівнювати вироби і моделі, знаходити і виправляти помилки.

Практична діяльність для учнів з особливими потребами відіграє провідну роль, оскільки вона є важливим елементом розвитку творчих здібностей учнів і включає в себе пізнавальну складову.

Розвиток творчих компетентностей також вимагає впровадження нових дидактичних і методичних засобів, які допомагають моделювати цілеспрямовані навчально-виховні процеси. Тому доцільно організувати роботу за такими напрямками:

- створення позитивної атмосфери в класі;
- оптимізація пам'яті, мислення, уваги та креативності;
- індивідуалізація та диференціація навчального процесу.

Велику увагу слід приділяти формуванню мотиваційної сфери учнів, систематично впроваджуючи позитивні навички та звички через пояснення, нагадування та практику, а також заохочуючи дітей діяти за власними мотивами, наприклад, "я роблю це, тому що це допоможе мені в майбутньому". Ми вважаємо, що таким чином діти з більшою ймовірністю зрозуміють, чого від них очікують.

Найважливіший принцип навчання полягає в тому, що діти повинні свідомо набувати вміння та навички. Тому на уроках, де практична діяльність закріплює знання, потрібно допомагати дітям проявляти творчість під час діяльності. Таким чином, отримані результати свідчать про те, що учні отримують необхідну теоретичну та практичну підготовку з предмета протягом досліджуваного періоду завдяки таким ефективним та раціональним методам навчання:

- застосування індивідуального та диференційованого підходів;
- використання міжпредметних зв'язків та організації колективної діяльності учнів;
- зосередження уваги учнів на вивченні ключових понять;
- застосування інтерактивних методів;
- вдосконалення вміння учнів вчитися самостійно.

Для цього практикуємо виконання творчих робіт, використовуємо тестовий контроль, роботу з інструкціями, наочними посібниками тощо.

Найважливіший принцип навчання полягає в тому, що діти свідомо набувають та засвоюють навички. Тому на заняттях, де знання закріплюються через практичну діяльність, потрібно допомагати дітям проявляти свою креативність під час творчих робіт.

Підсумовуючи результати, можна зробити висновок, що учні отримують необхідну теоретичну та практичну підготовку з предмету під час навчального процесу, використовуючи ефективні та раціональні методи навчання, такі як:

- застосування індивідуального та диференційованого підходів;
- використання міжпредметних зв'язків для організації колективної діяльності учнів;
- зосередження уваги учнів на вивченні ключових понять;
- застосування інтерактивних технологій.
- вдосконалення вміння учнів вчитися самостійно.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Таким чином, можна зробити висновок, що розвиток творчої діяльності необхідний як для дітей, що нормально розвиваються, так і для дітей з ООП; діти з ООП потребують допомоги у стимулюванні, спрямуванні та розвитку, як загального розвитку, так і розвитку творчих здібностей зокрема. Творчий розвиток відбувається як поза навчальною діяльністю дітей, так і на всіх заняттях.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Богоявленська, Д. Б. (2021). Психологія творчих здібностей. Київ: Академія. (Bogoyavlenska, D. B. (2021). Psychology of creative abilities. Kyiv: Academy).

2. Колупасва, А. А., Савчук, Л. О. (2020). Діти з особливими освітніми потребами та організація їх навчання. Видання доповнене та перероблене: науково-методичний посібник. Київ: Видавнича група. (Kolupaeva, A. A., Savchuk, L. O. (2020). Children with special educational needs and the organization of their education. The edition is supplemented and revised: a scientific and methodological manual. Kyiv: Publishing Group).
3. Боднар, В. (2011). Інклюзивне навчання як соціально-педагогічний феномен. Рідна школа, 3, 10–14. (Bodnar, V. (2011). Inclusive education as a socio-pedagogical phenomenon. Native school, 3, 10–14).
4. Малишевська, І. А. (2015). Етимологія поняття діти з особливими освітніми потребами. Освіта осіб з особливими потребами: шляхи розбудови, 9, 66–73. (Malyshevskaya, I. A. (2015). Etymology of the concept of children with special educational needs. Education of persons with special needs: ways of development, 9, 66–73).
5. Майборода, Н. І. (2006). Історія інвалідності як соціокультурне явище. Актуальні проблеми вітчизняної історії, 12, 296–304. (Maiboroda, N. I. (2006). History of disability as a sociocultural phenomenon. Actual problems of national history, 12, 296–304).
6. Мондич, О. В. (2023). Початкова школа: теоретичні аспекти творчого розвитку дітей з особливими освітніми потребами. Інноваційні підходи до розвитку компетентнісних якостей фахівців в умовах професійного становлення: матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції (Ізмаїл, 21 квітня 2023 р.). Запоріжжя: АА Тандем. (сс. 228–231). ISBN 978-966-488-219-1. (Mondych, O. V. (2023). Primary school: theoretical aspects of creative development of children with special educational needs. Innovative approaches to the development of the competence qualities of specialists in the conditions of professional development: materials of the VI International Scientific and Practical Conference (Izmail, April 21, 2023). Zaporizhzhia: AA Tandem. (pp. 228–231). ISBN 978-966-488-219-1).
7. Палилюцько, О. М., Завадська, І. М. (2023). Права осіб з інвалідністю: історичний екскурс. Інклюзія і суспільство, 1, 76–81. (Palilulko, O. M., Zavadskaya, I. M. (2023). Rights of persons with disabilities: a historical excursion. Inclusion and Society, 1, 76–81).
8. Прохоренко, Л. І., Ярмола, Н. А. (2021). Діти з особливими освітніми потребами – рівні серед рівних: Підсумки VII Міжнародного конгресу зі спеціальної педагогіки та психології «Діти з особливими потребами: від рівних прав – до рівних можливостей» (7–8 жовтня 2021 р., м. Київ). Вісник Національної академії педагогічних наук України, 3(2). Режим доступу: <https://visnyk.naps.gov.ua/index.php/journal/article/view/205/247>. (Prokhorenko, L. I., Yarmola, N. A. (2021). Children with special educational needs are equal among equals: Results of the VII International Congress on Special Pedagogy and Psychology "Children with special needs: from equal rights to equal opportunities" (October 7-8, 2021, Kyiv). Bulletin of the National Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine, 3(2). Access mode: <https://visnyk.naps.gov.ua/index.php/journal/article/view/205/247>).

Mondich O. Theoretical aspects of creative development of children with special educational needs in an inclusive space.

The current stage of development of the education system for children with special educational needs (hereinafter referred to as SEN) is characterized by the integration of general and special education. The search for rational and effective methods and effective forms of joint education of such children together with peers with a typical level of development is actively being conducted. Researchers emphasize that school-aged children with special educational needs are particularly sensitive and receptive. This indicates the need to support their ability to create and participate in live and creative activities. The article analyzed the theoretical justification of the features of the creative development of children with special needs in school conditions. Science has proven that school age is a sensitive period for the development of creativity. Creativity is one of the most meaningful forms of mental activity and is considered a universal ability that already at an early age leads to success in a wide range of activities. A creative child, a creative personality is the result of the entire lifestyle of a child with special

needs, communication and joint activities with adults, as well as individual activity and creative behavior of the child. That is why one of the main directions of our activity is the creation of a unified and coordinated system of identification, development, support and stimulation of creatively gifted children. Creativity increases the emotional tone of the individual, strengthens the emotional-volitional regulatory complex and, most importantly, actualizes a variety of positive experiences associated with effective work, experiencing joy from what has been achieved and done, a sense of confidence in one's abilities, one's creative potential and creative possibilities. This is an important area of work with children with special needs.

Key words: *children with special educational needs, peculiarities of creative development of children with special educational needs, integration.*

УДК 37.036 – 057.874:371.31:51(043.5) +372.851.2 +378 +376.68+37.04+374 +373.5
DOI 10.5281/zenodo.12569613

О. С. Чашечникова

ORCID ID 0000-0003-1101-5534

А. А. Ольшанська

Сумський державний педагогічний
університет імені А.С. Макаренка

НОВІ ФОРМАТИ ПРОВЕДЕННЯ КОНКУРСІВ З МАТЕМАТИКИ ТА ФІЗИКИ ЯК ОДИН ІЗ ШЛЯХІВ ПОДОЛАННЯ ОСВІТНІХ ВТРАТ

Враховуючі аналітичні звіти щодо навчальних втрат сучасних учнів вітчизняних шкіл, на основі аналізу форматів проведення олімпіад та конкурсів з математики та фізики, результати опитування, яке продемонструвало, що традиційний формат проведення традиційних олімпіад та конкурсів для більшості школярів не є цікавим. створено авторську модель конкурсу (особливості - тематичність, командність; міжпредметна інтеграція; залучення інструментів STEM-освіти; проєктна діяльність учасників). Системність підготовки учасників підсилюється тим, що на початку сезону підготовки члени команд мають можливість відвідати курс лекцій від фахівців задля створення підґрунтя для рівних стартових умов. Участь у конкурсі мотивує учнів до вивчення предмету, до самостійної навчальної діяльності, формується пізнавальна активність як умова ефективного подолання саме освітніх втрат. У школярів формується вміння аналізувати, критично мислити, розвивається нестандартне мислення. Участь у конкурсі сприяє соціалізації (розвиваються навички спілкування та співпраці у команді).

Відбуваються позитивні зрушення щодо подолання навчальних втрат з фізики та математики (спрямованість на вдосконалення та поглиблення знань, використання теоретичних знання на практиці). Через встановлення міжпредметних зв'язків стає більш ефективним процес створення у свідомості учасників конкурсу цілісної картини світу, формування теоретичного мислення. Покращилися й результати у навчанні математики: учні краще усвідомили необхідність використання математичного інструментарію у процесі вивчення фізики.

Ключові слова: *освітні втрати, конкурси та олімпіади з математики та фізики, новий формат проведення конкурсу з фізики, STEM-освіта.*

Постановка проблеми. З початком пандемії коронавірусної хвороби вірусу SARS-CoV-2 школи по всьому світу вимушено переходили на дистанційну форму навчання. З березня 2020 року це стало стосуватися українських закладів освіти [10]. Спостереження, а потім спеціальні моніторинги, показали поступове зниження рівня знань та вмінь учнів майже з усіх предметів, за даними ЮНІСЕФ, особливо у країнах із низьким і середнім рівнем доходу» [9]. Проблема падіння якості навчання учнів загострилась з початком

повномасштабних військових дій з лютого 2022 року [2]. Аналізуючи «Національний звіт за результатами Міжнародного дослідження якості освіти PISA-2022» [13], відмітимо, що результати українських учнів є нижчими за середні показники для країн ОЕСР у всіх трьох галузях (з математики на 31 бал, з природничо-наукових дисциплін на 35 балів, із читання на 48 балів). Естонія, Польща, Словацька Республіка випереджають Україну за результатами цього дослідження, Грузія, Болгарія та Молдова мають нижчі середні бали з усіх трьох предметних галузей PISA. Відмічають [13], що з 2018 року з об'єктивних причин відбулися зміни як у кількісному, так і у якісному складі школярів. У PISA-2022 брали участь учні лише 18 регіонів України. Рівень успішності учнівства у 2022 р. погіршився порівняно з результатами попереднього циклу: з математики погіршення відбулося на 12 балів, з природничо-наукових дисциплін на 19 балів, із читання на 38 балів.

Нами також протягом 2022-2023 та 2023-2024 навчальних років було проведено анкетування 346 учнів м. Суми та Сумської області. Проведені нами дослідження продемонстрували, що, незважаючи на всі зусилля вчителів, відбулося зниження мотивації до навчання взагалі на фоні стресу (з 346 опитаних учнів це відмітили 57,8%), більший рівень втомленості учнів саме від онлайн навчання (98,6%). 69,4% учнів відмітили, що бажали би урізноманітнити свою діяльність з предмету, але 34,6% зазначили: формат проведення традиційних олімпіад та конкурсів для них не є цікавим. Тому одним із шляхів урізноманітнення навчальної діяльності з математики / фізики вбачаємо у зміні їх формату, що враховувало б сучасні умови.

Тому **метою статті** є створення концепції конкурсу з математики / фізики оновленого формату, що враховує сучасні умови, спрямованого на підвищення мотивації учнів до навчання.

Аналіз актуальних досліджень та виклад основного матеріалу. Нами у дослідженнях (1997, 2011) [6; 8] було визначено, що критеріями вибору форми організації проведення заняття з предмету є навчальні цілі; наявний рівень розвитку відповідних здібностей учнів; профіль навчання тощо. Ми зазначали, що на вибір методів навчання впливають зміст конкретної теми, термін її вивчення, мета конкретного заняття; психолого-педагогічні особливості учнів конкретної групи, рівень їхньої підготовленості; матеріально-технічне забезпечення навчального закладу. На даному етапі відмітимо також важливість врахування досвіду учнів використовувати сучасні гаджети та їх доступність для учнів. Але вже новим для школярів, нетрадиційним зараз стає саме виконання практичних робіт не у віртуальному просторі, а у реальному, і саме це, як демонструє спостереження та анкетування мотивує школярів, спонукає учня до неформальної актуалізації знань та вмінь, формує спроможність до самомотивованої самостійної, дослідницької діяльності.

Проаналізувавши власний досвід роботи у підготовці учнів до участі у олімпіадах [4; 5; 7; 11], досвід роботи у журі ТЮМ, олімпіадах з математики різних рівнів та напрямків (Чашечникова О. С.) та досвід участі в олімпіадах та підготовки до них учнів (Ковнер-Ольшанська А. А., на той час вчитель ССШ №15 м. Суми), ми окреслили напрямок роботи по оновленню формату проведення олімпіад з фізики та математики – використання інструментів STEM-освіти.

На практиці, починаючи з 2022/2023 навчального року під час проведення уроків з математики та фізики було використано такі інструменти STEM-освіти:

- 1) Lego для створення блок-схем;
- 2) елементи орігамі для створення моделей просторових фігур;
- 3) створення майндмепс для структуризації знань;
- 4) малювання та креслення з метою розвитку просторової уяви та просторового мислення;
- 5) конструювання об'єктів (виготовлення моделей молекул у вигляді многогранників із спеціальних наборів або із підручних засобів, рис. 1);
- 6) пленерні заняття (за можливістю в умовах змішаного навчання);

- 7) інтегровані уроки;
- 8) використання онлайн лабораторій та симуляцій (зокрема, на сайті Колорадського університету у Боулдері [3] можна знайти середовище для створення симуляцій різних фізичних явищ);
- 9) активна робота учнів (індивідуально чи групова) над проектом, що дозволяє усвідомити міжпредметні зв'язки (математика – фізика, проведення експериментів та побудова математичних моделей задач);
- 10) поміркована гейміфікація;
- 11) захист міні-проектів.



Рис. 1. Набори для виготовлення моделей молекул

Було проведено фрагмент педагогічного експерименту (ССШ 15 м. Суми, А. А. Ольшанська (Ковнер)) з метою оцінити вплив використання елементів STEM-освіти на результати вивчення двох розділів курсу фізики 7 класу. Всього брали участь 69 учнів. Перша група (24 учня) працювала із запровадженням технологій STEM-освіти; друга (45 учнів) навчалася за традиційною методикою. До початку експерименту було проведено тестування з математики для цих учнів, що показало: в обох групах відсоток учнів, що навчаються на високому та достатньому рівнях майже однаковий (різниця в межах 4-4,5%).

Задля оцінки творчого розвитку учням періодично ставилися завдання розв'язати практичну задачу, залучаючи знання з конкретної теми, із застосуванням обмеженого переліку підручних засобів. Відсоток учнів першої групи, що справлялися із такими завданнями, у середньому 41,67% на противагу 24,44% учнів із другої групи. Аналіз робіт вказує на те, що учні першої групи краще справляються із завданням, коли потрібно застосувати отримані знання та навички на практиці, вони можуть покроково описати хід виконання роботи, показали спроможність нестандартно використовувати підручні засоби.

Звичайно, вибірка не є репрезентативною. Але саме на початку вивчення шкільного курсу фізики у 7 класі учні ще не мають негативного чи позитивного досвіду у вивченні цієї дисципліни, використовується нескладні математичні обчислення, отже стартові умови відрізняються мало у школярів, що навчалися в одному навчальному закладі (у даному випадку всі учні у 1-6 класах навчалися за освітньою програмою за технологією «Росток»). Отже, можемо визначити подальший напрямок роботи: по оновленню формату проведення олімпіад та конкурсів з фізики та математики – використання інструментів STEM-освіти.

Розробляючи формат конкурсу, проаналізували моделі Всеукраїнських олімпіад з фізики та математики, Всеукраїнського турніру юних фізиків, конкурсу Genius Olympiad Ukraine.

Відмінність між IV етапами Всеукраїнської олімпіади з фізики та Всеукраїнської олімпіади з математики у практичній спрямованості завдань олімпіади з фізики. Не завжди учні, що володіють достатньою базою теоретичних знань, можуть застосувати їх на практиці. Учень, що формально має належний рівень знань з математики, не завжди спроможний на належному рівні використовувати їх для виконання компетентнісних завдань, а тим більше, – для виконання завдань з реального життя. Завдання ж IV етапу Всеукраїнської олімпіади з фізики передбачають наявність не лише теоретичних знань, що їх учень демонструє під час розв'язування задач, а й практичних навичок, які допомагають

учню впоратися із завданням практичного туру та виконати власний експеримент, детально описати процес його проведення та опрацювати результати.

Всеукраїнський турнір юних фізиків передбачає попередню підготовку учасників, їх командну роботу над визначеною кількістю поставлених завдань, можливість відмовитися від виконання завдань з окремих тем.

Нами пропонується наступна модель конкурсу:

1. Конкурс є тематичним. Перед початком етапу підготовки організаторами конкурсу повідомляється «Тема сезону» (орієнтовно, середина серпня). «Тема сезону» має бути актуальною (глобально, актуальною для країни).
2. Конкурс є командним. Склад команди: 4 члени команди та 1 тренер. Формуються команди середньої ланки (12-14 років) та старшої (15-17 років).

Перед початком проведення конкурсу команди інформують про необхідний перелік підручних засобів, технічного забезпечення. Це може допомогти їм зорієнтуватися, на що саме необхідно орієнтуватись в ході підготовки до виконання завдань. Система підготовки схожа на систему підготовки до конкурсу GENIUS Olympiad Ukraine [12].

Сформовані команди на початку сезону підготовки мають можливість відвідати курс лекцій від фахівців.

Мета: створити підґрунтя для рівних стартових умов (лектори ознайомлюють з актуальністю теми сезону, з новітніми розробками в галузі, з джерелами для подальшого самостійного опрацювання інформації (науково-популярні / наукові статті / брошури, відеолекції, блоги, сайти, подкасти). Анонси лекцій пропонуються заздалегідь, тому члени команд мають можливість підготуватися до свідомого сприйняття інформації (попереднє міні-дослідження з теми).

3. Завдання команди отримують безпосередньо під час проведення конкурсу.

I день роботи. Команди отримують завдання. Термін виконання: 2,5–3,5 години. Проектний характер виконання завдання передбачає використання інструментів STEM-освіти. Після виконання результати спочатку демонструються журі. При цьому проводиться відеозапис. Журі оцінює результат виконання, задаються запитання (на цьому етапі відеозапис не відбувається). Ця процедура займає не більше 1,5 годин.

Відеозапис (без коментарів журі та без відповідей на запитання) передається команді опонентів. Опоненти мають можливість опрацювати результати, знайти можливі недоліки, шляхів удосконалення запропонованого рішення.

II день роботи. Команди виступають із оцінкою роботи опонента та пропозиціями щодо її удосконалення. Відбувається дискусія.

Журі оцінює виконання: розв'язання (правильність, раціональність); якість доповіді та відповідей на запитання журі; якість роботи в ролі опонента.

Порівняння розробленого авторського конкурсу з традиційними конкурсами та олімпіадами з математики та фізики [1] проведено нами за такими критеріями: тематичність; міжпредметна інтеграція; залучення інструментів STEM-освіти; проекта діяльність учасників; командність; системність підготовки учасників (табл. 1).

Таблиця 1

Порівняння авторського конкурсу з традиційними конкурсами та олімпіадами з математики та фізики

№	Критерій порівняння	Всеукраїнська олімпіада з фізики	Всеукраїнська олімпіада з математики	Всеукраїнський турнір юних фізиків	Всеукраїнський турнір юних математиків	Авторський конкурс
1	Тематичність	ні	ні	ні	ні	так
2	Міжпредметна інтеграція	умовна	умовна	так	умовна	так
3	Залучення інструментів STEM освіти	присутнє	ні	присутнє	ні	на всіх етапах
4	Проектна діяльність учасників	умовна	ні	так	ні	так
5	Командність	ні	ні	так	так	так
6	Системність підготовки учасників	Цілеспрямована. Орієнтир – відомі конкретні напрямки та завдання з попередніх років	Цілеспрямована. Орієнтир – відомі конкретні напрямки та завдання з попередніх років	Цілеспрямована. Орієнтир – відомі завдання.	Цілеспрямована. Орієнтир – відомі завдання	Цілеспрямована. Орієнтир – Тема року.

У процесі підготовки кваліфікаційної роботи А. А. Ольшанською (Ковнер) проведено фрагмент конкурсу між учнями одної паралелі (дві команди). Зміни: тема була відома не до початку навчального року, а у жовтні. Конкурс проводився на початку зимових канікул.

Проведення конкурсу за запропонованою схемою виявився доволі ресурсозатратним. Однак, результати проведення виявились позитивними. Як показали результати навчання учнів з фізики у другому семестрі, участь у конкурсі мотивує в до вивчення предмету, до самостійної навчальної діяльності, формує пізнавальну активність, допомагає поглибити знання, спонукає використовувати теоретичні знання на практиці; розвиває навички спілкування та співпраці у команді.

Вивчення та обговорення проєктів опонентів сприяє формуванню у школярів вміння аналізувати, критичного мислення, створення пропозицій з удосконалення – формуванню нестандартного мислення.

Через встановлення міжпредметних зв'язків стає більш ефективним процес створення у свідомості учасників конкурсу цілісної картини світу, формування теоретичного мислення. Покращилися й результати у навчанні математики: учні краще усвідомили необхідність використання математичного інструментарію у процесі вивчення фізики, а отже – необхідність приділяти більше уваги вивченню математики (за спостереженнями, більший вплив на хлопців).

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. З метою подолання освітніх втрат на сучасному етапі доцільно урізноманітнювати формати проведення олімпіад та конкурсів з математики та фізики. Формат авторського конкурсу деякою

мірою схожий на формат турнірів з фізики та математики, але й враховує особливості проведення конкурсу GENIUS Olympiad Ukraine (система підготовки). Конкурс є тематичним, командним; реалізується міжпредметна інтеграція; залучаються інструменти STEM-освіти; відбувається проєктна діяльність учасників. Системність підготовки учасників підсилюється тим, що на початку сезону підготовки члени команд мають можливість відвідати курс лекцій від фахівців задля створення підґрунтя для рівних стартових умов. Участь у конкурсі мотивує учнів до вивчення предмету, до самостійної навчальної діяльності, формується пізнавальна активність як умова ефективного подолання саме освітніх втрат. У школярів формується вміння аналізувати, критично мислити, розвивається нестандартне мислення. Участь у конкурсі сприяє соціалізації (розвиваються навички спілкування та співпраці у команді).

Відбуваються позитивні зрушення щодо подолання навчальних втрат з фізики та математики (спрямованість на вдосконалення та поглиблення знань, використання теоретичних знань на практиці). Через встановлення міжпредметних зв'язків стає більш ефективним процес створення у свідомості учасників конкурсу цілісної картини світу, формування теоретичного мислення. Покрашилися й результати у навчанні математики: учні краще усвідомили необхідність використання математичного інструментарію у процесі вивчення фізики.

Напрямок подальшого дослідження вважаємо проведення пошукового етапу педагогічного експерименту щодо впливу участі у конкурсі такого формату учнів різних вікових категорій та з різними напрямками пізнавальних інтересів.

Chashechnikova O., Olshanska A. New formats of mathematics and physics competitions as one of the ways to overcome educational losses.

Taking into account the analytical reports on the educational losses of modern students of domestic schools, based on the analysis of the formats of conducting olympiads and competitions in mathematics and physics, the results of a survey, which demonstrated that the traditional format of conducting traditional olympiads and competitions is not interesting for the majority of schoolchildren. the author's model of the competition was created (features - thematic nature, teamwork; interdisciplinary integration; involvement of STEM education tools; project activities of participants). Systematic training of participants is strengthened by the fact that at the beginning of the training season, team members have the opportunity to attend a course of lectures from specialists in order to create a foundation for equal starting conditions. Participation in the competition motivates students to study the subject, to independent educational activities, cognitive activity is formed as a condition for effectively overcoming educational losses. Schoolchildren develop the ability to analyze, think critically, develop non-standard thinking. Participation in the competition contributes to socialization (develops skills of communication and cooperation in a team).

There are positive developments in overcoming learning losses in physics and mathematics (a focus on improving and deepening knowledge, using theoretical knowledge in practice). Through the establishment of intersubject connections, the process of creating a complete picture of the world in the minds of the participants of the competition, the formation of theoretical thinking, becomes more effective. Results in mathematics education also improved: students better understood the need to use mathematical tools in the process of studying physics.

Key words: *educational losses, competitions and olympiads in mathematics and physics, new format of conducting a competition in physics, STEM education.*

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Більше практики, інновацій і нагород: як осучаснити шкільні олімпіади – думки освітян, учасників та організаторів. Нова українська школа. Режим доступу: <https://nus.org.ua/articles/bilshe-praktyku-innovatsij-i-nagorod-yak-osuchasnyt-y-shkilni-olimpiady-dumky-osvityan-uchasnykiv-ta-organizatoriv>. (More practice, innovation and awards: how to modernize

- school Olympiads – opinions of educators, participants and organizers. New Ukrainian school. Retrieved from: <https://nus.org.ua/articles/bilshe-praktyky-innovatsij-i-nagorod-yak-osuchasnyt-y-shkilni-olimpiady-dumky-osvityan-uchasnykiv-ta-organizatoriv>).
2. Дослідження якості організації освітнього процесу в умовах війни у 2022/2023 навчальному році. Режим доступу: <https://sqe.gov.ua/diyalnist/monitoringovi-doslidzhennya/opituvannya-doslidzhennya-vivchennya-za-2023/> (Study of the quality of the organization of the educational process in the conditions of war in the 2022/2023 academic year). Retrieved from: <https://sqe.gov.ua/diyalnist/monitoringovi-doslidzhennya/opituvannya-doslidzhennya-vivchennya-za-2023/>).
 3. Інтерактивні симуляції для природничих наук і математики. Онлайн-платформа. Режим доступу: phet.colorado.edu/uk. (Interactive simulations for natural sciences and mathematics. Online platform. Retrieved from: phet.colorado.edu/uk).
 4. Правила WRO 2018 – Всеукраїнський фестиваль робототехніки. Режим доступу: <https://robotica.in.ua/pravila-wro-2018/> (Rules of WRO 2018 - All-Ukrainian Festival of Robotics. Retrieved from: <https://robotica.in.ua/pravila-wro-2018/>).
 5. Чашечникова, О. С., Чашечникова, Л. Г. (2010). Олімпіади з математики для всіх школярів. Організація підготовки та самопідготовки учня. Нова педагогічна думка. Науково-методичний журнал, 2, 17-19. (Chashechnikova, O. S., Chashechnikova, L. G. (2010). Mathematics Olympiads for all schoolchildren. Organization of training and self-training of the student. A new pedagogical thought. Scientific and methodical journal, 2, 17-19).
 6. Чашечникова, О. С. (1997). Розвиток математичних здібностей учнів основної школи (дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02). Київ. (Chashechnikova, O. S. (1997). Development of mathematical abilities of elementary school students (PhD thesis). Kyiv).
 7. Чашечникова, О. С. (2013). Специфіка використання організаційних форм і методів математики з метою розвитку творчого мислення учнів. Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології, 5, 187-197. (Chashechnikova, O. S. (2013). The specifics of using organizational forms and methods of mathematics for the purpose of developing students' creative thinking. Pedagogical sciences: theory, history, innovative technologies, 5, 187-197).
 8. Чашечникова, О. С. (2011). Теоретико-методичні основи формування і розвитку творчого мислення учнів в умовах диференційованого навчання математики (дис. ... докт. пед. наук: 13.00.02). Суми. (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).
 9. Через COVID-19 освіта зазнала «майже незворотніх» втрат, застерігає ЮНІСЕФ: прес-реліз за 24 січня 2022 р. Режим доступу: www.unicef.org/ukraine/press-releases/covid19-scale-education-loss-nearly-ins-urmountable-warns-unicef. (Due to COVID-19, education has suffered «almost irreversible» losses, warns UNICEF: press release for January 24, 2022. Retrieved from: www.unicef.org/ukraine/press-releases/covid19-scale-education-loss-nearly-ins-urmountable-warns-unicef).
 10. Sarnita, F., Fitriani, A., Anhar, Utama, J., Rahma Suwarma, I., Widia. (2021). Application of STEM-based online learning to train creative skills of students in covid-19 pandemic periods. Journal of Physics Conference Series. 1806(1):012039, 10.1088/1742-6596/1806/1/012039.
 11. Garner, M., Rudchenko, T., Watson, V., Chashechnikova, O. (2018). Mathematics after School in Ukraine American Journal of Educational Research, 6(8), 1117-1126.
 12. GENIUS Olympiad in Ukraine. Режим доступу: <https://ukraine.geniusolympiad.org/aboutUs.html>. («Олімпіада геніїв України». Retrieved from: <https://ukraine.geniusolympiad.org/aboutUs.html>).
 13. Національний звіт за результатами міжнародного дослідження якості освіти PISA-2022. Режим доступу: https://pisa.testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2023/12/PISA-2022_Naczionalnyj-zvit_povnyj.pdf. (National report on the results of the international study of the quality of education PISA-2022. Режим доступу: https://pisa.testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2023/12/PISA-2022_Naczionalnyj-zvit_povnyj.pdf).

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1. АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ НАВЧАННЯ	
ДИСЦИПЛІН ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ В ШКОЛІ ТА ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ РІЗНИХ РІВНІВ АКРЕДИТАЦІЇ	5
ВАСИЛЬЄВА Д. В., БУКАЛОВ Л. Л. ФОРМУВАЛЬНЕ ОЦІНЮВАННЯ У НАВЧАННІ МАТЕМАТИКИ	5
ГОРДІЄНКО І. В., КОМАРНИЦЬКА Л. І. ВИКОРИСТАННЯ АНАЛОГІЇ ПРИ ВИКЛАДАННІ ВИЩОЇ АЛГЕБРИ	13
ДЕМЧЕНКО О. Г., КОЛОМІЄЦЬ О. М. ОДНЕ ГЕОМЕТРИЧНЕ МІСЦЕ ТОЧОК, ЯКЕ ПОВ'ЯЗАНЕ З ОПЕРАЦІЯМИ НАД ВІДСТАННЯМИ	19
ОДІНЦОВА О. О., КРАСУЦЬКА С. В. ДО ПИТАННЯ ВИЯВЛЕННЯ ПРОБЛЕМ ПРИ НАВЧАННІ ДЕЯКИМ ТЕОРЕМАМ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ГЕОМЕТРІЇ ПОГЛИБЛЕНОГО РІВНЯ ТА ШЛЯХІВ ЇХ ПОДОЛАННЯ (ЧАСТИНА ПЕРША: ПРОБЛЕМИ).....	25
ПРАЦЬОВИТИЙ М. В., ПРАВИЦКА Н. С. МЕТОД ГЕОМЕТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ – ОДИН З ОСНОВНИХ МЕТОДІВ ЕЛЕМЕНТАРНОЇ ГЕОМЕТРІЇ.....	31
СОЛОВЕЙ Л. Я., ЛОТЮК Ю. Г. РОЛЬ МАТЕМАТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ У ПРОФЕСІЙНОМУ ФОРМУВАННІ МАЙБУТНЬОГО ПРОГРАМІСТА	39
ФЕДІВ В. І., ОЛАР О. І., БІРЮКОВА Т. В. КОНЦЕПЦІЯ ВИКЛАДАННЯ ПРИРОДНИЧОЇ ДИСЦИПЛІНИ ЯК STEM КОМПОНЕНТИ У ФАРМАЦЕВТИЧНІЙ ОСВІТІ	46
ХАРЧЕНКО Ю. В., БАБЕНКО О. М. ВИКОРИСТАННЯ АЛГОРИТМІЧНИХ БЛОК-СХЕМ ПРИ ВИВЧЕННІ ХІМІЇ.....	53
ЧАШЕЧНИКОВА О. С., БЕЗЛЮДНА Т. Г. СПЕЦИФІКА ОЗНАЙОМЛЕННЯ СУЧАСНИХ СТАРШОКЛАСНИКІВ ІЗ ЛОГІЧНОЮ ПОБУДОВОЮ ГЕОМЕТРІЇ НА АКСІОМАТИЧНІЙ ОСНОВІ	65
РОЗДІЛ 2. СПРЯМОВАНІСТЬ НАВЧАННЯ ДИСЦИПЛІН ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ НА РОЗВИТОК ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ УМІНЬ ТА ТВОРЧИХ ЗДІБНОСТЕЙ УЧНІВ ТА СТУДЕНТІВ	76
БОНДАРЧУК В. М., ГОЛОВНЯ Р. М., СВЕРЧЕВСЬКА І. А. ВИКОРИСТАННЯ ВИЗНАЧНИХ ІСТОРИЧНИХ ЗАДАЧ ДЛЯ РОЗВИТКУ КРЕАТИВНОГО МИСЛЕННЯ ЯК СКЛАДОВОЇ МАТЕМАТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ	76
ДУДКА О. М., АНТОНІВ О. М., ТАРАС Т. І. ФОРМУВАННЯ В УЧНІВ КОМПЕТЕНТНОСТІ У ПРИРОДНИЧИХ НАУКАХ ЗАСОБАМИ STEAM-ПРОЄКТІВ	82
КАРУПУ О. В., ОЛЕШКО Т. А., ПАХНЕНКО В. В. ДЕЯКІ АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ВИКЛАДАННЯ ТЕОРІЇ ЙМОВІРНОСТЕЙ АНГЛІЙСЬКОЮ МОВОЮ В НАЦІОНАЛЬНОМУ АВІАЦІЙНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ.....	88
ТАРАСЕНКОВА Н. А., АКУЛЕНКО І. А. ОРГАНІЗАЦІЯ НАВЧАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ У НАВЧАННІ АЛГЕБРИ В 7 КЛАСІ НУШ	96
ХОМ'ЮК І. В., КИРИЛАЩУК С. А., ХОМ'ЮК В. В., САЧАНЮК-КАВЕЦЬКА Н. В. ФОРМУВАННЯ ЛОГІКО-АНАЛІТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ НА ЗАНЯТТЯХ З ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ	104
РОЗДІЛ 3. ПРОБЛЕМА УДОСКОНАЛЕННЯ ПІДГОТОВКИ ВЧИТЕЛІВ ПРЕДМЕТІВ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ	112
КОНДРАТЮК С. М. СТРУКТУРНІ КОМПОНЕНТИ ПРОФЕСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ВЧИТЕЛЯ ПОЧАТКОВИХ КЛАСІВ З ОРГАНІЗАЦІЇ ЗДОРОВ'ЯЗБЕРЕЖУВАЛЬНОГО ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ	112
КОРОЛЬСЬКИЙ В. В., БОБИЛЄВ Д. Є. ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ПРОЄКТІВ ПРИ НАВЧАННІ РОЗДІЛУ МАТЕМАТИЧНОГО АНАЛІЗУ «ЧИСЛОВІ РЯДИ» МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ	120
ПАЩЕНКО З. Д., ТУРКА Т. В., СТЬОПКІН А. В. ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ВЧИТЕЛЯ МАТЕМАТИКИ.....	127
ЧУВАСОВ М. О. КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ПЕДАГОГІВ ДО ДІАГНОСТИЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ	134

РОЗДІЛ 4. ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНИЙ СУПРОВІД РОЗВИТКУ ТВОРЧОЇ ОСОБИСТОСТІ В ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ДИСЦИПЛІН ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ	142
БАЗУРІН В. М. ОСОБЛИВОСТІ НАВЧАННЯ МАЙБУТНІХ БАКАЛАВРІВ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ОСНОВ ПРОГРАМУВАННЯ НА МОВІ KOTLIN.....	142
ПЕТРЕНКО С. І., ПАРФИЛО К. ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО НАВЧАННЯ УЧНІВ	148
РЯБКО А. В., ТОЛМАЧОВ В. С., ІГНАТЕНКО О. В. МОБІЛЬНЕ НАВЧАННЯ У ШКІЛЬНОМУ ФІЗИЧНОМУ ЕКСПЕРИМЕНТІ.....	155
САЧАНЮК-КАВЕЦЬКА Н. В., ПРОЗОР О. П., КОЛОМІЄЦЬ А. А. ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ ОНЛАЙН-КАЛЬКУЛЯТОРІВ У НАВЧАННІ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ НА ПРИКЛАДІ ТЕМИ «НЕВИЗНАЧЕНИЙ ІНТЕГРАЛ».....	161
ХОМ'ЮК І. В., ХОМ'ЮК В. В. ГОТОВНІСТЬ СТУДЕНТІВ ТЕХНІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ ДО ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ.....	168
РОЗДІЛ 5. ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНИЙ СУПРОВІД РОЗВИТКУ ТВОРЧОЇ ОСОБИСТОСТІ В ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ДИСЦИПЛІН ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ	175
ДЗЮБА М. В., ТИМКІВ І. Р., БАБЧУК Е. Р. ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНІ АСПЕКТИ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ НАВЧАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН В УМОВАХ ВІЙНИ.....	175
МОНДИЧ О. В. МЕТОДИКА ОЗНАЙОМЛЕННЯ ДІТЕЙ З ПРИРОДНИМ ДОВКІЛЛЯМ В ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ З ІНКЛЮЗИВНИМИ ГРУПАМИ ТА КЛАСАМИ ЯК ПЕРША ЛАНКА ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ.....	180
МОНДИЧ О. В. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ТВОРЧОГО РОЗВИТКУ ДІТЕЙ З ОСОБЛИВИМИ ОСВІТНИМИ ПОТРЕБАМИ В ІНКЛЮЗИВНОМУ ПРОСТОРІ	188
ЧАШЕЧНИКОВА О. С., ОЛЬШАНСЬКА А. А. НОВІ ФОРМАТИ ПРОВЕДЕННЯ КОНКУРСІВ З МАТЕМАТИКИ ТА ФІЗИКИ ЯК ОДИН ІЗ ШЛЯХІВ ПОДОЛАННЯ ОСВІТНИХ ВТРАТ	194

CONTENTS

SECTION 1. CURRENT ISSUES ENHANCE LEARNING DISCIPLINES NATURAL MATHEMATICAL CYCLE IN SCHOOLS AND VOCATIONAL EDUCATION	5
VASYLIEVA D., BUKALOV L. FORMATIVE ASSESSMENT IN MATHEMATICS TEACHING FORMATIVE ASSESSMENT IN MATHEMATICS TEACHING	5
HORDIENKO I. V., KOMARNYTSKA L. I. USING THE ANALOGY IN TEACHING HIGHER ALGEBRA.....	13
DEMCHENKO O., KOLOMIETS O. ONE GEOMETRIC LOCUS OF POINTS ASSOCIATED WITH OPERATIONS ON DISTANCES.....	19
ODINTSOVA O. O. KRASUTS'KA S. V. ON THEISSUE OF IDENTIFYING PROBLEMS IN TEACHINGSOME THEOREMS IN THE ADVANCED GEOMETRY'SSCHOOL CURRICULUM AND THE WAYS TO OVERCOME THEM.PART 1: PROBLEMS.....	25
PRATSIOVYTYI M. V., PRAVITSKA N. S. THE METHOD OF GEOMETRIC TRANSFORMATIONS AS ONE OF THE MAIN METHODS OF ELEMENTARY GEOMETRY	31
SOLOVEY L. YA., LOTIUK YU. H. THE ROLE OF MATHEMATICAL TRAINING IN THE PROFESSIONAL FORMATION OF THE FUTURE PROGRAMMER	39
FEDIV V. I., OLAR O. I., BIRIUKOVA T. V. THE CONCEPT OF NATURAL SCIENCE TEACHING AS A STEM-COMPONENT IN PHARMACEUTICAL EDUCATION.....	46
KHARCHENKO YU. V., BABENKO O. M. THE USE OF ALGORITHMIC FLOWCHARTS IN CHEMISTRY EDUCATION.....	53
CHASHECHNIKOVA O., BEZLUDNA T. SPECIFICITY OF FAMILIARITY OF MODERN STUDENTS WITH THE LOGICAL STRUCTURE OF GEOMETRY ON AN AXIOMATIC BASIS	65
SECTION 2. ORIENTATION TRAINING DISCIPLINES OF NATURAL AND MATHEMATICAL CYCLE ON DEVELOPMENT OF INTELLECTUAL SKILLS AND CREATIVE ABILITIES STUDENTS	76
BONDARCHUK V. M., HOLOVNIYA R. M., SVERCHEVSKA I. A. USING FAMOUS HISTORICAL PROBLEMS FOR CREATIVE THINKING DEVELOPMENT AS MATHEMATICAL COMPETENCE COMPONENT	76
DUDKA O., ANTONIV O., TARAS T. FORMATION OF SCHOOL STUDENTS' COMPETENCE IN NATURAL SCIENCES BY MEANS OF STEAM-PROJECTS	82
KARUPU O. W., OLESHKO T. A., PAKHNENKO V. V. ON SOME ACTUAL PROBLEMS OF TEACHING TO PROBABILITY THEORY IN ENGLISH AT THE NATIONAL AVIATION UNIVERSITY	88
TARASENKOVA N. A., AKULENKO I. A. ORGANIZATION OF EDUCATIONAL RESEARCH IN TEACHING ALGEBRA IN K-7 IN NEW UKRAINIAN SCHOOL	96
KHOMYUK I. V., KYRYLASHCHUK S. A., KHOMYUK V. V., SACHANIUK-KAVETS'KA. N. V. FORMATION OF LOGICAL AND ANALYTICAL COMPETENCE OF FUTURE ENGINEERS IN HIGHER MATHEMATICS CLASSES	104
SECTION 3. PROBLEMS OF IMPROVING THE PREPARATION OF TEACHERS AN OBJECT OF MATHEMATICAL CYCLE	112
KONDRATIUK S. M. STRUCTURAL COMPONENTS OF A PRIMARY SCHOOL TEACHER'S PROFESSIONAL ACTIVITY IN THE ORGANIZATION OF HEALTH-IMPROVING EDUCATIONAL PROCESS	112
KOROLSKIY V., BOBYLIEV D. USING THE PROJECT METHOD IN TEACHING THE CHAPTER OF MATHEMATICAL ANALYSIS «NUMBER SERIES» TO FUTURE TEACHERS OF MATHEMATICS.....	120
PASHCHENKO Z. D., TURKAT. V., STOPKIN A. V. FORMATION OF PROFESSIONAL COMPETENCES OF MATHEMATICS TEACHERS.....	127
CHUVASOV M. O. CONCEPTUAL PRINCIPLES OF PREPARATION OF FUTURE TEACHERS FOR DIAGNOSTIC ACTIVITIES.....	134
SECTION 4. PSYCHOLOGICAL AND PEDAGOGICAL SUPPOR OF PERSONALITY DEVELOPMENT IN THE PROCESS OF TEACHING THE DISCIPLINES OF THE NATURAL-MATHEMATICAL CYCLE	142
BAZURIN V. M. FEATURES OF EDUCATION OF FUTURE BACHELORS OF COMPUTER SCIENCES IN THE FUNDAMENTALS OF PROGRAMMING IN THE KOTLIN LANGUAGE	142

PETRENKO S., PARFILO K.. THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR INDIVIDUALIZED STUDENT LEARNING	148
RIABKO A. V., TOLMACHOV V. S., IGNATENKO O. V. MOBILE LEARNING IN THE SCHOOL PHYSICS EXPERIMENT.....	155
SACHANIUK-KAVETS'KA N. V., PROZOR O. P., KOLOMIETS A. A. THE USE OF INTERACTIVE ONLINE CALCULATORS IN TEACHING HIGHER MATHEMATICS USING THE EXAMPLE OF THE TOPIC «INDEFINITE INTEGRAL»	164
KHOMYUK I. V., KHOMYUK V. V. READINESS OF TECHNICAL SPECIALTY STUDENTS TO USE INTERNET TECHNOLOGIES IN THE PROCESS OF STUDYING HIGHER MATHEMATICS.....	168
SECTION 5. PSYCHOLOGICAL AND PEDAGOGICAL SUPPORT	
OF PERSONALITY DEVELOPMENT IN THE PROCESS OF TEACHING THE DISCIPLINES OF THE NATURAL-MATHEMATICAL CYCLE	
DZIUBA M. V., TYMKIV I. R., BABCHUK E. R. PSYCHOLOGICAL AND PEDAGOGICAL ASPECTS OF THE DIGITALIZATION OF THE PROCESS OF TEACHING MATHEMATICAL DISCIPLINES IN THE CONDITIONS OF WAR	175
MONDICH O. METHODS OF FAMILIARIZING CHILDREN WITH THE NATURAL ENVIRONMENT IN INSTITUTIONS WITH INCLUSIVE EDUCATION AS THE FIRST LINK OF THE FORMATION OF ENVIRONMENTAL COMPETENCE	180
MONDICH O. THEORETICAL ASPECTS OF CREATIVE DEVELOPMENT OF CHILDREN WITH SPECIAL EDUCATIONAL NEEDS IN AN INCLUSIVE SPACE	188
CHASHECHNIKOVA O., OLSHANSKA A. NEW FORMATS OF MATHEMATICS AND PHYSICS COMPETITIONS AS ONE OF THE WAYS TO OVERCOME EDUCATIONAL LOSSES	194

АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК

А		О	
Акуленко І. А.....	96	Одінцова О. О.	25
Антонів О. М.....	82	Олар О. І.....	46
Б		Олешко Т. А.....	88
Бабенко О. М.....	53	Ольшанська А. А.....	194
Бабчук Е. Р.....	175	П	
Базурін В. М.....	142	Парфило К.....	148
Безлюдна Т. Г.....	65	Пахненко В. В.....	88
Бірюкова Т. В.....	46	Пашенко З. Д.....	127
Бобилєв Д. Є.....	120	Петренко С. І.....	148
Бондарчук В. М.....	76	Правіцка Н. С.....	31
Букалов Л. Л.....	5	Працьовитий М. В.....	31
В		Прозор О. П.....	161
Васильєва Д. В.....	5	Р	
Г		Рябко А. В.....	155
Головня Р. М.....	76	С	
Гордієнко І. В.....	13	Сачанюк-Кавецька Н. В.....	104, 161
Д		Сверчевська І. А.....	76
Демченко О. Г.....	19	Соловей Л. Я.....	39
Дзюба М. В.....	175	Стьопкін А. В.....	127
Дудка О. М.....	82	Т	
І		Тарас Т. І.....	82
Ігнатенко О. В.....	155	Тарасенкова Н. А.....	96
К		Тимків І. Р.....	175
Карупу О. В.....	88	Толмачов В. С.....	155
Кирилащук С. А.....	104	Турка Т. В.....	127
Коломієць А. А.....	161	Ф	
Коломієць О. М.....	19	Федів В. І.....	46
Комарницька Л. І.....	13	Х	
Кондратюк С. М.....	112	Харченко Ю. В.....	53
Корольський В. В.....	120	Хом'юк В. В.....	104, 168
Красуцька С. В.....	25	Хом'юк І. В.....	104, 168
Л		Ч	
Лотюк Ю. Г.....	39	Чашечникова О. С.....	65, 194
М		Чувасов М. О.....	134
Мондич О. В.....	180, 188		

Наукове видання

**АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ
ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОЇ ОСВІТИ**

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

Виходить двічі на рік

Заснований у жовтні 2012 року

Випуск 1(23), 2024

Матеріали подаються в авторській редакції

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ №19538-9338Р від 25.10.2012

Відповідальний за випуск: *О. С. Чашечникова*

Комп'ютерна верстка: *Н. С. Цьома*

Підписано до друку 20.05.2024.

Формат 60x84/8. Гарнітура Times New Roman.

Папір офсетний. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 23,95.

Ум. фарб.-відб. 23,95. Обл.-вид. арк. 20,69.

Тираж 300 пр.

СумДПУ імені А. С. Макаренка

40002, м. Суми, вул. Роменська, 87

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-pryrodnycho-matematychnoi-osvity>