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 2(22), 2023**

**Index Copernicus 2022 = 87,92**

**Суми – 2023**

**УДК 37.016:51**

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 №4 від 27.11.2023)

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

© СумДПУ імені А.С. Макаренка, 2023

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 2(22), 2023**

**Index Copernicus 2022 = 87,92**

**Sumy – 2023**

**UDC 37.016:51**

Founded, edited (certificate of registration КВ №19538-9338Р)
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 № 4 from 27.11.2023)

**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 (Vinnytsya, 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 Rig, Ukraine)
***Dobrinka Milusheva-Boykina*** doctor of pedagogical sciences, docent (Plovdiv, Bulgary)
***Yuliia Tkach*** doctor of pedagogical sciences, professor (Chernyhiv, Ukraine)
***Maryna Drushliak*** doctor of pedagogical sciences, professor (Sumy, Ukraine)
***Svitlana Kondratiuk*** Ph.D., professor (Sumy, Ukraine)
***Mykhailo Kalenyk*** Ph.D., professor (Sumy, Ukraine) *(deputy chairman of the editorial board for Information Support)*
***Liubov Pshenychna*** Ph.D., professor (Sumy, Ukraine)
***Virginia Watson*** Ph.D., associate professor (Kennesaw, USA)
***Olena Babenko*** Ph.D., associate professor (Sumy, Ukraine) *(executive secretary)*
***Vitalii Bazurin*** Ph.D., associate professor (Kyiv, Ukraine)
***Mary Garner*** Ph.D., professor (Kennesaw, USA)
***Liudmila Mironets*** Ph.D.,associate professor (Sumy, Ukraine) *(executive secretary)*
***Oksana Odintsova*** Ph.D., associate professor (Sumy, Ukraine) *(deputy chairman of the editorial board)*
***Azelia Urnambetova*** Ph.D., associate professor (Kennesaw, USA)
***Jozef Sokol*** PhD Doc. Ing. (Trnava, Slovakia)
***Inna Shyshenko*** 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.

© SumySPU named after A.S. Makarenko, 2023

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

**УДК 373.5.016.519.22.25(536.2)(045**
**DOI 10.5281/zenodo.10214804**

**І. А. Акуленко**
ORCID ID 0000-0003-4603-409X
**Г. Б. Побірченко**
ORCID ID 0000-0001-7051-1525
Черкаський національний університет ім. Б. Хмельницького

## РОЗГОРТАННЯ ЗМІСТУ З ОСНОВ МАТЕМАТИЧНОЇ СТАТИСТИКИ У МАТЕМАТИЧНІЙ ПІДГОТОВЦІ УЧНІВ БАЗОВОЇ ШКОЛИ В ОБ'ЄДНАНИХ АРАБСЬКИХ ЕМІРАТАХ

*Однією із домінант математичної підготовки учнівства в ОАЕ є систематичне вивчення елементів математичної статистики впродовж усього терміну навчання, починаючи з початкової школи, закінчуючи старшою профільною школою. Мета статті – висвітлити особливості розгортання змісту з основ математичної статистики в математичній підготовці здобувачів загальної середньої освіти в Об'єднаних Арабських Еміратах впродовж навчання у 6-му і 9-му класах. Встановлено, що елементи математичної статистики вивчаються у школах ОАЕ у 6-му і 9-му класах. Формування уявлень учнів 6-х класів про статистичні характеристики (середні показники і міри варіації) вибірок ґрунтуються передусім на графічному представленню статистичних даних та розв'язуванні значної кількості простих задач, тісно пов'язаних із життєдіяльністю школярів, батьків, школи, Емірату. За цими представленнями школярі навчаються обчислювати середнє значення, розмах. моду та медіану вибірки, формувати квартилі вибірки, обчислювати інтерквартильний розмах, будувати й інтерпретувати діаграми розмаху (box plot). В учнів формують уявлення про ці діаграми як про зручний компактний спосіб відображення на одному графічному зображенні значень медіани вибірки, нижнього і верхнього квартилів, розмаху і викидів вибірки. Викиди вибірки вивчають оглядово. У 9-му класі школярі в ОАЕ детально повторюють та узагальнюють раніше вивчені відомості з основ математичної статистики, особливу увагу приділяють графічним способам представлення інформації про вибірки та їх інтерпретації. У 9-му класі в ОАЕ також вивчають лінійні перетворення статистичних даних, учні вивчають вплив лінійних перетворень статистичних даних на показники вибірки (моду, медіану, розмах, середнє вибірки, квартилі вибірки, інтерквартильний розмах). У 9-му класі також вивчають поняття стандартного відхилення вибірки та формули для його обчислення, отримують досвід із їхнього застосування у ході аналізу даних вибірок.*

***Ключові слова:*** *навчання математики, базова математична освіта, математична підготовка учнів, основи математичної статистики, навчання основ математичної статистики, формування статистичних уявлень школярів, зарубіжний досвід, досвід Об'єднаних Арабських Еміратів.*

**Постановка проблеми.** Вітчизняна система математичної підготовки школярів розвивається з урахуванням передового зарубіжного освітнього досвіду. З-поміж держав, досвід яких є важливим у контексті розуміння перспективних напрямів для вдосконалення математичної підготовки українських школярів та модернізації змісту вітчизняної математичної освіти, окреме місце посідають Об'єднані Арабські Емірати (ОАЕ). Освітні

новації, запроваджені в ОАЕ, викликають інтерес з огляду на бурхливий суспільний і економічний розвиток цієї країни. Математична підготовка здобувачів загальної середньої освіти в ОАЕ здійснюється впродовж трьох циклів навчання: початкова освіта – цикл 1 (1-5 класи), базова середня освіта – цикл 2 (6-8 класи), старша профільна школа – цикл 3 (9-12 класи). Вона здійснюється за такими змістовими лініями: Числа; Алгебра; Геометрія і вимірювання; Дані та ймовірності. Однією із домінант математичної підготовки учнівства в ОАЕ є систематичне вивчення елементів математичної статистики впродовж усього терміну навчання, починаючи з початкової школи, закінчуючи старшою профільною школою.

**Аналіз актуальних досліджень.** Формування статистичних уявлень учнів не є новою проблемою у дидактиці математики. Вітчизняні й зарубіжні вчені досліджують різні її аспекти: розробка змісту стохастичної освіти майбутнього вчителя математики (М. Жалдак, Г. Михалін, В. Селютін, А. Прус, М. Чемерис [6] та ін.), розробка методичних рекомендацій щодо вивчення елементів математичної статистики в початковій, основній та старшій школах (Я. Бродський, Л. Бичкова, Ю. Волков, В. Селюті З. Слєпкань, І. Соколовська, Т. Хмара [2]); підсилення прикладної і практичної спрямованості вивчення статистики в школі (Е. Бунімович, М. Бурда, Т. Задорожня, А. Плоцкі, Т. Полякова, О. Троіцька, А. Розуменко [1]); використання інформаційних технологій у процесі навчання учнів елементів статистики (В. Гриценко, М. Жалдак, Ю. Красюк, Г. Михалін, Т. Крамаренко), використання міжпредметних зав’язків фізики і математики у навчанні елементів математичної статистики в школі (Т. Війчук [9]), вивчення елементів стохастики з урахуванням профілю і рівня навчання математики (О. Трунова [8], Л. Черкаська [7]). Однак ця проблема не втратила своєї актуальності в сучасному вимірі. Т. Задорожня провівши огляд підходів до вивчення елементів математичної статистики у школах зарубіжжя, вказує [4], що з кінця 50-х років минулого століття елементи стохастики вивчають на різних рівнях складності в школах США, Франції, Англії, Японії, Голландії, Австралії, Австрії, Болгарії, Угорщини, Іспанії, країнах Скандинавії та ін. В Польщі та Угорщині підготовка дітей до сприймання окремих ідей теорії ймовірностей починається ще в початковій школі. В школах Японії ця тематика детально проробляється за допомогою великої кількості простих задач, тісно пов’язаних із життєдіяльністю дітей і дорослих. Опорою для учнів слугує зразок діяльності з їхнього розв’язування, наданий учителем. Однак досвід ОАЕ був і залишається дотепер поза фокусом наукових студій.

**Мета статті** – висвітлити особливості розгортання змісту з основ математичної статистики в математичній підготовці здобувачів загальної середньої освіти в Об'єднаних Арабських Еміратах впродовж навчання у 6-му – 9-му класах, що відповідають базовому рівню загальної середньої освіти в Україні.

**Виклад основного матеріалу**. Розпочинають систематичне вивчення стохастичної змістової лінії школярі ОАЕ у **6-му класі,** хоча пропедевтику її вивчення здійснювали і на попередніх етапах навчання. На початку увагу шестикласників зосереджують на питаннях: як розрізняти статистичні і нестатистичні запитання, формулювати запитання для збору саме статистичних даних, організовувати опитування для збирання статистичних даних. Статистичне запитання потрактовують як таке, відповідь до якого можна сформулювати на основі збирання статистичних даних. Школярі навчаються їх розрізняти на основі співставлення і протиставлення (табл. 1).

Таблиця 1

**Порівняння запитань**

| **Статистичне запитання (Statistical Question)** | **Нестатистичні запитання (Not Statistical Question)** |
|---|---|
| Скільки текстових повідомлень у день зазвичай надсилають школярі базової школи? | Яка висота найвищої гори в Колорадо? |
| Скільки годин за вечір зазвичай підлітки проводять біля телевізора? | Скільки людей відвідали останній джазовий фестиваль? |

Істотною відмінністю між статистичними і нестатистичними запитаннями, як наголошують у підручнику], є те, що на статистичні запитання можна отримати різні варіанти відповіді, а у правій – відповідь буде однозначною. Приклади обох видів запитань наводять у вправах: «Оберіть серед запитань статистичні і нестатистичні: Скільки дисків DVD зазвичай мають підлітки? Скільки океанів на нашій планеті? Скільки разів на рік школярі відвідують зоопарк? Скільки дисциплін на рік обирають учні для вивчення? Скільки цуценят мають школярі вашої школи вдома?» Цей матеріал вивчають поступово на основі аналізу даних численних опитувань, анкетувань тощо. Ці дослідження можуть бути пов'язаними як із життям і функціонуванням школи, життєдіяльністю школярів, так і з дослідженнями економічного або соціального змісту на рівні Емірату, країни, світу. Затим переходять до вивчення того, як подавати статистичні дані у вигляді таблиць та графіків.

Загалом графічному представленню статистичних даних у змісті математичної підготовки школярів ОАЕ приділено значну увагу. За цими представленнями школярі навчаються як обчислювати середнє значення, розмах. моду та медіану вибірки, формувати квартилі вибірки, обчислювати інтерквартильний розмах, будувати й інтерпретувати діаграми розмаху (Box Plot). Середнє значення даних вибірки трактують як точку рівноваги даних вибірки (рис. 1): сума відстаней від середнього значення до усіх менших від нього значень дорівнює сумі відстаней від середнього значення до більших за нього значень вибірки.

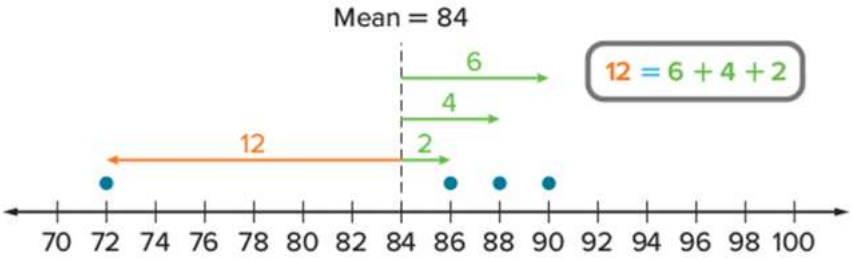



Рис. 1.

Окрім середніх вибірки шестикласники ОАЕ знайомляться із мірами варіації вибірки. Мірами варіації називають величини, що характеризують відхилення значень вибірки від певного значення. У 6-му класі вивчають такі міри варіації, як розмах вибірки та інтерквартильний розмах. Мотивують вивчення інтерквартильного розмаху тим, що звичайний розмах є мірою, що дуже чутлива до викидів вибірки. Перш ніж шукати значення інтервартильного розмаху вибірки формують уявлення учнів про квартилі вибірки: формують варіаційний ряд, у такий спосіб, щоб кожне наступне значення було не меншим за попереднє, встановлюють значення медіани у варіаційному ряді, потім значення медіан отриманих частин вибірки – квартилі $Q_1$ і $Q_3$, що є значеннями медіан тих значень вибірки, що відповідно менші або більші від умовної «середини» вибірки (рис. 2). Медіану позначають як другий квартиль ($Q_2$).

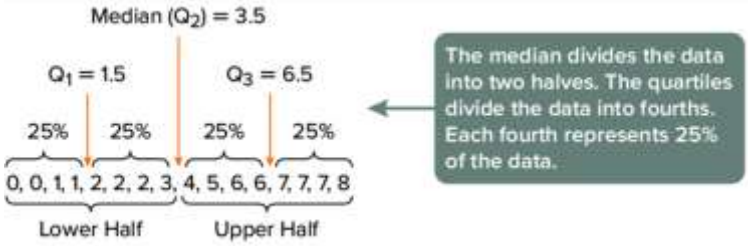



Рис. 2.

Різницю $Q_1$ – $Q_3$ називають інтерквартильним розмахом (IQR). Інтерквартильний розмах визначає «центральну» частину вибірки, тобто, ті 50% вибірки, що «гуртуються» навколо медіани вибірки (рис. 3). Чим менше є значення IQR, тим «тісніше» біля медіани згрупована центральна частина вибірки.

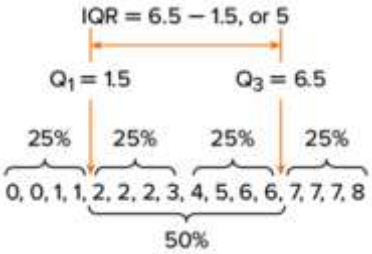



Рис. 3.

Ці міри варіації шестикласники ОАЕ використовують для побудови та інтерпретації діаграм Box Plot («ящик з вусами»). В учнів формують уявлення про ці діаграми як про зручний компактний спосіб відображення на одному графічному зображенні значень медіани вибірки, нижнього і верхнього квартилів, розмаху і викидів вибірки (рис. 4-5).

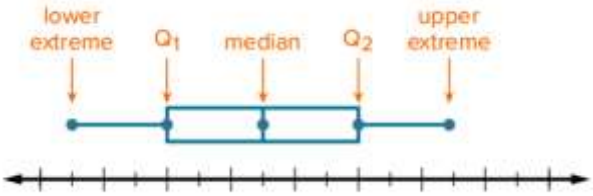



Рис. 4.

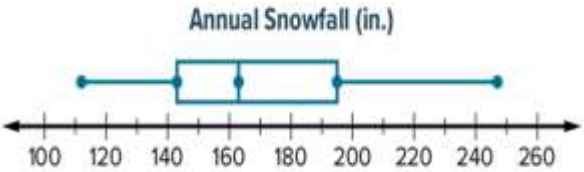



Рис. 5.

Шестикласники визначають за даними вибірки границі ящика (значення першого і третього квартилів), позначають лінією всередині ящика значення медіани вибірки, визначають довжину вус за найбільшим і найменшим значенням вибірки. Звичайно, найпростіші приклади, що представляють учням, не враховують випадків, коли вибірки мають значні викиди. У школярів формують уявлення про те, що діаграми Box Plot дають компактне наочне представлення про чотири групи даних вибірки, кожна із яких містить 25% даних вибірки. Два ящики унаочнюють «центральні» 50% вибірки. Чим більша довжина ящика, тим більш розподіленими є дані вибірки у межах цієї частини вибірки. Наголошують на тому, що довжина ящика і довжина вус визначаються не кількістю даних у певній частині діаграми, а розмахом цих даних. Велика кількість вправ спрямована на те, щоб школярі навчилися будувати діаграми Box Plot за даними різних досліджень або опитувань та інтерпретувати вже побудовані діаграми.

Також відповідно до програми у 6-му класі вивчають поняття середнього й абсолютного відхилення, формули для їхнього обрахування. Велику увагу приділяють тому, щоб учні здобували досвід у їхньому використанні, аналізуючи дані досліджень. Також увагу зосереджують на тому, як визначати викиди вибірки та описувати ефект викидів вибірки. З цією метою використовують різні способи представлення даних (Dot Plot, гістограми і Box Plot), вивчають як інтерпретувати дані, подані у різноманітному графічному вигляді. Таким чином, основна увага у математичній підготовці школярів у 6-му класі в ОАЕ зосереджена саме на елементах математичної статистики. Більш детальне розгортання змісту з основ математичної статистики відбуватиметься вже у наступному циклі підготовки, зокрема у 9-му класі.

**У 9-му класі** у фокусі вивчення постають способи діяльності з упорядкування й подання статистичних даних різними способами. Оскільки у 8-му класі елементи математичної статистики не вивчали зовсім, а головна увага приділялася основам теорії ймовірностей, тому на початку 9-го класу учні пригадують та систематизують отримані раніше знання щодо відомих способів подання статистичних даних, виконують значну кількість вправ на подання статистичних даних різними способами та їх аналіз (рис. 6). У курсі математики 9-го класу приділено увагу випадкам даних з лівим і правим ексцесом (рис. 7-8). Затим переходять до вивчення лінійних перетворень статистичних даних. Зокрема вивчають як змінюється множина даних та вивчені показники вибірки (середні та

міри розсіювання), якщо кожне число з вибірки помножити на деяке число, або до кожного числа з вибірки додати одне і те ж число.

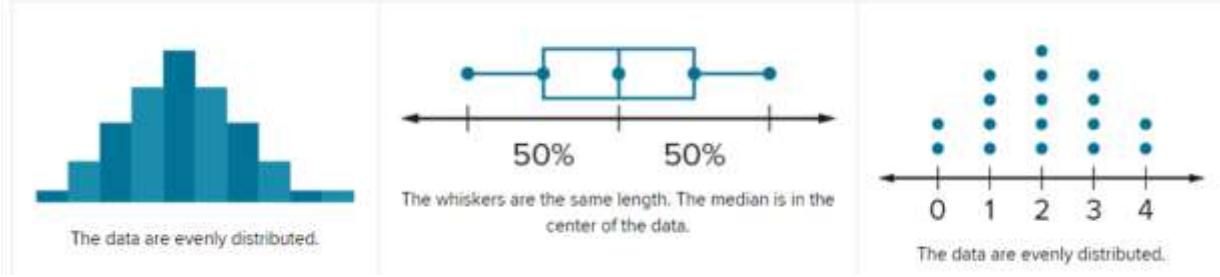



Рис. 6.

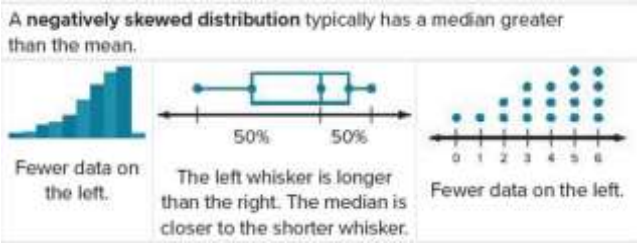



Рис. 7

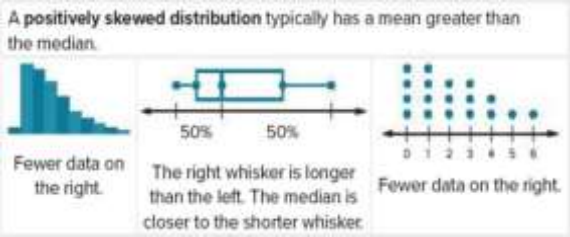



Рис. 8

У результаті у школярів формують уявлення про лінійні перетворення статистичних даних. Дев'ятикласники вивчають як інтерпретувати вплив лінійних перетворень статистичних даних на показники вибірки (моду, медіану, розмах, середнє вибірки, квартилі вибірки, інтерквартильний розмах). І наостанок, дев'ятикласники ознайомлюються із базовим поняттям стандартного відхилення вибірки та формулами для його обчислення.

**Висновки та перспективи подальших наукових розвідок.** Здійснений огляд підручників і програм з математики 6-х – 9-х класів в ОАЕ засвідчив, що достатньо велику увагу приділено розгортанню змісту з основ математичної статистики саме у 6-му і 9-му класах. Підготовка дітей в ОАЕ до сприймання окремих ідей математичної статистики починається ще в початковій школі. Розгортання теоретичного змісту з основ математичної статистики відбувається на основі розгляду великої кількості задач, що виникають у життєдіяльності дітей, школи, емірату. Змістовою домінантою виступають різні способи графічного представлення статистичних даних та обернена дія – змістовий аналіз даних представлених у різних семіотичних оболонках (таблицями, графіками, точковими діаграмами, діаграмами «ящик з вусами» тощо).

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Розуменко, А. О., Розуменко, А. М. (2018). Прикладні задачі як засіб розвитку ймовірнісного мислення учнів. Фізико-математична освіта, 2(16), 107–111. (Rozumenko, A., Rozumenko, A. (2018). Practical Tasks As A Way Of Development Of Students' Probabilistic Thinking. Physical and Mathematical Education, 2(16), 107–111).
2. Хмара, Т. М. Розвиток поняття ймовірності випадкової події в змісті шкільного курсу математики. Режим доступу: http://lib.iitta.gov. ua/3960/1/2_79.pdf. (Khmara T. Development of the concept of the probability of a random event in the content of the school mathematics course. Retrieved from: http://lib.iitta.gov. ua/3960/1/2_79.pdf).
3. Волошена, В. (2020). Принципи побудови стохастичної змістовно-методичної лінії в старшій школі. Проблеми сучасного підручник, 24, 22–34. (Voloshena, V. (2020). The principles of building a stochastic content-methodical line in high school. Problems of a modern textbook, 24, 22–34).
4. Задорожня, Т. М. (2007). Початки теорії ймовірностей та математичної статистики в змісті математичної освіти коледжів фінансово-економічного спрямування (автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02). Київ. (Zadorozhnya, T. M. (2007). The beginnings of

the theory of probabilities and mathematical statistics in the content of mathematical education of financial and economic colleges (PhD thesis abstract). Kyiv).
5. Задорожня, Т. М. (2004). Особливості вивчення стохастики. Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики. Випуск 4, Т. 1, 61–67. (Zadorozhnya, T. M. (2004). Peculiarities of studying stochastics. Theory and teaching methods of mathematics, physics, computer science. Issue 4, Volume 1, 61–67).
6. Чемерис, О. А., Прус, А. В. (2020). Статистико-ймовірнісна складова змісту підготовки фахівців з інформаційних технологій. Фізико-математична освіта, 1(23), Ч. 2, 83–88. (Chemeris, O., Prus, A. (2020). Statistical and probability component of the content of training of information technology specialists. Physical and Mathematical Education, 1(23), Part 2, 83–88).
7. Черкаська, Л., Горобець, М. (2012). Особливості вивчення елементів математичної статистики у шкільному курсі математики. Збірник наукових праць викладачів, аспірантів, магістрантів і студентів фізико-математичного факультету, 104–107. (Cherkaska, L., Horobets, M. (2012). Peculiarities of studying the elements of mathematical statistics in the school mathematics course. Collection of scientific works of teachers, graduate students, master's students and students of the Faculty of Physics and Mathematics, 104–107).
8. Трунова, О. В. (2007). Навчання початків теорії ймовірностей і вступу до статистики в ліцеях і класах з поглибленим вивченням математики (автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02). Київ. (Trunova, O. V. (2007) Teaching the beginnings of probability theory and introduction to statistics in lyceums and classes with in-depth study of mathematics (PhD thesis abstract). Kyiv).
9. Війчук, Т. І. (2009). Вивчення елементів статистики в контексті міжпредметних зв’язків шкільних курсів математики і фізики (автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02). Черкаси. (Voychuk, T. I. (2009). Studying the elements of statistics in the context of interdisciplinary connections of school courses in mathematics and physics (PhD thesis abstract). Cherkasy).

**Akulenko I. A., Pobirchenko H. B., Representation of the fundamentals of mathematical statistics in the mathematical curriculum for the middle school in the united arab emirates.**

***Summary.*** *One of the dominant features of the mathematical curriculum in the UAE is the systematic development of elements of mathematical statistics, starting from elementary school and ending with high school. The purpose of the article– highlight the peculiarities of the deployment of content from the basics of mathematical statistics in the mathematical curriculum of secondary education students in the United Arab Emirates, continuing from the 6th to the 9th grades. It has been established that the elements of mathematical statistics are taught in UAE schools in the 6th and 9th grades. The formation of information for 6th-grade students about statistical characteristics (average indicators and variations) of samples is based on a graphical presentation of statistical data and separate values of several simple tasks, closely connected with the life of schoolchildren, fathers, schools, and the Emirate. Following these presentations, students begin to calculate the average value and range, sample mode and median, form sample quartiles, calculate the interquartile range, and interpret the range diagrams (box plot). In the study, statements about these diagrams are formulated as a simple, compact way of displaying on one graphic image the value of the sample median, lower and upper quartiles, range, and selection values. In the 9th grade, schoolchildren in the UAE repeat in detail and summarize previously learned information on the basics of mathematical statistics, paying special attention to graphical ways of presenting information about samples and their interpretation. In the 9th grade, UAE students learn linear transformations of statistical data and begin to interpret the infusion of linear transformations of statistical data into sample indicators (mode, median, range, sample average, quartiles, tags, interquartile range). The 9th grade also learns the concepts of standard selection and formulas for calculation.*

***Key words:*** *basic mathematical education, mathematical training of students, fundamentals of mathematical statistics, learning the basics of mathematical statistics, forming statistical notions, foreign experience, experience of the United Arab Emirates.*

**УДК 373.5.016:54]:37.091.279.7**
**DOI 10.5281/zenodo.10214881**

**О. М. Бабенко**
ORCID ID 0000-0002-1416-2700
**Ю. Є. Артеменко**
Сумський державний педагогічний
університет імені А. С. Макаренка
**Т. В. Терещенко**
КУ Сумська спеціалізована школа І-ІІІ ступенів № 9,
м. Суми, Сумської області

# РОЛЬ ФОРМУВАЛЬНОГО ОЦІНЮВАННЯ У ПІДВИЩЕННІ МОТИВАЦІЇ ДО НАВЧАННЯ ХІМІЇ

*У статті розглянуто різні підходи до формувального оцінювання, які, в першу чергу, підкреслюють його значимість у підвищенні мотивації навчальної діяльності та спонукають учнів до навчання. Таким чином, формувальне оцінювання – це не лише форма проведення оцінювання, але і підхід, спрямований на покращення навчання та розвиток учнів, який може бути застосований у різних формах та контекстах навчання. Мета полягала у дослідженні етапів організації формувального оцінювання на уроках хімії з метою підвищення мотивації учнів до вивчення цієї дисципліни. Відзначено, що мотивація учнів до вивчення хімії є складним процесом, і вплив на неї може здійснюватися через різноманітні чинники. Важливо створювати сприятливі умови для навчання та підтримувати учнів у розвитку зацікавленості до цього предмету. У статті підкреслюється, що мотивація є динамічним процесом, який може варіювати в часі. Важливо розуміти, що впливає на мотивацію учнів до вивчення конкретного предмету, такого як хімія. Мотивація учнів для навчання предмету хімія піддається впливу різних факторів, які можна умовно розділити на внутрішні та зовнішні. До внутрішніх факторів віднесено: зацікавленість, результати навчання, зв'язок з майбутніми цілями, методи та підходи, що обирає вчитель. До зовнішніх факторів віднесено: соціальний контекст, освітнє середовище, обрані методи та засоби навчання. Аналіз психолого-педагогічної та методичної літератури, а також проведений у 2022-2024 навчальних роках педагогічний експеримент дозволив виділити ряд етапів організації формувального оцінювання на уроках хімії: визначення цілей оцінювання, розробка критеріїв оцінювання успішності; використання різноманітних засобів оцінювання; забезпечення зворотного зв'язку та рефлексії; адаптація оцінювання до потреб учнів; сприяння діалогу та обговоренню; розвиток позитивної мотивації; співпраця та обмін досвідом. У подальшому планується розробити та апробувати нові інструменти та прийоми формувального оцінювання на уроках хімії, спрямовані на підвищення мотивації учнів до навчання.*

***Ключові слова**: освітній процес, формувальне оцінювання, організація формувального оцінювання, мотивація навчання, внутрішні та зовнішні фактори мотивації до навчання, навчання хімії, уроки хімії, інструменти формувального оцінювання.*

**Постановка проблеми**. Сучасна українська освіта знаходиться на етапі змін, спрямованих, у першу чергу, на підвищення рівня якості освіти. Сутність ключових реформ Міністерства освіти і науки відображені у концепції Нової української школи (НУШ), Державному стандарті базової середньої освіти й відповідних методичних рекомендаціях МОН України. Концепція НУШ передбачає корінні зміни в методах і методиках викладання матеріалу та зміни в засобах контролю й оцінювання результатів навчання.

Сьогодні освітня парадигма вимагає не лише передачі знань, але й активної взаємодії з учнями, спрямованої на стимулювання їхньої мотивації до навчання та саморозвитку. Умотивованість учнів грає ключову роль у процесі засвоєння нового матеріалу, і хімія не є винятком. Формувальне оцінювання, як засіб оцінки та підтримки освітнього процесу, може

впливати на мотивацію учнів у вивченні хімії та сприяти їхньому глибшому розумінню цієї науки. Наразі формувальне оцінювання є основним видом оцінювання в закладах початкової та середньої освіти, відповідно до концепції НУШ, яке базується на співпраці учня та вчителя для досягнення поставленої мети. Однією з головних переваг цього методу оцінювання є те, що вчитель може проконтролювати успіхи учня на кожному етапі та, у разі необхідності, допомогти здобувачу освіти за будь-якої умови досягти бажаних результатів.

У сучасному світі, де доступ до інформації є легким і швидким завдяки Інтернету та інноваційним технологіям, навчання стає викликом для освітніх систем. Одним із головних завдань вчителів стає завоювання уваги та зацікавленості учнів у процесі навчання. У цьому контексті формувальне оцінювання виявляється потужним інструментом, спрямованим на активізацію навчальної діяльності та підвищення мотивації до вивчення хімії.

**Аналіз актуальних досліджень**. Оцінювання є невід'ємною частиною навчання, яка визначає кількість, якість або важливість чогось і призводить до прийняття рішень. Основна роль оцінювання історично полягала в призначенні оцінок для просування учнів на наступний рівень навчання.

Існують два основних типи оцінювання: підсумкове та формувальне. Підсумкове оцінювання проводиться наприкінці певного етапу навчання і надає загальну інформацію про прогрес учнів. Воно часто базується на тестах і було особливо важливим на початку 21 століття, коли заклади освіти наголошували на стандартизації оцінювання.

Формувальне оцінювання, навпаки, проводиться протягом навчання і надає зворотний зв'язок для удосконалення освітнього процесу. Формувальне оцінювання (або формативне оцінювання) є однією з основних складових процесу навчання і має на меті збільшити якість навчання та покращити результати учнів, надаючи їм зворотний зв'язок та можливість удосконалити свої знання та навички.

Термін «формувальна оцінка» був вперше запропонований Майклом Скривеном у 1967 році, а стратегія формувального оцінювання була розроблена Діланом Вільямом і Полом Блеком у 1998 році.

Формуювальне оцінювання є «внутрішнім», відбувається в процесі навчання, взаємодії між учнями та вчителем. Воно спрямоване на якісне формування індивідуальних навчальних досягнень і надає можливість отримувати зворотний зв'язок в ході навчання в рамках інтегрованого підходу.

Важливо підкреслити, що формувальне оцінювання спрямоване на підтримку і поліпшення освітнього процесу та стимулює навчання та розвиток учнів, забезпечуючи їм можливість досягти освітніх цілей.

Формувальне оцінювання розглядається різними дослідниками з різних точок зору. Деякі вважають його оцінюванням, спрямованим на допомогу навчанню, яке надає учням інформацію для визначення їхніх сильних та слабких сторін і покращення навчання в майбутньому. Інші бачать формувальне оцінювання як інтерактивний процес оцінки прогресу учнів, що допомагає вчителю визначити потреби учнів і адаптувати освітній процес відповідно до цих потреб.

Деякі дослідники підкреслюють активну роль учня в формувальному оцінюванні та необхідність співробітництва між вчителем і учнем під час цього процесу. Оцінювання, яке допомагає учням розвиватися та надає можливість їм активно брати участь у своєму навчанні, є також важливим аспектом формувального оцінювання.

Ф. Перрену розуміє таке оцінювання як будь яке оцінювання, що допомагає учню розвиватись та наголошує на його активній ролі [9]. Б. Коуві та Б. Белл зауважують на необхідності співробітництва між викладачем та учнем в ході формувального оцінювання [8], а П. Блек наголошує на необхідності реагування на запроси учня під час такого оцінювання [6].

О. Локшина розуміє під формувальним оцінюванням інтерактивне оцінювання прогресу учнів, що дає змогу вчителю визначати потреби учнів та відповідним чином адаптовувати процес навчання [4]. К. Кулі та Дж. Макміллан підкреслюють провідну роль формувального оцінювання у підвищенні мотивації освітньої діяльності, оскільки

коректна та справедлива оцінка навчальних досягнень спонукає учнів до навчання [7].

Формувальне оцінювання, зазвичай, називають оцінюванням для навчання та протиставляють його оцінюванню результатів навчання. Отже, формувальне оцінювання представляє собою систематичний та послідовний процес, в ході якого відбувається постійне спостереження за навчанням учнів. Цей процес сприяє активному та інтерактивному навчанню, розвиває навички критичного та творчого мислення, а також створює атмосферу, що підтримує інтерес до задавання запитань з боку учнів [3].

Усі ці різні підходи до формувального оцінювання підкреслюють його значимість у підвищенні мотивації освітньої діяльності та спонукають учнів до навчання. Таким чином, формувальне оцінювання – це не лише форма проведення оцінювання, але і підхід, спрямований на покращення навчання та розвиток учнів, який може бути застосований у різних формах та контекстах навчання.

**Метою цієї статті** є дослідження етапів організації формувального оцінювання на уроках хімії з метою підвищення мотивації учнів до вивчення цієї дисципліни.

**Виклад основного матеріалу**. Мотивація учнів до вивчення хімії є складним процесом, і вплив на неї може здійснюватися через різноманітні чинники. Важливо створювати сприятливі умови для навчання та підтримувати учнів у розвитку зацікавленості до цього предмету.

Формувальне оцінювання надає учням інформацію про їхні досягнення та успіхи в навчанні. Ця інформація може бути використана для збудження та підтримки мотивації учнів. Коли учні бачать, що їхні зусилля призводять до поліпшення результатів, це може підсилити їхню мотивацію для подальшого навчання. Також формувальне оцінювання допомагає учням ставити перед собою конкретні цілі та визначати, що потрібно зробити, щоб досягти цих цілей. Установлення цілей і перегляд їх досягнень є потужним засобом мотивації, оскільки це створює чіткий шлях до досягнення успіху.

Ключовим елементом в організації освітнього процесу та навчальної діяльності здобувачів освіти є мотивація. Вона може бути зовнішньою або внутрішньою щодо конкретних дій, але завжди є внутрішньою характеристикою особистості, яка є суб'єктом цієї діяльності. Для досягнення ефективності необхідно розвивати мотиваційну сферу, і це вимагає систематичного та цілеспрямованого педагогічного впливу [1; 5].

Наразі існують різні теорії мотивації діяльності людини, але для вчителів важливо знати, як створити освітнє середовище, де учні будуть відчувати внутрішню потребу вивчати і бажання самостійно ставити перед собою освітні цілі та досягати їх. Навчальна мотивація відображає загальний процес стимулювання учнів до продуктивної пізнавальної діяльності, активного засвоювання знань і важливість навчання для них. Вчителі повинні бути свідомі того, що формування позитивної мотивації для навчання є ключовим фактором успіху учнів.

Одним з важливих аспектів формування позитивної мотивації є створення цікавого, стимулюючого освітнього середовища, де учні можуть бачити сенс і цінність навчання. Вчителі можуть використовувати різноманітні методи та підходи для залучення учнів до навчання, створювати позитивний клімат в класі та враховувати індивідуальні потреби та інтереси учнів. Також важливо сприяти розвитку саморегуляції та самостійності учнів, щоб вони могли ставити перед собою цілі та працювати над їх досягненням.

Усвідомлення та розвиток мотивації навчання учнів стає дедалі важливішим у сучасному педагогічному контексті, де акцент робиться на особистісно зорієнтованому навчанні та самостійності учнів [2].

Мотивація грає важливу роль у навчанні хімії, оскільки вона може значно впливати на ефективність навчання та розуміння хімічних концепцій і процесів. Нижче подано деякі ключові аспекти значення мотивації у навчанні хімії:

- збільшення інтересу: мотивація може стимулювати інтерес учнів до хімії. якщо учні мають позитивне ставлення до предмету і вірять у його значення і цікавість, вони будуть більш схильні активно вивчати матеріал і бути відкритими для нових знань;
- покращення сприйняття і засвоєння інформації: мотивовані учні більш уважні та

готові до сприйняття та засвоєння хімічної інформації; учні активно займаються, шукаючи відповіді на запитання і розв'язуючи завдання;

- подолання труднощів: навчання хімії може бути викликом для багатьох учнів, але мотивація може допомогти їм подолати труднощі. вона дає силу розв'язувати складні задачі і долати перешкоди;
- підвищення відмінності: мотивовані учні більш схильні до активності та завершення завдань. це може призвести до покращення їхніх академічних результатів і досягнень в хімії;
- розвиток навичок саморегуляції: мотивація стимулює розвиток навичок саморегуляції, таких як планування, організація та контроль. учні вчаться ставити цілі і працювати над їх досягненням;
- збільшення задоволення від навчання: мотивація допомагає учням бачити сенс і задоволення у вивченні хімії. це може сприяти збереженню інтересу до предмету на тривалий термін і навіть сприяти вибору хімії як професійної галузі у майбутньому;
- загалом, мотивація грає важливу роль у навчанні хімії, оскільки вона впливає на настрій, інтерес та зусилля учнів у вивченні хімії, сприяючи кращому розумінню та успішному навчанню.

Мотивація є динамічним процесом, який може варіювати в часі. Важливо розуміти, що впливає на мотивацію учнів до вивчення конкретного предмету, такого як хімія. Мотивація учнів для навчання предмету хімія піддається впливу різних факторів, які можна умовно розділити на внутрішні та зовнішні.

До внутрішніх факторів можна віднести:

1) зацікавленість: це один з ключових факторів, який впливає на мотивацію учнів. Якщо учень цікавиться хімією і бачить її значення у своєму житті, то ймовірніше, він буде мотивованим для вивчення цього предмету;
2) результати навчання: учні можуть бути мотивовані до вивчення хімії, якщо вони відчувають успіх у навчанні хімії та отримують позитивне підкріплення за свої досягнення;
3) зв'язок з майбутніми цілями: якщо учні бачать, що знання хімії може бути корисними для їхньої майбутньої професійної кар'єри або особистого розвитку, це може бути додатковою мотивацією;
4) підходи вчителя: вчитель може відігравати важливу роль у створенні мотивації учнів. Якщо вчитель здатен створити цікавий і стимулюючий освітній процес, то це може збільшити мотивацію учнів.

До зовнішніх факторів можна віднести:

1) соціальний контекст: заохочення і підтримка від батьків, друзів і інших учнів можуть впливати на мотивацію учнів до вивчення хімії;
2) освітнє середовище: якість освітнього середовища, доступ до лабораторного обладнання і ресурсів, а також можливість взаємодії з вчителем можуть позитивно впливати на мотивацію учнів;
3) методи та засоби навчання: використання цікавих та інтерактивних методів навчання, таких як демонстрації, експерименти і візуалізація, може зробити процес вивчення хімії більш захоплюючим для здобувачів освіти.

У цілому, формувальне оцінювання на уроках хімії відрізняється своєю специфікою та особливостями предмету. Адже, здійснюючи формувальне оцінювання, вчителю необхідно враховувати рівень засвоєння хімічних знань, концепцій та термінів, сформованість практичних навичок, рівень розвитку критичного мислення та використання хімічної термінології. Уроки хімії також включають в себе вирішення хімічних завдань та застосування одержаних знань у практичних ситуацій, зокрема й у побуті.

Аналіз психолого-педагогічної та методичної літератури, а також проведений у 2022-2024 навчальних роках педагогічний експеримент дозволив виділити ряд етапів організації формувального оцінювання на уроках хімії. Суть цих етапів наведена у табл. 1.

Таблиця 1

Організація формувального оцінювання на уроках хімії

| № з/п | Назва етапу | Сутність і зміст роботи вчителя на кожному етапі |
|---|---|---|
| 1. | Визначення цілей оцінювання | До початку уроку вчитель визначає конкретні цілі і мету заняття. Цілі будуть включати не лише теоретичні знання, а й практичні навички та розвиток певних компетентностей, як ключових, так і предметних. Поставлені цілі мають бути конкретними, вимірними, досяжними, реалістичними (актуальними), обмеженими конкретними термінами, тобто відповідати SMART-критеріям. |
| 2. | Розробка критеріїв оцінювання успішності | Для кожного уроку та курсу в цілому визначаються конкретні критерії успішності, які вказуватимуть на те, яким чином досягнення учнів буде оцінюватися. Критерії повинні бути ясними та об'єктивними. |
| 3. | Використання різноманітних засобів оцінювання | Існує великий перелік різноманітних інструментів для формувального оцінювання. Кожен із них на різних етапах уроку допоможе враховувати різні аспекти навчання та різні стилі навчання учнів. |
| 4. | Забезпечення зворотного зв'язку та рефлексії | І для учнів, і для вчителя важлива система зворотного зв'язку. Для учнів вона допоможе зрозуміти свої сильні та слабкі сторони, а також розвивати навички самооцінки та саморегуляції. А для вчителя надасть чітку інформацію щодо обраних ним прийомів і методів навчання. |
| 5. | Адаптація оцінювання до потреб учнів | Постійний зворотній зв'язок, систематичне відслідковування успіхів учнів буде вказувати на необхідність зміни підходів і завдань, якщо учні показують різний прогрес або потребують додаткової підтримки. |
| 6. | Сприяння діалогу та обговоренню | Роль сучасного учитель більше не обмежується лише передачею інформації учням. Вона набагато ширше та включає стимулювання позитивного ставлення здобувачів освіти до навчання. Для цього учителю важливо забезпечувати організацію відкритого діалогу з учнями, що дозволить їм обговорити свої досягнення, поставити запитання та отримати вичерпні відповіді. |
| 7. | Розвиток позитивної мотивації | На мотивацію до вивчення хімії впливають різних фактори, як внутрішні, так зовнішні. Доцільно залучати ті мотивуючі підходи, які підтримують бажання учнів навчатися, дізнаватися нове, прагнути застосувати отримані знання, а не лише страх перед поганими оцінками. |
| 8. | Співпраця та обмін досвідом | Співпраця з колегами дозволить досліджувати нові аспекти у питаннях формувального оцінювання, обмінюватися досвідом, ідеями та сформованими прийомами. Спільні обговорення та семінари організуються для подальшого розвитку ефективних методів оцінювання. Такий обмін досвідом сприятиме професійному зростанню та вдосконаленню методик оцінювання. |

У цілому, організація формувального оцінювання на уроках хімії вимагає системного та комплексного підходу, включаючи планування, виконання та аналіз результатів, з метою підвищення якості освітнього процесу, стимулювання та мотивації навчальної активності учнів.

**Висновки та перспективи подальших наукових розвідок**. Проведений нами педагогічний експеримент дозволив виокремити наступні етапи організації формувального оцінювання на уроках хімії: визначення цілей оцінювання, розробка критеріїв оцінювання успішності; використання різноманітних засобів оцінювання; забезпечення зворотного зв'язку та рефлексії; адаптація оцінювання до потреб учнів; сприяння діалогу та обговоренню;

розвиток позитивної мотивації; співпраця та обмін досвідом. У подальшому плануємо розробити та апробувати нові інструменти та прийоми формувального оцінювання на уроках хімії, спрямовані на підвищення мотивації учнів до навчання.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES


1. Гулеватий, В. Л. (2006). Шляхи підвищення мотивації навчання. Вінниця : Нова книга. (Gulevaty, V. L. (2006). Ways to increase learning motivation. Vinnytsia: Nova knyha).
2. Зламанюк, Л. (2013). Мотивація до навчання як умова розвитку творчого мислення учнів. Біологія і хімія в сучасній школі, 2, 10–13. (Zlamanyuk, L. (2013). Motivation to study as a condition for the development of students' creative thinking. Biology and chemistry in the modern school, 2, 10–13).
3. Кабан, Л. В. (2017). Формувальне оцінювання навчальних досягнень учнів у новій українській школі. Народна освіта, 1(31). Режим доступу: https://www.narodnaosvita.kiev.ua/?page_id=4471. (Kaban, L. V. (2017). Formative assessment of educational achievements of students in a new Ukrainian school. National education, 1(31). Retrived from: https://www.narodnaosvita.kiev.ua/?page_id=4471).
4. Локшина, О. (2009). Інновації в оцінюванні навчальних досягнень учнів у шкільній освіті країн Європейського союзу. Порівняльно-педагогічні студії, 2, 107–113. (Lokshina, O. (2009). Innovations in the evaluation of educational achievements of students in school education in the countries of the European Union. Comparative pedagogical studies, 2, 107–113).
5. Яременко, Л. (2014). Мотивація навчального процесу як педагогічна проблема. Вища освіта України, 3, 69–74. (Yaremenko, L. (2014). Motivation of the educational process as a pedagogical problem. Higher Education of Ukraine, 3, 69–74).
6. Black, P. (2000). Formative Assessment and Curriculum Consequences. D. Scott (Ed.). Curriculum and Assessment. Westport: Greenwood Publishing Group, Incorporated. pp. 7–24.
7. Cauley, K., McMillan, J. (2010). Formative assessment techniques to support student motivation and achievement. The clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas, 83, 1–6.
8. Cowie, B., Bell, B. (1999). A Mode of Formative Assessment in Science Education. Assessment in Education: Principles, Policy and Practice, 6(1), 101–116.
9. Perrenoud, P. (1991). Pour un approche pragmatique de l’evaluation formative. Mesure et evaluation en education, 13(4), 49–81.


**Babenko O. M., Artemenko Yu. O., Tereshchenko T. V. The Value of Formative Assessment in increasing Motivation to Study Chemistry.**

***Summary***. *The article considers various approaches to formative assessment, which, first of all, emphasize its importance in increasing the motivation of educational activities and encouraging students to study. Thus, formative assessment is not only a form of assessment, but also an approach aimed at improving learning and student development, which can be applied in different forms and contexts of learning. The goal was to study the stages of organizing formative assessment in chemistry classes in order to increase students' motivation to study this discipline. It was noted that motivating students to study chemistry is a complex process, and it can be influenced by various factors. It is important to create favorable conditions for learning and support students in developing interest in this subject. The article emphasizes that motivation is a dynamic process that can vary over time. It is important to understand what influences students' motivation to study a particular subject such as chemistry. Students' motivation to study chemistry is influenced by various factors, which can be conditionally divided into internal and external. Internal factors include: interest, learning outcomes, connection with future goals, methods and approaches chosen by the teacher. External factors include: social context, educational environment, selected teaching methods and tools. The analysis of psychological-pedagogical and methodical literature, as well as the pedagogical experiment conducted in the 2022-2024 academic years, made it possible to identify a number of*

*stages in the organization of formative assessment in chemistry classes: determination of assessment goals, development of success assessment criteria; use of various assessment tools; providing feedback and reflection; adaptation of assessment to students' needs; facilitating dialogue and discussion; development of positive motivation; cooperation and exchange of experience. In the future, it is planned to develop and test new tools and methods of formative assessment in chemistry classes, aimed at increasing the motivation of students to study.*

***Keywords**: educational process, formative assessment, organization of formative assessment, learning motivation, internal and external factors of motivation to study, teaching chemistry, chemistry lessons, tools of formative assessment.*

**УДК 373.3:51(07):379.8**
**DOI 10.5281/zenodo.10214817**

**Т. І. Війчук**
ORCID ID 0000-0001-5369-8594
**Н. І. Стасів**
ORCID ID 0000-0001-7919-5151
Дрогобицький державний педагогічний
університет імені Івана Франка

# ПРОПЕДЕВТИКА ВИВЧЕННЯ ЧАСТИН ТА ДРОБІВ У ПОЧАТКОВОМУ КУРСІ МАТЕМАТИКИ

*Метою статті є аналіз психолого-педагогічних умов введення понять «частини» та «дроби» у початковій школі, дослідження особливостей вивчення дробів у 3-4 класах. Об'єктом дослідження є процес формування в учнів уявлень про величини та дроби у процесі вивчення початкового курсу математики. У початковій школі в учнів формуються конкретні уявлення про частини та дроби. З цією метою у третьому класі діти знайомляться з поняттям «частина», його записом у вигляді дробу із знаменником одиниця, навчаються порівнювати частини, розв'язувати задачі на знаходження частини числа і числа за частиною. У 4 класі школярів ознайомлюють з дробами, записом їх, вчать порівнювати дроби, розв'язують сюжетні задачі на знаходження дробу від числа. Усі ці питання розкривають за допомогою використання наочних засобів.*

*У початкових класах доцільніше поняття дробового числа вводити як результат вимірювання величин. Методика вивчення найпростіших дробів передбачає конкретизацію різних частин величини, практичне утворення тієї чи іншої частини, а згодом і дробу в результаті поділу предметів, геометричних фігур, смужок тощо на потрібну кількість частин. У процесі опрацювання теми «Дроби» доцільними та ефективними є задачі на зведення до одиниці, знаходження остачі, на рух (зустрічний і в протилежних напрямках). Варто також розв'язувати обернені задачі, складати задачі за графічними зображенням умови та числовим виразом. Розв'язуються задачі як за допомогою арифметичних дій, так і рівнянь. Водночас учні будуть удосконалювати навички з розв'язування рівнянь і нерівностей, обчислення математичних виразів (у тому числі й буквених). Крім того, поглиблення і уточнення геометричних знань школярів – важлива ділянка роботи класовода в опрацюванні цієї теми. Введення дробових чисел значно розширює пізнавальні можливості учнів початкової школи та є основою подальшого вивчення дробів у закладах загальної середньої освіти.*

***Ключові слова:** частини, дробові числа, чисельник, знаменник, вимірювання величин, іменовані числа.*

**Постановка проблеми.** Відповідно до програми з математики у початкових класах обов'язково треба підготувати учнів до вивчення дробів у закладах загальної середньої освіти. Насамперед, слід сформувати у них конкретні уявлення про частини і дроби. Ознайомлення з частинами має також важливе практичне значення. У повсякденній

діяльності на заняттях трудового навчання виникає потреба поділити певну сукупність предметів, «ціле» на 2, 3 і т.д. рівні частини. Елементарні відомості про дроби, що їх молодші учні дістають під час вивчення цієї теми полегшують опанування складніших питань у середніх класах [2; 6]. Практична значущість проблеми формування початкових уявлень молодших школярів про частини та дроби, використання їх при вивченні математики у середніх класах зумовили вибір даної теми дослідження.

**Аналіз актуальних досліджень.** Даній проблемі приділялась і приділяється значна увага науковців-педагогів, методистів і вчителів (М.О.Бантова, М.В. Козак, Я.А. Король, Л.В. Коваль, С.О. Скворцова, М.В.Богданович, В.М.Кухар) [2; 6; 7], однак у методичній літературі ще недостатньо висвітлені дидактичні умови та прийоми вивчення тем «Частини» та «Дроби» у початкових класах, вимоги щодо записів під час опрацювання цих тем. Тому, як свідчить аналіз роботи вчителів-класоводів, у них виникають певні труднощі у розв'язанні та оформленні відповідних задач і прикладів.

Строго математична теорія дробів для учнів початкових класів недоступна. Тому виклад систематичного курсу дробів на цьому етапі навчання має, на думку багатьох науковців та практиків, переважно конкретний характер [2; 5; 9]. Означення поняття дробового числа не подається у діючих підручниках з математики для початкової школи. Замість заучування означення дробу, краще вимагати від школярів з'ясовувати на кожному конкретному прикладі ролі знаменника і чисельника дробу [2; 6].

Є два способи введення поняття дробового числа:

- дробове число трактується як частка;
- дробове число розглядається як результат вимірювання.

Для учнів початкових класів введення дробового числа як частки двох цілих чисел, коли в множині цілих чисел ділення неможливе, при початковому ознайомленні з поняттям дробу буде досить важким [6]. За такого підходу потреба введення нових чисел – дробових – для учнів даного віку психологічно мало умотивована. Загальну ідею розширення поняття про число, зв'язану з намаганням діставати результати обернених дій і в таких випадках, коли ці результати не можуть бути виражені елементами даної множини, молодші школярі усвідомлюють з великими труднощами [7; 9].

Через те в початкових класах доцільніше почати із запровадження поняття дробового числа як результату вимірювання. Треба детально пояснити учням, що у практичній діяльності людини числа застосовуються у двох операціях [2]:

1) при лічбі предметів;
2) при вимірюванні величин.

На поширені помилкові уявлення учнів, пов'язані з поняттям дробу, звертають дослідники у галузі педагогіки арифметики [6; 9]. Дані психологічних досліджень свідчать, що слід проводити велику роботу не тільки в початкових класах, а й у 5 класі, щоб домогтися свідомого сприймання учнями поняття про дробове число. Занадто швидкий перехід до дій над дробами, коли поняття дробового числа ще чітко не викристалізувалось у свідомості учнів, негативно відбивається на якості засвоєння ними наступного курсу [4; 5].

**Мета статті** – розглянути психолого-педагогічні умови введення понять «частина» та «дроби» у початковій школі, дослідити особливості вивчення дробів у 3-4 класах.

**Виклад основного матеріалу.** Історія виникнення дробів показує, що виникнення поняття дробу пов'язане з метрологією, з практичними потребами вимірювання [3; 5; 8]. Ці факти варто підкреслювати при ознайомленні учнів з поняттям дробового числа. Потрібні були тисячоліття, щоб поступово викристалізувалось правильне поняття про дробове число. Основна трудність у сприйманні цього поняття – це синтез двох його історичних рис: кількості і розміру [3].

Щоб розуміння ролі чисельника, сприймання поняття кількості рівних частин не викликало в учнів труднощів, необхідно, щоб до сприймання цього поняття вони були підготовлені всім попереднім процесом вивчення цілих чисел протягом чотирьох років початкового навчання в школі. Усвідомлення ж ролі знаменника дробу викликає значні

труднощі. На перших кроках вивчення дробів необхідно з'ясувати роль знаменника дробу як характеристики розміру частини. Це надалі застереже від грубих помилок, наприклад, від додавання окремо чисельників і окремо знаменників при додаванні дробів у 6 класі. Помилки такого типу найчастіше зумовлюються тим, що учні не уявляють собі конкретної ролі знаменника як характеристики розміру частин. Адже рідко можна спостерігати, щоб навіть слабший у навчанні учень вважав, що сума 1 дм 1 см буде 2 дм і 2 см. Переважно учні знають, що одиниці різних розмірів так просто не додаються, що треба спочатку виразити ці доданки в одиницях однакового розміру, і лише тоді можна додавати їх [2; 5].

Після відповідних міркувань можна ввести назви членів дробу і подати звичайний запис дробу. При такому початковому введенні поняття дробового числа нові (дробові) числа постають з досвіду цілком природно й зрозуміло для молодших школярів. При цьому є певна можливість наголошувати на ролі знаменника як характеристики розміру частини. Той самий підхід при поглибленому вивченні теорії дробів готує до сприймання дробового числа як пари натуральних чисел [4; 7].

Тема «Частини» вивчається у 3 класі. Учні ознайомлюються з утворенням частин та їх записами; усвідомлюють зв'язок між назвою частини і тим, на скільки поділене ціле; вчаться порівнювати частини, знаходити частину числа і число за його частиною.

Чуттєва основа для вивчення матеріалу теми «Дроби» закладається у 3-4 класах, де учні за допомогою поділу різних предметів (яблуко, макет геометричної фігури, паперова смужка тощо) дістають початкові конкретні уявлення про частину від цілого як дріб з чисельником 1, ознайомлюються з назвами елементів дробу – «знаменник» і «чисельник». Виконуючи певні вправи з наочними посібниками, вони довідуються про спосіб утворення частин, порівняльні розміри деяких з них; підмічають зв'язок між назвою частин і кількістю їх у цілому (предметі чи одиниці), вчаться читати й записувати ці частини, знаходити частину від числа і число за його частиною.

У 4 класі вивчення цього матеріалу розширюється і поглиблюється. Насамперед урізноманітнюються розглядувані дробові числа. Крім того, діти дістають уявлення про дріб як сукупність кількох рівних частин одиниці. Водночас здійснюється більше операцій над цими числами: крім порівняння, розглядається ще роздроблення та перетворення дробів. Порівнюються не тільки дроби з однаковими знаменниками, а й різними, відшукується не лише одна частина числа, а й кілька.

На першому етапі вивчення курсу дробів дуже потрібні усні вправи на порівняння двох дробів. На нашу думку, їх варто давати в певній послідовності, оскільки від послідовності вправ залежить успіх роботи. Усні вправи бажано давати щодня протягом 5-10 хв на кожному уроці.

Наприклад, послідовність вправ може бути такою. Спочатку порівнюємо два дроби з однаковими знаменниками. Цей випадок не викликає особливих проблем. Міркування учнів у цьому випадку мають бути такими: через те, що розміри частин в обох дробів однакові, то більший буде той дріб, у якого кількість частин більша [2].

Далі порівнюємо два дроби з однаковими чисельниками, але з різними знаменниками. Цей випадок важчий для учнів, ніж попередній. Проте трудність легко переборюється, якщо учні вже добре засвоїли роль знаменника як характеристики розміру частини. Міркування учнів у цьому випадку мають бути такими: кількість частин в обох дробах однакова, але розміри частин різні. Отже, більше буде те число, яке складається з частин більшого розміру.

До сприймання основної властивості дробу учні початкових класів готуються при виконанні завдань, що пропонуються при з'ясуванні поняття рівності двох дробів.

На даній стадії є вже можливість пояснити учням основну властивість дробу, спираючись на те, що, коли чисельник і знаменник дробу помножити на одне і те саме число, скажімо, на 3, то одночасно відбуваються два процеси: збільшення кількості частин у 3 рази і зменшення розміру кожної частини також у три рази. Зрозуміло, що від цього величина дробу не змінюється.

Учні часто схильні вважати, що всі властивості натуральних чисел обов'язково матимуть місце і в області дробових чисел. Тому вчителеві треба щоразу попереджати учнів, що таке уявлення помилкове. Так, в області натуральних чисел не можна було виражати одне й те саме числове значення величини різними натуральними числами, а в розширеній числовій області – області дробових чисел – можна виразити це числове значення величини безліччю дробових чисел, рівних між собою [5; 6].

Розв'язування відповідних вправ сприятиме більш чіткому у майбутньому засвоєнні основної властивості дробу та її використанні: при скороченні дробу і при зведенні дробів до найменшого спільного знаменника.

Дроби використовуються як у простих, так і в складених задачах. Серед цих завдань у підручнику переважають задачі на зведення до одиниці, знаходження остачі, на рух (зустрічний і в протилежних напрямках). Пропонуємо також розв'язувати обернені задачі, складати задачі за графічними зображенням умови та числовим виразом.

Крім того, розвиваються геометричні уявлення дітей. Для цього не досить самих тільки вправ – тут необхідно оперувати геометричними фігурами як наочними посібниками під час вивчення частин та дробів. Треба створювати у школярів чіткі уявлення про фігури та операції над ними. Для цього варто використовувати такі наочні посібники: набір демонстраційних кругів, прямокутників, таблиці, набір паперових смужок та ін.

Успіх навчання математики учні в початкових і середніх класів значною мірою залежить від наступності їхньої підготовки. Складовою частиною такої підготовки є вироблення вмінь правильно оформляти математичні записи. Культура математичних записів охоплює як упорядкування кожної письмової роботи відповідно до вимог єдиного мовленнєвого режиму, так і правильне застосування властивих математиці термінів і символіки. Неабияке значення тут має заощадження часу на уроці, організація самостійної роботи учнів у класі та вдома, раціональне дозування усних і письмових обчислень. А це сприяє підвищенню ефективності уроку взагалі.

Отже, висока якість оформлення письмових робіт з математики запобігає помилкам, які часто виникають внаслідок нечіткого написання цифр, без системного розміщення записів. Привчаючи дітей правильно виконувати математичні записи, ми сприятимемо розвитку їхнього логічного мислення, засвоєнню математичної мови та символіки.

**Висновки та перспективи подальших наукових розвідок.** Чим ґрунтовніше і повільніше буде пройдено перший етап вивчення дробів, тим швидше будуть засвоєні наступні етапи, на яких переважає технічне виконання окремих дій. Занадто швидкий перехід до виконання дій над дробами дає сумні наслідки: учні формально оперують символами, не розуміючи суті цих символів і перетворень над ними. Внаслідок такої системи вивчення курсу дробів нерідко учні 5 класів і старших не знають цього матеріалу. Варто регулярно пропонувати учням завдання з використанням частин та дробів, що сприятимуть більш ефективному формуванню обчислювальних навичок учнів та закріпленню їхніх умінь перетворювати іменовані величини, допомагатимуть розвивати творчі здібності школярів.

Проблема наступності у вивченні частин та дробів у початковій та середній школах потребує подальшого глибокого і детального дослідження.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Беденко, М. В. (2007). Математика – це справді цікаво!: Збірник задач для учнів початкових класів. Тернопіль : Навчальна книга Богдан. (Bedenko, M. V. (2007). Mathematics is really interesting!: A collection of problems for primary school pupils. Ternopil: Educational book Bohdan).
2. Богданович, М. В., Козак, М. В., Король, Я. А. (2016). Методика викладання математики в початкових класах : Навчальний посібник. 3-є вид., перероб. і доп. Тернопіль : Навчальна книга – Богдан. (Bogdanovych, M. V., Kozak, M. V., Korol, Y. A. (2016). Methods of teaching mathematics in primary grades: Study guide. 3rd ed., revision. and additional Ternopil : Educational book – Bohdan).

3. Бородін, О. І. (1998). Історія розвитку поняття про число і системи числення. Київ : Радянська школа. (Borodin, O. I. (1998). The history of the development of the concept of number and counting systems. Kyiv: Soviet School).
4. Гречук, В., Кіщук, Н. (2013). Шляхи вдосконалення математичної підготовки молодших школярів. Початкова школа, 8, 25–30. (Grechuk, V., Kishchuk, N. (2013). Ways of improving the mathematical training of junior high school pupils. Primary school, 8, 25–30).
5. Кірик, М. Ю., Данилова, Л. І. (2019). Нова українська школа: організація діяльності учнів початкових класів закладів загальної середньої освіти: навчально-методичний посібник. Львів : Світ. (Kirik, M. Yu., Danilova, L. I. (2019). New Ukrainian school: organization of activities of primary school pupils of general secondary education institutions: educational and methodological manual. Lviv : Svit).
6. Коваль, Л. В., Скворцова, С. О. (2008). Методика навчання математики: теорія і практика. Підручник. Частина І. Одеса : Автограф. (Koval, L. V., Skvortsova, S. O. (2008). Methods of teaching mathematics: theory and practice. Textbook. Part I. Odesa : Avtohraf).
7. Король, Я. А., Романишин, І. Я. (2002). Математика. Методика роботи над текстовими задачами. 4 клас. Тернопіль : Навчальна книга – Богдан. (Korol, Ya. A., Romanyshyn, I. Ya. (2002). Math. Methods of working on text problems. 4th grade Ternopil : Educational book – Bohdan).
8. Гордіюк, Н. (2007). Перлини досвіду. Збірник методичних знахідок учителів початкових класів. Тернопіль : Мандрівець. (Gordiyuk, N. (2007). Pearls of experience. A collection of methodical findings of elementary school teachers. Ternopil : Mandrivets).
9. Скворцова, С. О., Онопрієнко, О. В. (2020). Нова українська школа: методика навчання математики у 3-4 класах закладів загальної середньої освіти на засадах інтегративного і компетентнісного підходів : навчально-методичний посібник. Харків : Ранок. (Skvortsova, S. O., Onoprienko, O. V. (2020). New Ukrainian school: mathematics teaching methods in 3-4 grades of general secondary education institutions based on integrative and competency-based approaches : educational and methodological manual. Kharkiv: Ranok).

**Viichuk T. I., Stasiv T. I. Propedeutics of the study of parts and fractions in the elementary course of mathematics.**

***Summary.*** *The purpose of the article is to analyze the psychological and pedagogical conditions for the introduction of the concept of parts and fractions in primary school, to study the peculiarities of the study of fractions in grades 3-4. The object of the study is the process of forming pupils' ideas about quantities and fractions in the process of studying the elementary course of mathematics. In primary school, pupils develop concrete ideas about parts and fractions. For this purpose, in the third grade, children get acquainted with the concept of «part», its writing in the form of a fraction with a unit denominator, learn to compare parts, solve problems for finding a part of a number and a number by a part. In the 4th grade, schoolchildren are introduced to fractions, write them down, learn to compare fractions, solve plot problems for finding a fraction from a number. All these questions are revealed with the help of visual aids.*

*In primary grades, it`s more appropriate to introduce the concept of a fractional number as a result of measuring quantities. The method of studying the simplest fractions involves the specification of various parts of the value, the practical formation of one or another part, and later the fraction as a result of dividing objects, geometric figures, strips, etc. into the required number of parts. In the process of working on the topic «Fractions», tasks on reduction to unity, finding the remainder, and movement (reciprocal and in opposite directions) are appropriate and effective. It is also worth solving inverse problems, solving problems based on graphical representations of conditions and numerical expressions. Problems are solved both with the help of arithmetic operations and equations. At the same time, students will improve their skills in solving equations and inequalities, calculating mathematical expressions (including alphabetic ones). In addition, deepening and clarifying pupils' geometric knowledge is an important part of the teacher's work in the development*

*of this topic. The introduction of fractional numbers significantly expands the cognitive abilities of primary school pupils and is the basis for further study of fractions in secondary school.*

***Key words**: parts, fractional numbers, numerator, denominator, measuring quantities, nominal numbers.*

**УДК 378.016:517**
**DOI 10.5281/zenodo.10214308**

**Н. С. Дзигарська**
ORCID ID 0009-0009-6964-3163
**В. В. Корольський**
ORCID ID 0000-0002-7409-4201
**Я. А. Михайлова**
ORCID ID 0009-0009-3147-3410
**О. В. Тураєва**
ORCID ID 0009-0001-5707-6001
Криворізький державний педагогічний університет

## ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ПРИ ВИВЧЕННІ ТЕМИ «ЧИСЛОВІ ПОСЛІДОВНОСТІ» УЧНЯМИ ЛІЦЕЇВ

*У процесі вивчення математичних дисциплін будь-яка технологія навчання спрямована на розвиток компетентностей щодо розв'язання задач. В задачниках, які пропонуються для загальноосвітніх закладів пропонуються добірки задач з формально вираженими умовами без поєднання з параметрами реальних об'єктів і явищ. Особливо це стосується задач при вивченні одного з важливих розділів математики «Числові послідовності». Тому створення нових видів задач для вивчення цього розділу, в умовах яких реалізується дидактичний принцип візуалізації, має актуальне значення.*

*Метою дослідження є створення системи задач з теми «Числові послідовності» на основі геометричної моделі для учнів ліцеїв. Об'єкт дослідження – числові послідовності. Предмет дослідження – використання послідовностей геометричних образів, розміщених у межах побудованої геометричної моделі та визначення послідовностей різних математичних величин в залежності від рівня складності задач. Під час дослідження використовувались методи порівняння, аналогій, аналізу і синтезу, моделювання.*

*Результати дослідження: запропоновано алгоритм створення умов задач на тему «Числові послідовності» для учнів ліцеїв; продемонстровано процес виведення загального члена числової послідовності з використанням квадрата, розташованого в декартовій системі координат; розкрито можливість використання розглянутої моделі для створення інших видів задач; показано декілька методів розв'язання задач в залежності від рівня знань учня, його потенціалу та прагнень.*

*Проведене дослідження показало, що геометрична інтерпретація робить процес розв'язування задач більш наочним, дозволяє задіяти не тільки моторну, а й зорову пам'ять, показує тісний зв'язок між різними розділами математики, робить процес пізнання більш повним і ефективним. Метод моделювання дозволяє отримати ґрунтовні знання про таке поняття як «числова послідовність» не шляхом безпосереднього вивчення, а шляхом вивчення аналогічного явища за допомогою геометричної моделі.*

***Ключові слова:** числова послідовність, геометрична модель, геометричні образи, система задач, візуалізація, послідовність величин.*

**Постановка проблеми.** На сучасному етапі розвитку математики числові послідовності розглядають як частинні випадки функцій. Функції проходять наскрізною лінією через увесь шкільний курс математики, тому і числові послідовності набувають

великого значення і широкого застосування. Але, щоб глибше зрозуміти поняття «послідовність», слід звернути увагу на геометричну інтерпретацію. Для того, щоб процес навчання був ефективнішим, вчителем розробляються усіляки підходи для активізації інтересу учнів і саме геометрична модель є одним з цих підходів [5].

**Аналіз актуальних досліджень.** Числовими послідовностями займались Архімед, Дж. Валліс, К. Вейерштрас, Е. Гейне, Дж. Грегорі, О. Коші, Н. Орема та інші.

Генерацією числових послідовностей за допомогою геометричної моделі займалися: В. Бобирь [1], С. Габ [3; 4], Н. Дзигарська [2], В. Корольський [2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9], А. Римар [7], О. Тураєва [2; 8], А. Христюк [1].

**Мета статті** – створення системи задач, які можуть бути використані при вивченні числових послідовностей, а також у якості олімпіадних задач для учнів ліцею; процес виведення загального члена послідовності різних величин за допомогою геометричної інтерпретації.

**Виклад основного матеріалу.** Алгоритми створення умов задач, пов'язаних з вивченням розділу «Числові ряди» студентами спеціальності «Математика» у вищих педагогічних закладах на основі використання геометричних моделей, започатковані в роботах [1; 2; 3; 4; 5; 6; 7].

Але на нашу думку аналогічні алгоритми можна застосувати для створення задач при вивченні теми «Числові послідовності» учнями ліцеїв. Такі задачі мають різні рівні складності і можуть бути використані при проведенні олімпіад серед учнів ліцеїв.

Запропоновані у цій статті алгоритми базуються на використанні послідовностей геометричних образів, розташованих в межах побудованої геометричної моделі.

Геометрична модель згідно з запропонованим узагальненим алгоритмом будується за допомогою:

- декартової системи координат $OXY$;
- квадрата зі стороною $a = 1$, розташованого у I чверті системи координат $OXY$;
- загальних членів відомих послідовностей.

Пояснимо сказане на прикладі геометричної моделі, представленої на рис. 1.

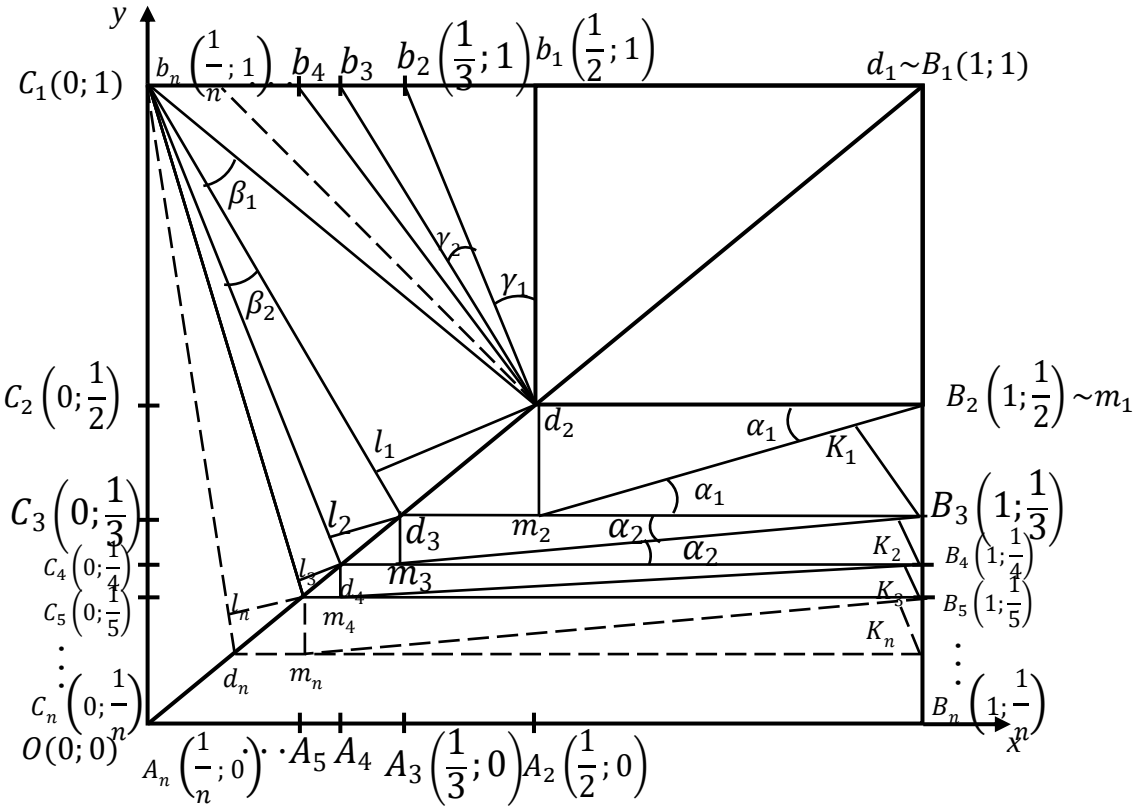



Рис. 1. На сторонах квадрата $OA_1B_1C_1$ зі стороною $a = 1$ розташовані послідовності точок $B_n\left(0;\frac{1}{n}\right)$, $A_n\left(\frac{1}{n};0\right)$, $C_n\left(0;\frac{1}{n}\right)$, $b_n\left(\frac{1}{n};1\right)$, $n \in \mathbb{N}$

Використовуючи послідовності координат точок $B_n$, $A_n$, $C_n$, $b_n$ можна розв'язати наступні задачі.

I. Задачі першого рівня складності

1. Визначити послідовність координат точок $d_n$.
2. Визначити послідовність координат точок $m_n$.
3. Визначити послідовність довжин відрізків $\overline{B_nB_{n+1}}$.

II. Задачі другого рівня складності

1. Визначити послідовність довжин відрізків $\overline{d_nd_{n+1}}$.
2. Визначити послідовність довжин відрізків $\overline{d_2b_n}$.
3. Визначити послідовність довжин відрізків $\overline{C_1d_{n+1}}$.
4. Визначити послідовність довжин відрізків $\overline{m_{n+1}B_{n+2}}$, $\overline{m_{n+1}B_{n+1}}$.
5. Визначити послідовність довжин відрізків $\overline{d_{n+1}B_{n+1}}$.
6. Визначити послідовність довжин відрізків $\overline{m_nb_n}$.
7. Визначити послідовність величин площ послідовності прямокутників $d_{n+1}B_{n+1}B_{n+2}m_{n+1}$.
8. Визначити послідовність величин площ $\Delta d_nd_{n+1}m_n$.
9. Визначити послідовність величин площ послідовності трапецій $d_{n+1}B_{n+1}B_{n+2}d_{n+2}$.

III. Задачі третього рівня складності

1. Визначити послідовність довжин відрізків $\overline{l_nd_{n+1}}$, які є висотами послідовності $\Delta C_1d_{n+1}d_{n+2}$.
2. Визначити послідовність довжин відрізків $\overline{K_nB_{n+2}}$, які є висотами послідовності $\Delta B_{n+1}m_{n+1}B_{n+2}$.
3. Визначити послідовність величин площ $\Delta d_2b_nb_{n+1}$.
4. Визначити послідовність величин площ $\Delta d_{n+1}d_{n+2}C_1$.
5. Визначити послідовність величин площ $\Delta d_{n+1}d_{n+2}l_n$.
6. Визначити послідовність величин площ $\Delta d_{n+1}l_nC_1$.
7. Визначити послідовність величин площ $\Delta K_nB_{n+1}B_{n+2}$.
8. Визначити послідовність величин площ $\Delta m_{n+1}K_nB_{n+2}$.
9. Визначити послідовність величин: $\sin\alpha_n$, $\cos\alpha_n$, де $\angle\alpha_n = \angle K_nm_{n+1}B_{n+2}$. Показати, що $sin^2\alpha_n + cos^2\alpha_n = 1$.
10. Визначити послідовність величин: $\sin\beta_n$, $\cos\beta_n$, де $\angle\beta_n = \angle d_{n+1}C_1l_n$. Показати, що $sin^2\beta_n + cos^2\beta_n = 1$.
11. Визначити послідовність величин: $\sin\gamma_n$, $\cos\gamma_n$, де $\angle\gamma_n = \angle b_1d_2b_{n+1}$. Показати, що $sin^2\gamma_n + cos^2\gamma_n = 1$.

Для розв'язання задач першого рівня складності достатньо скористатися можливістю візуалізації умов задач і послідовностями координат точок $B_{n+1}$ і $A_{n+1}$. Після чого шляхом аналізу записати відповідь у вигляді загального члена досліджуваної послідовності.

**Задача I (1).** Визначити послідовність координат точок $d_n$.

Розв'язання

Візуально на моделі видно, що координати точок послідовності $d_n$ безпосередньо пов'язані з їх проекціями на сторони квадрата $\overline{OA_1}$ і $\overline{B_1A_1}$, що дає можливість стверджувати:

$x_1 = 1, x_2 = \frac{1}{3}, x_3 = \frac{1}{4}, \ldots, x_n = \frac{1}{n}; y_1 = 1, y_2 = \frac{1}{3}, y_3 = \frac{1}{4}, \ldots, y_n = \frac{1}{n}$.

Таким чином, $\forall\, n \in \mathbb{N}$ точка $d_n$ задається послідовністю $d_n\left(\frac{1}{n};\frac{1}{n}\right)$.

**Задача I (2).** Визначити послідовність координат точок $m_n$.

Розв'язання

Візуально на моделі видно, що:

- абсциси точок $m_n$ задаються послідовністю $x_1 = \frac{1}{2}$, $x_2 = \frac{1}{3}$, $x_3 = \frac{1}{4}$, $x_4 = \frac{1}{5}$, …, тобто $x_n = \frac{1}{n+1}\ \forall\, n \in \mathbb{N}$;
- ординати точок $m_n$ задаються послідовністю $y_1 = \frac{1}{3}$, $y_2 = \frac{1}{4}$, $y_3 = \frac{1}{5}$, $y_4 = \frac{1}{6}$, …, тобто $y_n = \frac{1}{n+2}\ \forall\, n \in \mathbb{N}$.

Таким чином $\forall\, n \in \mathbb{N}$ точка $m_n$ має координати $\left(\frac{1}{n+1}; \frac{1}{n+2}\right)$.

**Задача I (3).** Визначити послідовність довжин відрізків $\overline{B_n B_{n+1}}$.

Розв'язання

В залежності від рівня логічного мислення і попередніх знань з геометрії учень може розв’язати цю задачу одним із способів.

1 спосіб

Візуально спостерігаючи відрізки $\overline{B_1B_2}$, $\overline{B_2B_3}$, $\overline{B_3B_4}$, … і логічно мислити можна одержати відповідь: $\overline{B_1B_2} = 1 - \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$; $\overline{B_2B_3} = \frac{1}{2} - \frac{1}{3} = \frac{3-2}{6} = \frac{1}{6}$; $\overline{B_3B_4} = \frac{1}{3} - \frac{1}{4} = \frac{4-3}{12} = \frac{1}{12}$; $\overline{B_4B_5} = \frac{1}{4} - \frac{1}{5} = \frac{5-4}{20} = \frac{1}{20}$…

Далі шляхом аналізу одержаних величин трьох-чотирьох довжин відрізків можна записати відповідь: $\overline{B_nB_{n+1}} = \frac{1}{n} - \frac{1}{n+1} = \frac{n+1-n}{n(n+1)} = \frac{1}{n(n+1)}$ і одержати послідовність $\left\{\frac{1}{n(n+1)}\right\}$.

2 спосіб

Якщо учень пам’ятає формули обчислення відстані між точками в системі координат $OXY$, яка має вигляд для довільних точок $M_1(x_1; y_1)$ і $M_2(x_2; y_2)$:

$|\overline{M_1M_2}| = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$ (1),

то легко отримає рівність:

$|\overline{B_1B_2}| = \sqrt{(1-1)^2 + \left(\frac{1}{2} - 1\right)^2} = \frac{1}{2}$, $|\overline{B_2B_3}| = \sqrt{(1-1)^2 + \left(\frac{1}{3} - \frac{1}{2}\right)^2} = \frac{1}{6}$ і так далі.

Розв’язання задач рівня II(1-9) можливе принаймі двома способами.

1. Зрозуміло, що перед тим як обчислювати послідовності відрізків потрібно знайти координати точок кінців відрізків. Потім застосовується формула (1). Тобто попередньо треба розв’язати задачі виду I (1, 2).

2. В деяких випадках для нашої геометричної моделі можливе використання теореми Піфагора.

**Задача II (1).** Визначити послідовність довжин відрізків $\overline{d_n d_{n+1}}$.

Розв’язання

Використаємо обидва запропонованих способи.

1 спосіб

Координати точок $d_n$ відповідають членам послідовності $x_n = y_n = \frac{1}{n}\ \forall\, n \in \mathbb{N}$.

Далі використаємо формулу (1):

$$|\overline{d_1d_2}| = \sqrt{\left(\frac{1}{2} - 1\right)^2 + \left(\frac{1}{2} - 1\right)^2} = \frac{\sqrt{2}}{2},$$

$$|\overline{d_2d_3}| = \sqrt{\left(\frac{1}{3} - \frac{1}{2}\right)^2 + \left(\frac{1}{3} - \frac{1}{2}\right)^2} = \frac{\sqrt{2}}{6},$$

$$|\overline{d_3d_4}| = \sqrt{\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{3}\right)^2 + \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{3}\right)^2} = \frac{\sqrt{2}}{12},$$

. . . . . .

$$|\overline{d_nd_{n+1}}| = \sqrt{\left(\frac{1}{n+1} - \frac{1}{n}\right)^2 + \left(\frac{1}{n+1} - \frac{1}{n}\right)^2} = \frac{\sqrt{2}}{n(n+1)}.$$

Одержуємо послідовність з загальним членом $\frac{\sqrt{2}}{n(n+1)}$.

2 спосіб

На моделі спостерігаємо послідовність прямокутних трикутників $\Delta d_n d_{n+1} B_{n+1}$:

$\forall\, n \in \mathbb{N}$ $\overline{d_n d_{n+1}}$ – гіпотенузи, $\overline{d_{n+1}B_{n+1}}$, $\overline{B_n B_{n+1}}$ – катети. Довжини катетів $\overline{B_n B_{n+1}}$ задаються послідовністю $\frac{1}{n(n+1)}$ (див. задачу I (3)).

Визначимо послідовність довжин катетів $\overline{m_1 d_{n+2}}$. Безпосередньо на моделі спостерігаємо $\overline{m_1 d_3} = \overline{d_3 B_3} - \overline{m_1 B_3} = \left(1 - \frac{1}{3}\right) - \left(1 - \frac{1}{2}\right) = \frac{1}{2} - \frac{1}{3} = \frac{3-2}{6} = \frac{1}{6}$, $\overline{m_2 d_4} = \overline{d_4 B_4} - \overline{m_2 B_4} = \left(1 - \frac{1}{4}\right) - \left(1 - \frac{1}{3}\right) = \frac{1}{3} - \frac{1}{4} = \frac{4-3}{12} = \frac{1}{12}$, …, $\overline{m_n d_{n+2}} = \frac{1}{n(n+1)}$.

<u>Примітка.</u> Фактично знайдені спочатку довжини $\overline{m_1 d_3}$ і $\overline{m_2 d_4}$ свідчать про те, що послідовності $\Delta d_n d_{n+1} B_{n+1}$ є прямокутними і рівнобедреними. Тому послідовність довжин їх гіпотенуз $\overline{d_n d_{n+1}}$ можна обчислювати $\forall\, n \in \mathbb{N}$ за формулою Піфагора:

$$\left|\overline{d_n d_{n+1}}\right| = \sqrt{2\left(\frac{1}{\text{т}(\text{т}+1)}\right)^2} = \frac{\sqrt{2}}{n(n+1)}.$$

Способи 1 і 2 приводять до однакової відповіді.

<u>Примітка.</u> Для визначення послідовності довжин $\left|\overline{d_n d_{n+1}}\right|$ можна застосувати і третій спосіб, якщо скористатися тим, що $\forall\, n \in \mathbb{N}$ маємо рівність кутів: $\angle d_{n+1} d_{n+2} m_1 = \angle d_{n+2} d_{n+1} m_1 = \frac{\pi}{4}$.

Таким чином при розв'язанні розглянутої задачі найбільш потенційно підготовлений учень може продемонструвати широту своїх знань і одержати максимальну оцінку.

Задачі II (2-6) розв'язуються аналогічними способами, що і задача II (1). Для розв'язання задач II (7, 8) застосовуються відомі учням ліцеїв формули обчислення площ прямокутників і трапецій.

**Задача II (7).** Визначити послідовність величин площ послідовності прямокутників $d_{n+1}B_{n+1}B_{n+2}m_{n+1}$.

Розв'язання

Згідно формули обчислення площі прямокутників записуємо:

$S_n = \overline{d_{n+1}B_{n+1}} \cdot \overline{d_{n+1}m_{n+1}}$, (2)

де, як можна спостерігати з рис. 1 $d_{n+1}B_{n+1} = 1 - \frac{1}{n+1} = \frac{n}{n+1}$ $(*)$

Дійсно на моделі видно, якщо:

$n = 1$, то $\overline{d_2 B_2} = 1 - \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$,

$n = 2$, то $\overline{d_3 B_3} = 1 - \frac{1}{3} = \frac{2}{3}$,

$n = 3$, то $\overline{d_4 B_4} = 1 - \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$,

. . . . . .

$\overline{d_{n+1}m_{n+1}} = \overline{B_{n+1}B_{n+2}} = \frac{1}{n+1} - \frac{1}{n+2} = \frac{1}{(n+1)(n+2)}$ $(**)$

якщо: $n = 1$, то $\overline{B_2 B_3} = \frac{1}{2} - \frac{1}{3} = \frac{1}{6}$,

$n = 2$, то $\overline{B_3 B_4} = \frac{1}{3} - \frac{1}{4} = \frac{1}{12}$ …

Таким чином, застосовуючи формулу (2) і рівності $(*)$, $(**)$, одержуємо послідовність величин площ прямокутників $d_{n+1}B_{n+1}B_{n+2}$:

$$S_n = \frac{n}{n+1} \cdot \frac{1}{(n+1)(n+2)} = \frac{n}{(n+1)^2(n+2)} \quad (3)$$

Виконаємо обчислення за формулою (3): $S_1 = \frac{1}{4 \cdot 3} = \frac{1}{12}$, $S_2 = \frac{2}{9 \cdot 4} = \frac{1}{18}$.

Перевіряємо формулу за допомогою моделі:

$S_1 = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{3}\right) = \frac{1}{12}$,

$S_2 = \left(1 - \frac{1}{3}\right) \cdot \left(\frac{1}{3} - \frac{1}{4}\right) = \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{12} = \frac{1}{18}$ і так далі.

Отже, дійсно послідовність (3) відповідає умовам розглянутої задачі.

Аналогічно можна одержати послідовність величин площ трапецій $d_{n+1}B_{n+1}B_{n+2}d_{n+2}$:

$$S_n = \frac{1}{2}\overline{d_{n+1}m_{n+1}}\left(\overline{d_{n+1}B_{n+1}} + \overline{d_{n+2}B_{n+2}}\right) = \frac{1}{2}\cdot\frac{1}{(n+1)(n+2)}\left(\frac{n}{n+1} + \frac{n+1}{n+2}\right) = \frac{1}{2(n+1)(n+2)}\cdot$$
$$\frac{2n^2+4n+1}{(n+1)(n+2)} = \frac{2(n+1)^2-1}{2(n+1)^2(n+2)^2} \ (4)$$

Задачі рівня III (1-2) розв'язуються за допомогою введення невідомого при умові, що відомі послідовності довжин сторін $\Delta C_1 d_{n+1} d_{n+2}$ і $\Delta B_{n+1} m_{n+1} B_{n+2}$. Тобто з використанням розв'язків задач II (1-6).

**Задача III (1).** Визначити послідовність довжин відрізків $\overline{l_n d_{n+1}}$, які є висотами послідовності $\Delta C_1 d_{n+1} d_{n+2}$.

Розв'язання

За результатами розв'язання задач II (1,3) маємо послідовності сторін $\Delta C_1 d_{n+1} d_{n+2}$:

$$\left.\begin{aligned} \overline{d_{n+1}d_{n+2}} &= \frac{\sqrt{2}}{(n+1)(n+2)} \\ \overline{C_1 d_{n+1}} &= \frac{\sqrt{n^2+1}}{n+1} \\ \overline{C_1 d_{n+2}} &= \frac{\sqrt{(n+1)^2+1}}{n+2} \end{aligned}\right\}$$

Використовуючи ці формули одержуємо:

- $n = 1$:
  - ✓ $\overline{d_2 d_3} = \frac{\sqrt{2}}{6}$
  - ✓ $\overline{C_1 d_2} = \frac{\sqrt{2}}{2}$
  - ✓ $\overline{C_1 d_3} = \frac{\sqrt{2}}{3}$
- $n = 2$:
  - ✓ $\overline{d_3 d_4} = \frac{\sqrt{2}}{12}$
  - ✓ $\overline{C_1 d_3} = \frac{\sqrt{5}}{3}$
  - ✓ $\overline{C_1 d_4} = \frac{\sqrt{10}}{4}$
- $n = 3$:
  - ✓ $\overline{d_4 d_5} = \frac{\sqrt{2}}{20}$
  - ✓ $\overline{C_1 d_4} = \frac{\sqrt{10}}{4}$
  - ✓ $\overline{C_1 d_5} = \frac{\sqrt{17}}{5}$
- $n = 4$:
  - ✓ $\overline{d_5 d_6} = \frac{\sqrt{2}}{30}$
  - ✓ $\overline{C_1 d_5} = \frac{\sqrt{17}}{5}$
  - ✓ $\overline{C_1 d_6} = \frac{\sqrt{26}}{6}$

і так далі.

Визначимо послідовність величин $\overline{d_2 l_1}$, $\overline{d_3 l_2}$, $\overline{d_4 l_3}$.

Для визначення $\overline{d_2 l_1}$ розглянемо $\Delta d_2 d_3 C_1$.

Припускаємо, що $\overline{d_2 l_1} = x$, тоді зрозуміло, що $\overline{l_1 C_1} = \overline{C_1 d_3} - x = \frac{\sqrt{5}}{3} - x$.

Для знаходження $x$ використаємо теорему Піфагора для прямокутних трикутників $\Delta d_2 d_3 l_1$ і $\Delta d_2 l_1 C_1$.

Відповідно до $\Delta d_2 d_3 l_1$ одержуємо:

$$\overline{d_2 l_1} = \sqrt{(\overline{d_2 d_3})^2 - x^2} = \sqrt{\left(\frac{\sqrt{2}}{6}\right)^2 - x^2} = \sqrt{\frac{1}{18} - x^2} \ (/)$$

Відповідно до $\Delta d_2 l_1 C_1$ одержуємо:

$$\overline{d_2 l_1} = \sqrt{(\overline{d_2 C_1})^2 - (\overline{C_1 l_1})^2} = \sqrt{\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^2 - \left(\frac{\sqrt{5}}{3} - x\right)^2} \ (//)$$

У рівностях ( / ) і ( // ) ліві частини однакові, тому одержуємо рівняння для знаходження $x$:

$$\sqrt{\frac{1}{18} - x^2} = \sqrt{\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^2 - \left(\frac{\sqrt{5}}{3} - x\right)^2}$$
$$\frac{1}{18} - x^2 = \frac{1}{2} - \frac{5}{9} + \frac{2\sqrt{5}}{3}x - x^2$$
$$\frac{2\sqrt{5}}{3}x = \frac{1}{18} - \frac{1}{2} + \frac{5}{9}$$

$$\frac{2\sqrt{5}}{3}x = \frac{1}{9}$$
$$x = \frac{1}{6\sqrt{5}}\ (///)$$

Далі з рівності (/) обчислюємо висоту $\overline{d_2 l_1}$:

$\overline{d_2 l_1} = \sqrt{\frac{1}{18} - \frac{1}{36\cdot 5}} = \frac{1}{3}\sqrt{\frac{1}{2} - \frac{1}{20}} = \frac{1}{3}\sqrt{\frac{9}{20}} = \frac{1}{2\sqrt{5}}$.

Аналогічно знаходимо $\overline{d_3 l_2}$ з $\Delta d_3 d_4 C_1$.

Припускаємо, що $\overline{d_4 l_2} = x$. Далі записуємо $\left|\overline{l_2 C_1}\right| = \overline{|C_1 d_4|} - x = \frac{\sqrt{10}}{4} - x$.

Використовуючи прямокутні трикутники одержуємо рівності:

$\overline{d_3 l_2} = \sqrt{(\overline{d_3 d_4})^2 - x^2} = \sqrt{\left(\frac{\sqrt{2}}{12}\right)^2 - x^2}\ (/)$

$\overline{d_3 l_2} = \sqrt{(\overline{d_3 C_1})^2 - (\overline{C_1 l_2})^2} = \sqrt{\left(\frac{\sqrt{5}}{3}\right)^2 - \left(\frac{\sqrt{10}}{4} - x\right)^2}\ (//)$

З рівностей (/) і (//) слідує рівність:

$$\sqrt{\left(\frac{\sqrt{2}}{12}\right)^2 - x^2} = \sqrt{\left(\frac{\sqrt{5}}{3}\right)^2 - \left(\frac{\sqrt{10}}{4} - x\right)^2}$$
$$\frac{1}{72} - x^2 = \frac{5}{9} - \frac{5}{8} + \frac{\sqrt{10}}{2}x - x^2$$
$$\frac{\sqrt{10}}{2}x = \frac{1}{72} - \frac{5}{9} + \frac{5}{8}$$
$$\frac{\sqrt{10}}{2}x = \frac{1}{12}$$
$$x = \frac{1}{6\sqrt{10}}$$

Р рівності (/) знаходимо: $\overline{d_3 l_2} = \sqrt{\left(\frac{\sqrt{2}}{12}\right)^2 - \left(\frac{1}{6\sqrt{10}}\right)^2} = \sqrt{\frac{1}{72} - \frac{1}{360}} = \sqrt{\frac{5-1}{360}} = \frac{1}{3\sqrt{10}}$.

Аналогічно одержуємо: $\overline{d_4 l_3} = \frac{\sqrt{17}}{68}$ і так далі.

Тобто $\overline{d_{n+1} l_n} = \frac{\sqrt{(n+1)^2+1}}{(n+1)((n+1)^2+1)}$ (5).

Цю задачу можна розв'язати й іншим способом за допомогою формули обчислення площі трикутника шляхом використання координат послідовності $\Delta d_{n+1} d_{n+2} C_1$, тобто формули:

$$S_n = \frac{1}{2}|(x_2 - x_1)(y_3 - y_1) - (x_3 - x_1)(y_2 - y_1)|, (6)$$

де $(x_1; y_1)$, $(x_2; y_2)$, $(x_3; y_3)$ – координати вершин трикутника.

У нашому випадку маємо послідовність $\Delta d_{n+1} d_{n+2} C_1$ з вершинами $d_{n+1}\left(\frac{1}{n+1}; \frac{1}{n+1}\right)$, $d_{n+2}\left(\frac{1}{n+2}; \frac{1}{n+2}\right)$, $C_1(0; 1)$.

За формулою (6) одержуємо площу:

$$S_n = \frac{1}{2}\left|\left(\frac{1}{n+2} - \frac{1}{n+1}\right)\left(1 - \frac{1}{n+1}\right) - \left(0 - \frac{1}{n+1}\right)\left(\frac{1}{n+2} - \frac{1}{n+1}\right)\right| = \frac{1}{2}\left|\left(\frac{1}{n+2} - \frac{1}{n+1}\right)\left(1 - \frac{1}{n+1} + \frac{1}{n+1}\right)\right| =$$
$$\frac{1}{2}\left|-\frac{1}{(n+1)(n+2)}\right| = \frac{1}{2(n+1)(n+2)}. (7)$$

З іншого боку маємо $S_n = \frac{1}{2}\left|\overline{d_{n+2} C_1}\right|\left|\overline{d_{n+2} l_n}\right|$, де $\left|\overline{d_{n+2} C_1}\right| = \frac{\sqrt{1+(n+1)^2}}{n+2}$ (8)

Враховуючи рівність лівих частин рівностей (7) і (8) записуємо рівність:

$$\frac{1}{2(n+1)(n+2)} = \frac{1}{2}\frac{\sqrt{1+(n+1)^2}}{n+2}\left|\overline{d_{n+2} l_n}\right|,$$
$$\left|\overline{d_{n+2} l_n}\right| = \frac{1}{(n+1)\sqrt{1+(n+1)^2}} = \frac{\sqrt{1+(n+1)^2}}{(n+1)(1+(n+1)^2)}. (9)$$

Рівність (9) співпадає з рівністю (5).

**Задача III (2)** розв'язується тим же способом, що і задача III (1). Але можливий інший варіант. Якщо використати послідовності величин сторін $\Delta B_{n+1} m_{n+1} B_{n+2}$, то для

обчислення площ цих трикутників можна використати формулу Герона. Після обчислення застосувати формулу:

$$\frac{1}{2}|\overline{B_{n+1}m_{n+1}}| \cdot |\overline{K_nB_{n+2}}| = S_{\Delta B_{n+1}m_{n+1}B_{n+2}} \Longrightarrow |\overline{K_nB_{n+2}}| = \frac{2S_\Delta}{|\overline{B_{n+1}m_{n+1}}|} \quad (10)$$

**Задача III (3).** Визначити послідовність величин площ $\Delta d_2b_nb_{n+1}$.

Розв'язання

1 спосіб

Використовується формула (6). Тому що на моделі чітко видно послідовність координат вершин $\Delta d_2b_nb_{n+1}$.

2 спосіб

Використовуються послідовності довжин сторін $\Delta d_2b_nb_{n+1}$: $|\overline{d_2b_n}|$ знаходиться після розв'язання задачі II (2), $|\overline{b_nb_{n+1}}|$ визначаються за допомогою моделі на стороні квадрата $\overline{B_1C_1}$. Таким чином є можливість застосування формули Герона.

3 спосіб

Першою дією обчислюємо площу

$$S_1 = S_{\Delta d_2b_1b_2} = \frac{1}{2}|\overline{d_2b_1}||\overline{b_1b_2}| = \frac{1}{2}\cdot\frac{1}{2}\cdot\left(\frac{1}{2}-\frac{1}{3}\right) = \frac{1}{4}\cdot\frac{1}{6} = \frac{1}{24}.$$

Другою дією обчислюємо площу $S_1' = S_{\Delta d_2b_1b_3} = \frac{1}{2}\cdot\frac{1}{2}\cdot\left(\frac{1}{2}-\frac{1}{4}\right) = \frac{1}{4}\cdot\frac{1}{4} = \frac{1}{16}$.

Третьою дією обчислюємо площу $S_2 = S_{\Delta d_2b_2b_3} = S_{\Delta d_2b_1b_3} - S_{\Delta d_2b_1b_2} = \frac{1}{16} - \frac{1}{24} = \frac{1}{48}$.

Таким чином виникає ітераційний процес з використанням послідовності прямокутних трикутників і їх площ. Послідовність величин площ $\Delta d_2b_1b_n$ визначається за формулою:

$$S_n' = \frac{1}{2}|\overline{d_2b_1}||\overline{b_1b_{n+1}}| = \frac{1}{2}\cdot\frac{1}{2}\cdot\left|\frac{1}{2}-\frac{1}{n+2}\right| = \frac{1}{4}\cdot\frac{n}{2(n+2)} = \frac{1}{8}\cdot\frac{n}{n+2} \quad (11)$$

За допомогою формули (11) знаходиться послідовність площ $S_{n+1}$:

$$S_{n+1} = \frac{1}{8}\cdot\frac{n+1}{n+3} - \frac{1}{8}\cdot\frac{n}{n+2} = \frac{1}{8}\cdot\frac{(n+1)(n+2)-n(n+3)}{(n+2)(n+3)} = \frac{1}{8}\cdot\frac{n^2+3n+2-n^2-3n}{(n+2)(n+3)} = \frac{1}{4(n+2)(n+3)} \quad (12)$$

<u>Примітка.</u> Якщо учень (або студент) запропонує третій спосіб, то він заслуговує на одержання високої оцінки.

Задача III (4) розв'язується за алгоритмами задачі III (3).

**Задача III (5).** Визначити послідовність величин площ $\Delta d_{n+1}d_{n+2}l_n$.

Розв'язання

Результати розв'язання задач II (1) і III (1) будемо використовувати для знаходження $S_1$:

$$|\overline{d_2d_3}| = \frac{\sqrt{2}}{(n+1)(n+2)}\Big|_{n=1} = \frac{\sqrt{2}}{6} \; (/)$$

$$|\overline{d_3l_1}| = \frac{\sqrt{5}}{10} \; (//)$$

За теоремою Піфагора знаходимо довжину катета $|\overline{d_3l_1}|$:

$$|\overline{d_3l_1}| = \sqrt{(d_2d_3)^2 - (d_3l_1)^2} = \sqrt{\left(\frac{\sqrt{2}}{6}\right)^2 - \left(\frac{\sqrt{5}}{10}\right)^2} = \sqrt{\frac{1}{18}-\frac{1}{20}} = \sqrt{\frac{2}{360}} = \sqrt{\frac{1}{180}} = \frac{\sqrt{5}}{30}.$$

Далі обчислюємо $S_1$:

$$S_1 = \frac{1}{2}\cdot\frac{\sqrt{5}}{30}\cdot\frac{\sqrt{5}}{10} = \frac{1}{2}\cdot\frac{5}{300} = \frac{1}{120}.$$

Аналогічно знаходяться $S_2$ і $S_3$.

Після обчислення $S_1$, $S_2$, $S_3$ можна ставити задачу про визначення загального члена послідовності $S_n$.

Алгоритм розв'язання задач III (6, 7, 8) запропонувати самостійно з можливими варіантами.

**Задача III (9).** Визначити послідовність величин: $\sin\alpha_n$, $\cos\alpha_n$, де $\angle\alpha_n = \angle K_nm_{n+1}B_{n+2}$. Показати, що $sin^2\alpha_n + cos^2\alpha_n = 1$.

Розв'язання

На моделі видно, що кути $\alpha_n = \angle B_{n+1}m_{n+1}B_{n+2}$ є кутами послідовності прямокутних $= \Delta B_{n+1}m_{n+1}B_{n+2}$. Тому одержуємо:

$$\sin\alpha_n = \frac{|\overline{B_{n+1}B_{n+2}}|}{|\overline{B_{n+1}m_{n+1}}|}, (13)$$

$$\cos\alpha_n = \frac{|\overline{B_{n+2}m_{n+1}}|}{|\overline{B_{n+1}m_{n+1}}|}, (14)$$

де $|\overline{B_{n+1}B_{n+2}}| = \frac{1}{n+1} - \frac{1}{n+2} = \frac{1}{(n+1)(n+2)}$, (15)

$|\overline{B_{n+2}m_{n+1}}| = 1 - \frac{1}{n+1} = \frac{n}{n+1}$, (16)

$|\overline{B_{n+1}m_{n+1}}| = \sqrt{|\overline{B_{n+1}B_{n+2}}|^2 + |\overline{B_{n+2}m_{n+1}}|^2} = \sqrt{\left(\frac{1}{(n+1)(n+2)}\right)^2 + \left(\frac{n}{n+1}\right)^2} = \sqrt{\frac{1+n^2(n+2)^2}{(n+1)^2(n+2)^2}} = \frac{1}{(n+1)(n+2)}\sqrt{1+n^2(n+2)^2}$. (17)

Використовуючи формули (13) і (14) визначаємо за допомогою рівностей (15), (16), (17) послідовності $sin\,\alpha_n$ і $cos\,\alpha_n$.

$$sin\,\alpha_n = \frac{1}{(n+1)(n+2)} : \frac{\sqrt{1+n^2(n+2)^2}}{(n+1)(n+2)} = \frac{1}{\sqrt{1+n^2(n+2)^2}}, (18)$$

$$cos\,\alpha_n = \frac{n}{n+1} : \frac{\sqrt{1+n^2(n+2)^2}}{(n+1)(n+2)} = \frac{n(n+2)}{\sqrt{1+n^2(n+2)^2}}. (19)$$

Послідовність $sin\,\alpha_n$ містить члени:

$$sin\,\alpha_1 = \frac{1}{\sqrt{1+9}} = \frac{\sqrt{10}}{10}$$

$$sin\,\alpha_2 = \frac{1}{\sqrt{1+64}} = \frac{\sqrt{65}}{65}$$

$$sin\,\alpha_3 = \frac{1}{\sqrt{1+225}} = \frac{\sqrt{226}}{226}$$

. . . . . .

Послідовність $cos\,\alpha_n$ складається з членів:

$$cos\,\alpha_1 = \frac{3}{\sqrt{10}} = \frac{3\sqrt{10}}{10}$$

$$cos\,\alpha_2 = \frac{8}{\sqrt{65}} = \frac{8\sqrt{65}}{65}$$

$$cos\,\alpha_3 = \frac{15}{\sqrt{226}} = \frac{15\sqrt{226}}{226}$$

. . . . . .

Перевіримо виконання тригонометричної тотожності:

$$sin^2\alpha_1 + cos^2\alpha_1 = \left(\frac{\sqrt{10}}{10}\right)^2 + \left(\frac{3\sqrt{10}}{10}\right)^2 = \frac{1}{10} + \frac{9}{10} = 1,$$

$$sin^2\alpha_2 + cos^2\alpha_2 = \left(\frac{\sqrt{65}}{65}\right)^2 + \left(\frac{8\sqrt{65}}{65}\right)^2 = \frac{1}{65} + \frac{64}{65} = 1,$$

. . . . . .

$$sin^2\alpha_n + cos^2\alpha_n = \left(\frac{1}{\sqrt{1+n^2(n+2)^2}}\right)^2 + \left(\frac{n(n+2)}{\sqrt{1+n^2(n+2)^2}}\right)^2 = \frac{1}{1+n^2(n+2)^2} + \frac{n^2(n+2)^2}{1+n^2(n+2)^2} = \frac{1+n^2(n+2)^2}{1+n^2(n+2)^2} = 1.$$

Можливості використання розглянутої геометричної моделі (рис. 1) для створення задач на числові послідовності не вичерпуються розглянутими задачами I (1, 2, 3), II (1-9), III (1-11). Наприклад, модель можна доповнити:

- висотами послідовності $\Delta d_{n+1}d_{n+2}m_{n+1}$, проведеними з вершини $m_{n+1}$;
- висотами послідовності $\Delta d_2 b_n b_{n+1}$, проведеними з вершини $b_n$;

- колами, вписаними в послідовності $\Delta m_{n+1}B_{n+1}B_{n+2}$, $\Delta d_2 b_n b_{n+1}$, $\Delta d_{n+1}d_{n+2}C_1$ і розглядати задачі на визначення послідовностей радіусів кіл та послідовностей площ вписаних кіл.

**Висновки та перспективи подальших наукових розвідок.** Використання геометричних моделей, пов'язаних з квадратом в системі координат $OXY$ дає можливість створити різні системи задач на числові послідовності. Розв'язання таких задач потребує від учнів ліцеїв інтегрованих знань і навичок з шкільних курсів алгебри, геометрії і тригонометрії, вмінь використовувати міжпредметні зв'язки шкільної математики. Розв'язання таких задач неможливе без логічного мислення учнів.

## 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). (Bobyr, V. D., Hrystiuk, A. M. (2019). Implementation of the didactic principle of visuality 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 $a = 1$ в системі координат $Oxy$. 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 $a = 1$ in the $Oxy$ 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., Римар, 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).
8. Корольський, В. В., Тураєва, О. В. (2023). Генерація та дослідження числових рядів за допомогою геометричної моделі та комбінації рядів $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{n}$ і $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{n}{n+1}$. Актуальні питання природничо-математичної освіти, 1(21), 46–54. (Korolskiy, V. V., Turaieva, O. V. (2023).

Generation and investigation of number series using geometric model and combination of series $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{n}$ and $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{n}{n+1}$. Current issues of natural and mathematical education, 1(21), 46–54).

9. Корольський, В. В., Шокалюк, С. В., Мельниченко, Ю. А. (2018). Теоретико-методичні засади геометричного моделювання числових рядів. Фізико-математична освіта, 4(18), 81–89. (Korolskiy, V. V., Shokaluk, S. V., Melnychenko, Y. A. (2018). Theoretical and methodological foundations of geometric modeling of numerical series. Physical and mathematical education, 4(18), 81–89).

**Dzyharska N. S., Korolskiy V. V., Mykhailova Y. A., Turaieva O. V. Application of geometric models when studying the subject «Number sequences» by lyceum students.**

***Summary***. *In the process of studying mathematical disciplines, any learning technology is aimed at developing competencies in problem solving. The problem books offered for general education institutions offer a selection of problems with formally expressed conditions without any connection to the parameters of real objects and phenomena. This is especially true for problems in the study of one of the most important sections of mathematics, "Numerical sequences". Therefore, the creation of new types of tasks for studying this section, in which the didactic principle of visualization is realized, is of great importance.*

*The purpose of the study is to create a system of tasks on the topic "Numerical sequences" based on a geometric model for lyceum students. The object of the study is numerical sequences. The subject of the study is the use of sequences of geometric images placed within the constructed geometric model and the determination of sequences of different mathematical quantities depending on the level of complexity of the tasks. The methods of comparison, analogy, analysis and synthesis, modeling were used in the study.*

*The results of the study: an algorithm for creating conditions for problems on the topic "Numerical sequences" for lyceum students is proposed; the process of deriving the common term of a numerical sequence using a square located in the Cartesian coordinate system is demonstrated; the possibility of using the model under consideration to create other types of problems is revealed; several methods of solving problems are shown depending on the level of knowledge of the student, his or her potential and aspirations.*

*The study has shown that geometric interpretation makes the process of solving problems more visual, allows to use not only motor but also visual memory, shows a close connection between different sections of mathematics, and makes the process of cognition more complete and effective. The modeling method allows you to gain a thorough knowledge of such a concept as "numerical sequence" not by direct study, but by studying a similar phenomenon using a geometric model.*

***Key words:*** *numerical sequence, geometric model, geometric images, problem system, visualization, sequence of values.*

**УДК 378.016:517**
**DOI 10.5281/zenodo.10214479**

**В. В. Корольський**
ORCID ID 0000-0002-7409-4201
**Я. А. Михайлова**
ORCID ID 0009-0009-3147-3410
Криворізький державний педагогічний університет

## ПОБУДОВА І ДОСЛІДЖЕННЯ ЧИСЛОВИХ РЯДІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗАДАНОЇ ГЕОМЕТРИЧНОЇ МОДЕЛІ ТА КОМБІНАЦІЇ РЯДІВ $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{n}$ І $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{2^{n-1}}$

*Метою дослідження є одержання і опрацювання числових рядів за допомогою заданої геометричної моделі і комбінації рядів. Об'єкт дослідження – числові ряди.*

*Предмет дослідження – використовуючи геометричну модель, скласти загальні члени числових рядів та провести дослідження на збіжність отриманих рядів.*

*Використавши такі методи, як аналіз наукової літератури, синтез та узагальнення власних напрацювань, була досягнута мета дослідження.*

*Результати дослідження: на основі заданої геометричної моделі одержано і досліджено на збіжність числові ряди з декількома геометричними інтерпретаціями членів цих рядів. З'ясовано, що геометричне моделювання членів гармонійного ряду і ряду геометричної прогресії надає можливості формулювати задачі по створенню і дослідженню нових числових рядів, добирати порівнювані числові ряди, з'ясовувати їх характерні, непомітні при використання традиційних «сігма-моделей» рядів, закономірності поведінки членів ряду і процесу їх збіжності чи розбіжності.*

*Продемонстровані можливі алгоритми геометричного моделювання членів рядів за умовами використання комбінації заданих рядів. Встановлено, що геометричне моделювання числових рядів дає можливість реалізації зв'язків між шкільним курсом математики та математичним аналізом, аналітичною геометрією і алгеброю. Таким чином з'являється можливість створювати задачі для учнів ліцеїв, які можна пропонувати для проведення шкільних олімпіад і факультативів. В подальшому планується створення збірника на основі комбінації декількох геометричних моделей та певної кількості числових рядів, з метою його представлення на факультативних заняттях з математики, на різних етапах математичної олімпіади, яка призначена здебільшого для учнів ліцеїв, а також можливе використання цього збірника студентами різних вищих навчальних закладів під час проходження навчальних курсів «Вищої математики» та «Математичного аналізу».*

***Ключові слова:*** *числовий ряд; геометрична інтерпретація; геометрична модель; геометричне моделювання; збіжність числового ряду; математичний аналіз; задача; збірник.*

**Постановка проблеми.** Досить часто на початковому етапі вивчення числових рядів, як у учнів ліцеїв при підготовці до олімпіад, так і у здобувачів вищої освіти при опрацюванні розділу «Числові ряди» виникають багато питань щодо їх представлення, знаходження загальних членів рядів та доведення на збіжність цих рядів. Для того, щоб це уникнути, варто розпочати вивчення числових рядів із представлення геометричної інтерпретації членів рядів, що дасть змогу глибше зрозуміти суть таких понять, як числовий ряд, загальний член ряду та збіжність числового ряду.

Також варто зазначити, що на сьогоднішній день спостерігається дуже мала низка навчальних матеріалів, а саме задач з використанням геометричних інтерпретацій та геометричних моделей, тому важливо буде представити певну кількість задач яка може бути використана, як під час підготовки до олімпіад учнями ліцеїв, так і здобувачами вищої освіти при проходженні розділу «Числові ряди». Можливо навіть буде доцільним дати змогу учням самим розробити невеликі геометричні моделі для дослідження числових рядів і тим самим розвивати їх дослідницькі здібності.

**Аналіз актуальних досліджень.** Присвячено ряд публікацій щодо геометричного моделювання числових рядів, їх одержання та дослідження на збіжність, а саме роботи K. Deadman [1]; Y. Mykhailova [2]; S. Lucas, A. Nimbran [3]; A. Plaza [4]; W. Roseveare [5]; W. Ruckle [6], В. Д. Бобирь [7; 14]; В. В. Корольського [2; 8; 9; 10; 11; 12]; С. С. Габ [10]; А. І. Римар [11, 13]; С. В. Шокалюк, Ю. А. Мельниченко [12]; А. М. Христюк [7; 14].

**Мета статті.** Представити певну сукупність задач по створенню числових рядів з візуалізацією їх членів шляхом використання геометричної інтерпретації та дослідити одержані ряди на збіжність.

**Виклад основного матеріалу.** На основі заданої геометричної моделі, яка зображена на рис. 1 одержано і досліджено на збіжність числові ряди з декількома геометричними інтерпретаціями членів цих рядів, які подані нижче.

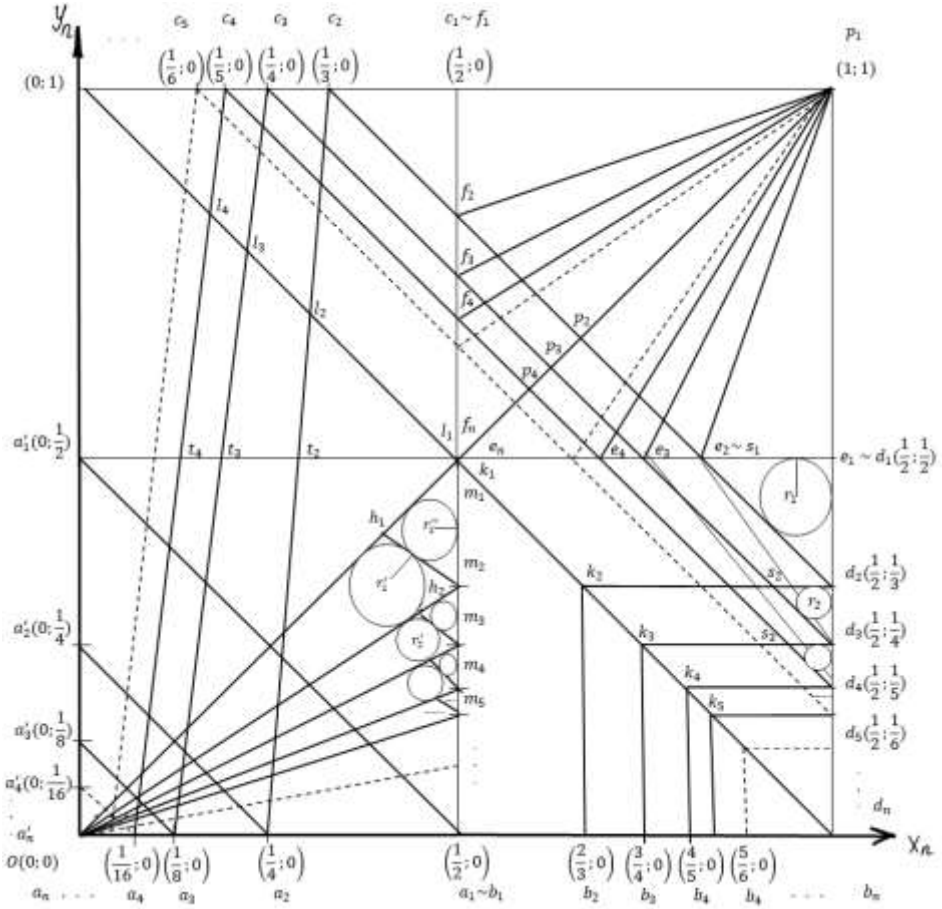


Рис. 1. Геометрична модель, побудована в квадраті зі стороною а=1 в системі координат OXY. Квадрат має вершини в т. т. (0;0), (1;0), (1;1), (0;1)

Розглянемо декілька задач точкової геометричної інтерпретації.

Задача 1. Знайти ряди: $\sum_{n=1}^{\infty} x_n$, $\sum_{n=1}^{\infty} y_n$, де $(x_n, y_n)$ – координати послідовності т. т. $l_n$.

З рис. 1 видно, що координати послідовності т. т. $l_n$ симетричні $k_n$, тому

$$l_1\left(\frac{1}{2};\frac{1}{2}\right);\ l_2\left(\frac{1}{3};\frac{2}{3}\right);\ l_3\left(\frac{1}{4};\frac{3}{4}\right);\ l_4\left(\frac{1}{5};\frac{4}{5}\right);\ \dots;\ l_n(0;1)$$

Отже, $\sum_{n=1}^{\infty} x_n = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n+1}$ $(*)$, $\sum_{n=1}^{\infty} y_n = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{n}{n+1}$ (**) (1).

Ряд виду (1,*) дослідимо на збіжність.

Необхідна умова виконується: $\lim_{n\to\infty} \frac{1}{n+1} = \left[\frac{1}{\infty}\right] = 0$.

Використаємо граничну ознаку порівняння, за допомогою наступних рядів: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n}$ (I) і $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n+1}$ (II). Ряд виду (I) є гармонійним і він є розбіжним. Розглянемо наступну границю: $\lim_{n\to\infty} \frac{1}{n} \cdot (n+1) = \lim_{n\to\infty} 1 + \frac{1}{n} = 1$.

Отже, оскільки ряд виду (I) є розбіжним, то і ряд $\sum_{n=1}^{\infty} x_n = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n+1}$ $(*)$, теж є розбіжним.

Ряд виду (1,**) дослідимо на збіжність. Необхідна умова не виконується: $\lim_{n\to\infty} \frac{n}{n+1} = \lim_{n\to\infty} \frac{1}{1+\frac{1}{n}} = 1 \neq 0$. Отже, ряд $\sum_{n=1}^{\infty} y_n = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{n}{n+1}$ (**) розбіжний.

Задача 2. Записати ряди: $\sum_{n=1}^{\infty} a_n = \sum_{n=1}^{\infty} a'_n$

З рисунку видно, що координати послідовності т. т. $a_n$і $a'_n$ такі:

$$a_1\left(\frac{1}{2};0\right);\ a_2\left(\frac{1}{4};0\right);\ a_3\left(\frac{1}{8};0\right);\ a_4\left(\frac{1}{16};0\right);\ \dots;\ a_n(0;0)$$

$$a_1'\left(0;\frac{1}{2}\right);\ a_2'\left(0;\frac{1}{4}\right);\ a_3'\left(0;\frac{1}{8}\right);\ a_4'\left(0;\frac{1}{16}\right);\ \dots\ ;\ a_n'(0;0)$$

Отже, $\sum_{n=1}^{\infty} a_n = \sum_{n=1}^{\infty} a_n' = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n}$ (2).

Ряд виду (2) дослідимо на збіжність. Необхідна умова виконується: $\lim\limits_{n\to\infty} \frac{1}{2^n} = \left[\frac{1}{\infty}\right] = 0$. Використаємо радикальну ознаку Коші: $\lim\limits_{n\to\infty} \sqrt[n]{\frac{1}{2^n}} = \frac{1}{2}$. Оскільки $\frac{1}{2} < 1$, то ряд $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n}$ збіжний.

Знайдемо суму цього ряду за допомогою формули суми геометричної прогресії.

$$\lim_{n\to\infty} s_n = \left[s_n = \frac{b_1(q^n-1)}{q-1}\right] = \lim_{n\to\infty} \frac{\frac{1}{2}\cdot\left(\left(\frac{1}{2}\right)^n - 1\right)}{\frac{1}{2}-1} = \lim_{n\to\infty} \frac{\frac{1}{2}\cdot\left((\frac{1}{2})^n - 1\right)}{-\frac{1}{2}} =$$

$$= \lim_{n\to\infty} -\left((\frac{1}{2})^n - 1\right) = \lim_{n\to\infty}\left(1 - \frac{1}{2^n}\right) = 1$$

Отже, сума ряду $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n}$ дорівнює 1.

Нижче розглянемо задачі лінійної геометричної інтерпретації.

Задача 3. Знайти ряд: $\sum_{n=1}^{\infty} \left|\overline{d_n d_{n+1}}\right|$

$\left|\overline{d_1 d_2}\right| = \frac{1}{2} - \frac{1}{3} = \frac{1}{6}$; $\left|\overline{d_2 d_3}\right| = \frac{1}{3} - \frac{1}{4} = \frac{1}{12}$; $\left|\overline{d_3 d_4}\right| = \frac{1}{4} - \frac{1}{5} = \frac{1}{20}$; ...; $\left|\overline{d_n d_{n+1}}\right| = \frac{1}{n+1} - \frac{1}{n+2} = \frac{n+2-n-1}{(n+1)(n+2)} = \frac{1}{(n+1)(n+2)}$

Отже, $\sum_{n=1}^{\infty} \left|\overline{d_n d_{n+1}}\right| = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(n+1)(n+2)}$ (3).

Ряд виду (3) дослідимо на збіжність. Необхідна умова виконується: $\lim\limits_{n\to\infty} \frac{1}{(n+1)(n+2)} = \left[\frac{1}{\infty}\right] = 0$. Використаємо ознаку порівняння: порівняємо ряди $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2}$ (I) і $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(n+1)(n+2)}$ (II). Оскільки 2 > 1, то ряд виду (I) збігається. При порівнянні отримали, що $\frac{1}{(n+1)(n+2)} \le \frac{1}{n^2}$.

Отже, ряд $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(n+1)(n+2)}$ теж є збіжним.

Знайдемо суму цього ряда, для цього розкладемо загальний член ряда на суму двох дробів методом невизначених коефіцієнтів.

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(n+1)(n+2)} = \left[\begin{array}{c} \frac{1}{(n+1)(n+2)} = \frac{A}{n+1} + \frac{B}{n+2} = \frac{An+2A+Bn+B}{(n+1)(n+2)} = \frac{(A+B)n+2A+B}{(n+1)(n+2)} = \frac{1}{n+1} - \frac{1}{n+2} \\ \begin{cases} 2A+B=1 \\ A+B=0 \end{cases};\ \begin{cases} -2B+B=1 \\ A=-B \end{cases};\ \begin{cases} B=-1 \\ A=1 \end{cases}; \end{array}\right]$$

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(n+1)(n+2)} = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n+1} - \frac{1}{n+2}$$

$$S_n = \frac{1}{2} - \frac{1}{3} + \frac{1}{3} - \frac{1}{4} \dots - \frac{1}{n+1} + \frac{1}{n+1} - \frac{1}{n+2} = \frac{1}{2} - \frac{1}{n+2}$$

$$S = \lim_{n\to\infty} S_n = \lim_{n\to\infty} \frac{1}{2} - \frac{1}{n+2} = \frac{1}{2}$$

Отже, ряд $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(n+1)(n+2)}$ збіжний до суми $S = \frac{1}{2}$

Доцільно відмітити, що розв'язання окремих задач можна здійснювати різними способами, принаймні задачі на квадратурну геометричну інтерпретацію розв'язуються трьома різними способами, тому можна у якості додаткових завдань для студентів і учнів пропонувати знаходження різних способів розв'язання тієї чи іншої задачі.

Задача квадратурної геометричної інтерпретації представлено нижче.

Задача 4. Знайти ряд: $\sum_{n=1}^{\infty} S_{\Delta O a'_n a_n}$

І спосіб: Використаємо шкільні формули для знаходження $S_{\Delta O a'_n a_n}$. В даному випадку:

$$S = \frac{1}{2}\,\mathrm{ab}\sin\alpha \Rightarrow\ S_{\Delta O a'_n a_n}. = \frac{1}{2^n}\cdot\frac{1}{2^n}\cdot\frac{1}{2} = \frac{1}{2^{2n+1}}$$

Отже, $\sum_{n=1}^{\infty} S_{\Delta O a'_n a_n} = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^{2n+1}}$ (5)

Ряд виду (5) дослідимо на збіжність. Необхідна умова виконується: $\lim\limits_{n\to\infty} \frac{1}{2^{2n+1}} = \left[\frac{1}{\infty}\right] = 0$. Використаємо радикальну ознаку Коші: $\frac{1}{2}\cdot\lim\limits_{n\to\infty}\sqrt[n]{\frac{1}{2^{2n}}} = \frac{1}{8}$. Оскільки $\frac{1}{8} < 1$, то ряд $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^{2n+1}}$ збіжний.

Знайдемо суму цього ряду за допомогою формули суми геометричної прогресії.

$$\lim_{n\to\infty} s_n = \left[s_n = \frac{b_1(q^n-1)}{q-1}\right] = \lim_{n\to\infty}\frac{\frac{1}{8}\cdot\left(\left(\frac{1}{4}\right)^n-1\right)}{\frac{1}{4}-1} = \lim_{n\to\infty}\frac{\frac{1}{8}\cdot\left(\left(\frac{1}{4}\right)^n-1\right)}{-\frac{3}{4}} = \lim_{n\to\infty} -\frac{\left(\left(\frac{1}{2}\right)^n-1\right)}{3\cdot 2} =$$

$$= \frac{1}{6}\cdot\lim_{n\to\infty}\left(1-\frac{1}{2^n}\right) = \frac{1}{6}$$

Отже, сума ряду $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^{2n+1}}$ дорівнює $\frac{1}{6}$.

ІІ спосіб: Використаємо формулу з аналітичної геометрії через відомі координати вершин трикутника.

$$S_{\Delta} = \frac{1}{2}\left|(x_2-x_1)(y_3-y_1)-(x_3-x_1)(y_2-y_1)\right|$$

$$S_{\Delta O a'_n a_n} = \frac{1}{2}\left|\left(-\frac{1}{2^n}\right)\cdot 0-\left(-\frac{1}{2^n}\right)\left(\frac{1}{2^n}\right)\right| = \frac{1}{2^{2n+1}}$$

Отже, $\sum_{n=1}^{\infty} S_{\Delta O a'_n a_n} = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^{2n+1}}$ (5)

ІІІ спосіб: Використаємо формулу для обчислення площі за допомогою визначеного інтеграла:

$$S = \int_a^b f(x)\,dx$$

$$S_{\Delta O a'_n a_n} = \int_0^{\frac{1}{2^n}} \left(-x+\frac{1}{2^n}\right)dx = \left(-\frac{x^2}{2}+\frac{1}{2^n}x\right)\Bigg|_0^{\frac{1}{2^n}} = \frac{-1}{2^{2n+1}}+\frac{1}{2^{2n}} = \frac{-1+2}{2^{2n+1}} = \frac{1}{2^{2n+1}}$$

Отже, $\sum_{n=1}^{\infty} S_{\Delta O a'_n a_n} = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^{2n+1}}$ (5)

Було представлено різні способи розв’язання однієї задачі, скориставшись якими ми прийшли до одного і того самого загального члена ряду.

Далі розглянемо задачу кубатурної геометричної інтерпретації.

Задача 5. Знайти ряд: $\sum_{n=1}^{\infty} v_n$, де $v_n$ – об’єми тіл обертання прямих $|\overline{o\,m_n}|$ навколо осі OX.

Використаємо наступну формулу:

$$V = \pi\int_a^b f^2(x)\,dx$$

Враховуючи координати точок $o(0;0), m_n\left(\frac{1}{2};\frac{1}{n+1}\right)$, одержуємо:

$$V_n = \pi \int_0^{\frac{1}{2}} f^2(x)\, dx$$

Знайдемо підінтегральну функцію, тобто рівняння послідовності прямих, на яких розташовані точки $o$, $m_n$.

$$\frac{x}{\frac{1}{2}} = \frac{y}{\frac{1}{n+1}}$$

Спрощуючи даний вираз, отримаємо:

$$y = \frac{2x}{n+1}$$

$$V_n = \pi \int_0^{\frac{1}{2}} \left(\frac{2x}{n+1}\right)^2 dx = \frac{4\pi}{(n+1)^2} \int_0^{\frac{1}{2}} x^2\, dx = \frac{4\pi}{(n+1)^2} \left(\frac{x^3}{3}\right)\Big|_0^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{24} \cdot \frac{4\pi}{(n+1)^2} = \frac{\pi}{6(n+1)^2}$$

Отже, $\sum_{n=1}^{\infty} v_n = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\pi}{6(n+1)^2}$ (6), де $v_n$ – об'єми тіл обертання прямих $|\overline{o\, m_n}|$ навколо осі OX.

Ряд виду (6) дослідимо на збіжність. Необхідна умова виконується: $\frac{\pi}{6} \cdot \lim_{n\to\infty} \frac{1}{(n+1)^2} = \left[\frac{\pi}{6} \cdot 0\right] = 0.$

Використаємо ознаку порівняння: порівняємо ряди $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2}$ (I) і $\frac{\pi}{6} \cdot \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(n+1)^2}$ (II). Оскільки 2 > 1, то ряд виду (I) збігається. При порівнянні отримали, що $\frac{1}{(n+1)^2} \leq \frac{1}{n^2}$.

Отже, ряд $\frac{\pi}{6} \cdot \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(n+1)^2}$ теж є збіжним

Перелік таких задач можна продовжувати. Взагалі, за допомогою повної розробленої нами моделі, яка включає декілька фрагментів, сформульована і розв'язана наступна кількість задач з різною геометричною інтерпретацією: 17 рядів з точковою інтерпретацією; 31 ряд – з лінійною; 38 рядів – з квадратурною; 11 рядів – з кубатурною. В подальшому ми будемо продовжувати пошук геометричних моделей, за допомогою яких будуть одержані певні збірки задач для використання учнями ліцеїв та при вивченні числових рядів студентами вищих навчальних закладів.

**Висновки та перспективи подальших наукових розвідок**. На основі геометричної моделі, яка побудована в квадраті зі стороною a=1 було отримано чимало числових рядів та проведено дослідження на їх збіжність. Продемонстровані можливі алгоритми геометричного моделювання членів рядів за умовами використання комбінації гармонійного ряду і ряду геометричної прогресії.

В подальшому планується створення збірника на основі комбінації декількох геометричних моделей та певної кількості числових рядів, з метою його представлення на факультативних заняттях з математики, на різних етапах математичної олімпіади, яка призначена здебільшого для учнів ліцеїв, а також можливе використання цього збірника студентами різних вищих навчальних закладів під час проходження навчальних курсів «Вищої математики» та «Математичного аналізу».

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Deadman, K. (1970). Convergence of geometric series. The Mathematical Gazette, 54(388), 140–141. doi:10.2307/3612095.
2. Korolskyi, V., Mykhailova, Y. (2023). Creating a selection of tasks based on a geometric model and a combination of numerical series $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n}$ I $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n}$ . IV International Scientific

and Practical Internet Conference «Mathematics and Informatics in Science and Education: Challenges of Modernity» (May 25-26, 2023). Vinnytsia, Ukraine, cc. 107–108.
3. Lucas, S., Nimbran, A. (2022). Monotonic series for fractions near π and their convergents. The Mathematical Gazette, 106(566), 300–309. doi:10.1017/mag.2022.70.
4. Plaza, Á. (2016). Proof without words: Sum of a numerical series by telescoping. The Mathematical Gazette, 100(549), 523–523. doi:10.1017/mag.2016.125.
5. Roseveare, W. (1905). On Convergence of Series. The Mathematical Gazette, 3(54), 246-250. doi:10.1017/S0025557200070625.
6. Ruckle, W. (1970). An Abstract Concept of the Sum of a Numerical Series. Canadian Journal of Mathematics, 22(4), 863–874. doi:10.4153/CJM-1970-098-5.
7. Бобирь, В. Д., Христюк, А. М. (2019). Зв'язок рядів арифметичної прогресії та гармонічних рядів. Матеріали міжнародної науково-методичної конференції «Проблеми математичної освіти» (ПМО – 2019 р.) (Черкаси, 11–12 квітня 2019 р.). Черкаси: Вид. ФОП Гордієнко Є. І. (Bobyr, V. D., Hrystiuk, A. M. (2019). The relationship between the series of arithmetic progression and harmonic series. Materials of the International Scientific and Methodical Conference "Problems of Mathematical Education" (PMO – 2019) (Cherkasy, Apr. 11–12, 2019). Cherkasy: Ed. FOP Gordienko E. I.).
8. Корольський, В. В. (2017). Геометрична інтерпретація числових рядів. Новітні комп'ютерні технології: науково-методичний збірник. Том XV. Кривий Ріг, 57–63 (Korolskiy, V. V. (2017). Geometric interpretation of numerical series. Latest computer technologies: scientific and methodical collection Volume XV. Kryvyi Rih, 57–63).
9. Корольський, В. В. (2018). Геометрична інтерпретація числового ряду арифметичної прогресії. Новітні комп'ютерні технології: науково-методичний збірник. Том XVI. Кривий Ріг, 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, 59–66).
10. Корольський, В. В., Габ, С. С. (2018). Лінійна, квадратурна та кубатурна геометрична інтерпретація числових рядів засобами моделювання. Новітні комп'ютерні технології: науково-методичний збірник. С. О. Семеріков (ред.). Кривий Ріг, XVI, 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. S. O. Semerikov (Ed.). Kryvyi Rih, XVI, 67–73).
11. Корольський, В. В., Римар, А. І. (2022). Геометрична інтерпретація числових рядів, пов'язаних з державною символікою. Актуальні питання природничо-математичної освіти: збірник наукових праць. Суми, 2(20), 29–38. (Korolskiy, V. V., Rymar, A. I. (2022). Geometric interpretation of numerical series associated with state symbols. Topical issues of natural and mathematical education: a collection of scientific papers. Sumy, 2(20), 29–38).
12. Корольський, В. В., Шокалюк, С. В., Мельниченко, Ю. А. (2018). Теоретико-методичні засади геометричного моделювання числових рядів. Фізико-математична освіта, 4(18), 81–89 (Korolskiy, V. V., Shokaluk, S. V., Melnychenko, Y. A. (2018). Theoretical and methodological foundations of geometric modeling of numerical series. Physical and mathematical education, 4(18), 81–89).
13. Римар, А. І. (2022). Геометрична інтерпретація числових рядів, пов'язаних з об'єктами флори. Наукові записки молодих учених, випуск 10. Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка. (Rymar, A. I. (2022). Geometric interpretation of numerical series associated with flora objects. Scientific notes of young scientists, Issue 10. Kropyvnytskyi: V. V. Vynnychenko Central State Pedagogical University).
14. Христюк, А. М., Бобирь, В. Д. (2019). Реалізація дидактичного принципу наочності при вивченні числових рядів. X Міжнародна конференція молодих вчених «Молоді вчені 2019 – від теорії до практики» (Дніпро, 7 березня 2019 р.). Дніпро (Hrystiuk, A. M., Bobyr, V. D. (2019). Implementation of the didactic principle of visuality in the study of number series. 10th International Conference of Young Scientists "Young Scientists 2019 – from Theory to Practice" (Dnipro, March, 7 2019). Dnipro).

**Korolskiy V. V., Mykhailova Y. A. Construction and research of numerical series using a given geometric model and a combination of series $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{n}$ and $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{2^{n-1}}$.**

***Summary.*** *The purpose of the study is to obtain and process numerical series using a given geometric model and a combination of series. The object of research is numerical series. The subject of the study is to use the geometric model to compose the general terms of numerical series and to conduct a study on the convergence of the resulting series.*

*Using such methods as analysis of scientific literature, synthesis and generalization of own developments, the research goal was achieved.*

*The results of the study: based on a given geometric model, numerical series with several geometric interpretations of the terms of these series were obtained and studied for convergence. It was found that the geometric modeling of the members of the harmonic series and the geometric progression series makes it possible to formulate tasks for the creation and study of new numerical series, to select comparable numerical series, to find out their characteristic features, which are invisible when using traditional "sigma models" of series, the regularities of the behavior of the series members and the process of their convergence or divergence.*

*Possible algorithms for geometric modeling of series terms are demonstrated in terms of using a combination of given series. It is established that the geometric modeling of numerical series makes it possible to realize the links between the school mathematics course and mathematical analysis, analytical geometry and algebra. Thus, it becomes possible to create problems for lyceum students that can be offered for school competitions and electives. In the future, it is planned to create a collection based on a combination of several geometric models and a certain number of number series, in order to present it at optional mathematics classes, at different stages of the mathematical Olympiad, which is intended mainly for lyceum students, as well as the possible use of this collection by students of various higher education institutions during the courses of "Higher Mathematics" and "Mathematical Analysis".*

***Key words****: numerical series; geometric interpretation; geometric model; geometric modeling; convergence of a numerical series; mathematical analysis; problem; collection.*

**УДК 371.321**
**DOI 10.5281/zenodo.10214757**

**І. В. Никифорчин**
ORCID ID 0000-0003-0210-3188
Прикарпатський національний університет
імені Василя Стефаника

## ЗАДАЧІ ФІНАНСОВОЇ МАТЕМАТИКИ ТА ЇХ ВПРОВАДЖЕННЯ В ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

*Проблема підвищення фінансової грамотності населення України має особливу актуальність. За останні роки обсяг послуг, що пропонується фінансовим ринком, зріс у декілька разів, проте невисока фінансова грамотність населення не дозволяє залучати споживачів до грамотного користування ними. Основи фінансової грамотності не є обов'язковим компонентом ні в загальній середній, ні у вищій школі, тому населення в більшості не здатне до раціональної поведінки на фінансовому ринку. Тому важливо включати елементи фінансової грамотності в навчальні плани різних предметів, зокрема і в математику.*

*Основи фінансової грамотності не є обов'язковою складовою ні загальної середньої, ні вищої освіти. Ми пропонуємо впровадити ретельно відібрані цикли фінансово орієнтованих завдань до програм різних предметів, зокрема, до шкільної математики.*

*Аналіз публікацій з даної теми свідчить, що питання формування фінансової грамотності учнів закладів загальної середньої освіти, аспектів підготовки вчителів школи до такої категорії проблем не висвітлені в сучасних педагогічних дослідженнях достатньою мірою.*

*Ми пропонуємо ввести кілька категорій задач, які можна розглядати в обов'язкових темах програми алгебри для середньої школи. Це сприятиме формуванню міжпредметних компетентностей і готуватиме учнів до використання абстрактних понять і методів у повсякденному житті.*

*Задачі фінансової математики сприяють поглибленню розуміння учнями математичних концепцій і одночасно готують їх до кращого управління своїми фінансами в майбутньому. Вчителі математики повинні вміти впроваджувати задачі фінансової математики в курс математики закладів загальної середньої освіти. Задачі мають бути різного рівня складності, передбачати формування уміння узагальнювати, систематизувати та використовувати знання, вміння та навички щодо окремих методичних особливостей розв'язування задач різного рівня, проектувати й організовувати сучасне освітнє середовище для навчання, виховання та розвитку учнів засобами математики на уроках і в позаурочний час. Такий підхід допоможе підготувати майбутнє покоління, яке зможе ефективно керувати фінансами та робити обґрунтовані фінансові рішення.*

***Ключові слова:*** *фінансова грамотність, міжпредметні компетентності, математика, середня освіта, відсотки, прості та складні відсотки, кредити, ренти.*

**Постановка проблеми.** Для прогресивного розвитку сучасної економіки важливою є належна фінансова освіченість громадян, які виступають повноцінними учасниками економічного процесу. Для цього в різних країнах проводиться комплексна робота, мета якої – формування покоління людей, які спроможні оптимально взаємодіяти з фінансовою системою, раціонально формувати особистий бюджет, розуміти наслідки прийнятих рішень.

Фінансова неграмотність населення негативно позначається не тільки на особистому добробуті, але й на фінансовій сфері в цілому і приводить до заборгованості, зростання числа фінансових пірамід, шахрайства, тощо.

Проблема підвищення фінансової грамотності населення України має особливу актуальність. За останні роки обсяг послуг, що пропонується фінансовим ринком, зріс у декілька разів, проте невисока фінансова грамотність населення не дозволяє залучати споживачів до грамотного користування ними. Основи фінансової грамотності не є обов'язковим компонентом ні в загальній середній, ні у вищій школі, тому населення в більшості не здатне до раціональної поведінки на фінансовому ринку. Тому важливо включати елементи фінансової грамотності в навчальні плани різних предметів, зокрема і в математику.

Прикладна спрямованість математики має демонструвати зв'язок між математикою та фінансовими операціями в сучасному житті, забезпечувати поглиблення знань у процесі вивчення певної теми та застосування отриманих знань у житті і підвищенні фінансової грамотності учнів.

**Аналіз актуальних досліджень.** Проблеми, пов'язані з підвищенням фінансової грамотності населення в Україні досліджували такі науковці: О.І. Білик, О.Д. Вовчак, Т.Д. Гірченко, О.О. Другов, Т.В. Новікова, Б.І. Пшик, В.В. Рисін, Л.Я. Слобода, Т.С. Смовженко, Д.В. Васильєва, В.А. Швець, В.В. Коваль, З.І. Слєпкань, П.П. Чернецький та ін.

Результати аналізу доробку вчених свідчать, зокрема, що не досить розкрита проблема формування математичних компетентностей, як складника фінансової грамотності населення; не розглянуто проблему підготовки майбутнього вчителя математики до вивчення фінансового виховання учнів; не визначено обсяг складників змісту цієї підготовки.

**Метою статті** є дослідження ролі математичних задач у формуванні фінансової грамотності учнів та знаходження способів формування знань та навичок, необхідних в орієнтуванні в фінансовій системі і ефективному управлінні особистими фінансами.

**Виклад основного матеріалу.** Актуальність розвитку фінансової грамотності учнів обумовлена тим, що фінансова культура в сучасному світі стала життєво необхідним елементом в системі компетенцій та правил поведінки. Фінансова культура включає в себе:

– реалістичну оцінку своїх фінансових можливостей і розуміння обмежень при прийнятті фінансових рішень;

– розуміння необхідності вибору, неможливості задоволення усіх бажань;
– наявності навиків розгляду різних альтернативних варіантів;
– кількісну оцінку наслідків фінансових рішень, що приймаються.

О. Васильєва в [1] розглядає наступні підходи до підвищення фінансової грамотності здобувачів освіти: соціальна реклама, реальні та віртуальні тренінги, одноразові бесіди та курси, які організовують банки, введення у заклади освіти додаткового предмета «Фінансова грамотність», інтеграція питань, що стосуються фінансової грамотності, у різні навчальні предмети.

Зокрема, така інтеграція доцільна на уроках математики. Формуванню фінансової культури сприяють розв'язування на уроках математики прикладних задач фінансового та економічного змісту. Задачі фінансової математики є цікавим і корисним математичним матеріалом, який вимагає вільного володіння шкільним курсом математики, здатності логічно і чітко мислити. Вони сприяють розвитку математичних компетентностей та вносять вагомий вклад в розвиток міжпредметних зв'язків. Розв'язування таких задач забезпечує краще розуміння учнями практичних аспектів фінансових питань (здійснення заощаджень, інвестування, запозичення, страхування, кредитування тощо).

Реалізація програми формування фінансової культури на уроках математики ведеться протягом всього періоду навчання математики [2]. При цьому всі задачі, які стосуються теми застосування фінансової математики на уроках алгебри, можна розділити на чотири великі блоки, які вимагають математичних і фінансових знань різного виду складності.

Перший блок – це задачі на особисті фінанси, податки. Ці задачі появляються при вивченні дробів, пропорцій, коли можна порахувати різні частки загальної суми, яка витрачається на певні потреби. Також ця лінія продовжується при вивчення теми «Відсотки», яка є дуже важливою темою шкільного курсу математики [5], оскільки вона поєднує точні та природничі науки, побутові та наукові сфери життя, знайомить з основами фінансової математики. В середніх класах на уроках математики учні знайомляться з формулами вартості покупки, простими задачами на проценти і банківські проценти, задачами на зниження і підвищення ціни товару [4]. При розв'язуванні задач на відсотки доцільно запропонувати задачі на особисті фінанси, податки, індекси реальної зарплати, тощо. Прикладами таких задач є наступні задачі:

*Задача 1.* Ціну на товар підвищили на 20%. На скільки відсотків потрібно її зменшити, щоб отримати початкову ціну?

*Задача 2.* Сім'я складається з батька, матері та їх дочки- студентки. Якщо б зарплата батька збільшилась вдвічі, загальний дохід сім'ї виріс би на 67%. Якщо б стипендія дочки зменшилась втроє, то загальний дохід сім'ї впав би на 4%. Скільки процентів від загального доходу сім'ї складає зарплата матері?

*Задача 3.* Число співробітників підприємства збільшилось на 25%, а фонд зарплати збільшився на 60%. На скільки відсотків збільшилась заробітна плата, якщо вона однакова у всіх співробітників?

При розв'язуванні таких задач формуються поняття особистого доходу і особистих видатків, розуміння необхідності їх планування, вміння складати особистий бюджет, структурувати видатки по степені їх важливості, вміти розраховувати податки і величину доходу після вирахування податків. Завдання на створення особистого бюджету допоможуть учням зрозуміти, як планувати свої витрати, як раціонально розподіляти гроші і відстежувати свої фінанси.

Другий тип задач фінансової математики, які можна виділити – це задачі на депозитні вклади. Ці задачі потребують додаткових знань про види процентних ставок, початкової та майбутньої вартості грошей, дисконту. Обговорення таких понять не тільки сприяє зацікавленості учнів в розв'язуванні математичних задач, а й вчить здобувачів освіти планувати особисті збереження та інвестиції. Учням важливо розуміти різницю між простими відсотками, які нараховуються тільки на початковий вклад і складними, коли нараховані раніше відсотки приєднуються до суми боргу. Дані задачі доцільно розглядати при вивченні степеневих, показникових та логарифмічних рівнянь.

При вивченні квадратних рівнянь можна розглянути задачі на двохрічні депозитні вклади зі змінним річним відсотком, зокрема такого типу:

*Задача 4.* Вкладник поклав у банк 10 000 гривень. За певний рік йому було нараховано певний відсоток річних, а другого року банківський відсоток було збільшено на 4%. На кінець другого року на рахунку стало 4664 грн. Скільки відсотків становила банківська ставка у перший рік?

При вивченні теми «Функція» доцільно познайомити учнів з поняттям функції попиту і пропозиції як прикладами лінійних функцій.

При вивченні теми «Логарифмічна та показникова функції» можна розглянути задачі на неперервне нарахування грошей, знаходження еквівалентної ставки відсотка. Зокрема, при вивченні теми показникова функція доцільно порівняти темпи зростання простих і складних відсотків (що зводиться до порівняння росту показникової і лінійної функцій) і розглянути різні задачі на подвоєння вкладів. Ці задачі змусять учнів розуміти, як працюють банки і утримуватись в майбутньому від бездумних кредитів.

В закладах загальної середньої освіти доступними є також фінансові задачі, які використовують періодичні виплати певної суми грошей, тобто ренти. Такі задачі становлять наступний блок задач на кредитні розрахунки. Ці задачі допоможуть учням ознайомитися з основами кредитних розрахунків, розуміти вплив відсотків та строків на загальну суму позики, а також набути практичних навичок у кредитних обчисленнях.

При вивченні теми «Арифметична та геометрична прогресія» доцільно познайомити учнів з методами розрахунку часової вартості грошей з врахуванням інфляції, розрахунками елементів вкладу, які використовують суму арифметичної та геометричної прогресії. При цьому потрібно зауважити про дві схеми погашення боргу: погашення боргу рівними частинами від суми боргу, де використовується арифметична прогресія, та погашення боргу рівними терміновими виплатами, де використовується геометрична прогресія.

В якості прикладу розглянемо задачу, яку можна використовувати в 9 класі при вивченні теми «Геометрична прогресія». Задача зводиться до знаходження величини термінових виплат, розв'язування використовує суму геометричної прогресії.

*Задача 5.* Особа взяла в банку 100 000 гривень в кредит. Схема виплати наступна: банк начисляє першого числа кожного місяця 1% на суму боргу, що лишилася, потім особа переводить в банк платіж. Скільки повинна платити особа кожного місяця, щоб виплатити борг за 6 місяців?

*Розв'язання.*

Позначимо $S_0$ - сума кредиту, p% - процентна ставка банку, x - величина місячного платежу, r=1+0,01p - множник нарощення, $S_n$ - сума

боргу після n-ої виплати ( очевидно, що $S_0 = S$).

Тоді $S_1 = S_0 r - x$. Для сум боргу після другої і третьої виплат, отримаємо наступні формули:

$$S_2 = S_1 r - x = (S_0 r - x) r - x = S_0 r^2 - (1+r) x;$$

$$S_3 = S_2 r - x = (S_0 r^2 - (1+r) x) = S_0 r^3 - (1+r+r^2) x.$$

Продовжуючи цей процес, для суми боргу після 6 виплати ми маємо:

$$S_6 = S_5 r - x = S_0 r^6 - (1+r+r^2+r^3+r^4+r^5) x$$

Враховуючи, що вираз зліва є сумою геометричної прогресії, а сума боргу після шостої виплати має дорівнювати нулю, отримаємо наступний вираз для знаходження термінової виплати.

$$0 = S_0 r^6 - (1+r+r^2+r^3+r^4+r^5) x = S_0 r^6 - \frac{r^6 - 1}{r - 1} x.$$

Звідси:

$$x = \frac{S_0 r^6 (r-1)}{r^6 - 1}.$$

Якщо учні знайомі з поняттям ренти, її теперішньої і майбутньої вартості, то з рівності $S_0 r^6 = \frac{r^6 - 1}{r - 1} x$ можна показати, що термінова виплата шукається з умови рівності нарощеної вартості початкового боргу і нарощеної вартості місячної ренти з терміновою виплатою x на кінцевий момент виплати боргу.

Якщо попередню рівність поділити на $r^6$, то отримуємо рівність: $S_0 = \frac{1 - k^6}{p} x$, де $k = \frac{1}{r}$ - дисконтний множник. Дана рівність означає, що сума боргу дорівнює теперішній вартості місячної ренти з терміновою виплатою x і терміном 6 місяців. Більше про ренти, їх характеристики і їх використання в фінансах можна поговорити з учнями на факультативах та додаткових заняттях.

В цій задачі використовувалась ануїтетна схема погашення боргу, тобто погашення боргу рівними терміновими платежами. В наступній схемі платежі характерні тим, що заборгованість по кредиту погашається рівномірно, починаючи з перших виплат, а проценти нараховуються на фактичний залишок. Таким чином, кожен наступний платіж менший за попередній. При підрахунку загальної заборгованості використовують формулу суми арифметичної прогресії. Розглянемо наступну задачу на дану схему.

*Задача 6.* Бізнесмен взяв кредит в банку на 9 місяців. В кінці кожного місяця загальна сума боргу збільшується на 12%, а потім зменшується на суму, сплачену бізнесменом. Суми, які виплачуються кожного місяця, підбираються так, що в результаті сума боргу кожного місяця зменшується рівномірно, тобто на одну і ту саму величину. Скільки процентів від суми кредиту склала сума, сплачена банку зверху кредиту?

*Розв'язання.* Позначимо $S_0$ - сума кредиту. Кожного місяця бізнесмен платить $\frac{1}{9} S_0$ в рахунок погашення боргу і відсотки за користування кредитом. Відсотки нараховуються від залишку боргу. Першого місяця відсотки становлять $0{,}12 S_0$, другого - $0{,}12\left(S_0 - \frac{1}{9} S_0\right) = 0{,}12 \frac{8}{9} S_0$, третього відповідно $0{,}12 \frac{7}{9} S_0$ і так далі. В останньому місяці відсотки становитимуть $0{,}12 \frac{1}{9} S_0$.

Загальна сума переплати буде складати:

$$0{,}12 S_0\left(1 + \frac{8}{9} + \frac{7}{9} + \ldots + \frac{1}{9}\right) = 0{,}12 \frac{1 + \frac{1}{9}}{2} 9 S_0 = 0{,}6 S_0 .$$

Таким чином, загальна переплата становить 60%.

Наступний тип задач – це задачі на оптимальний вибір. Багато задач, з якими приходиться мати справу в повсякденному житті, є багатоваріантними. Серед багатьох можливих варіантів в умовах ринкових відносин приходиться вибирати в деякій мірі найкращі при обмеженнях, накладених на природні, економічні та технологічні можливості при розробці технологічної програми підприємства, розподілення її по виконавцях, при визначенні найкращого асортименту, тощо. Таким чином, виникає необхідність використання методів оптимізації для розв'язування таких задач. Ці задачі можна вводити для учнів при вивченні квадратного тричлена, нерівності між середнім геометричним та середнім арифметичним. При вивченні використання похідної для дослідження функцій перелік і складність таких задач збільшується. Розглянемо задачу на використання властивостей квадратного тричлена.

*Задача 7.* Виробництво $x$ тис. одиниць продукції обходиться в $q = 0{,}5x^2 + x + 7$ млн.грн. в рік. При ціні $p$ грн. в рік за одиницю продукції річний прибуток від продажу продукції становить $px - q$. При якому найменшому значенні $p$ через три роки сумарний прибуток складе не менше 75 тис. грн.?

*Розв'язання.* Прибуток ( в тис. грн.) виражається величиною:

$$px-0{,}5x^2-x-7=-0{,}5x^2-(p-1)x-7.$$

Маємо квадратичний тричлен, який досягає свого найбільшого значення $\frac{(p-1)^2}{2}-7$ при $x=p-1$.

Прибуток складе не менше 75 тис. грн., якщо виконуватиметься умова

$$\frac{(p-1)^2}{2}-7\geqslant\frac{75}{3}.$$

Це рівносильно умові: $(p-1)^2\geqslant 64$, або $(p-9)(p+7)\geqslant 0$. Враховуючи, що ціна не може бути від'ємною, отримаємо $p\geqslant 9$. Таким чином, шукана найменша ціна становить 9 грн.

Замість дослідження квадратного тричлена можна з нерівності $px-(0{,}5x^2+x+7)\geqslant 25$ виразити $p$ і скористатися нерівністю Коші між середнім арифметичним та середнім геометричним.

$$p\geqslant\frac{x}{2}+\frac{32}{x}+1\geqslant 2\sqrt{\frac{x}{2}\frac{32}{x}}+1=9.$$

Методи оптимізації отримали широке застосування при розв'язуванні задач економії ресурсів (вибір ресурсозберігаючих технологій, складання сумішей, вибір матеріалів) та виробничо-транспортних задач.

Важливо підібрати завдання так, щоб вони відповідали рівню підготовки учнів, були цікавими та реалістичними. Якщо ми маємо учнів, які вивчають економіку, можна ввести задачі на інвестування, які демонструють, як працюють різні типи інвестицій, як розраховувати потенційний дохід та ризики, пов'язані з інвестуванням. Також цікавими для даного контингенту є завдання на розрахунок пенсійного забезпечення, які допомагають зрозуміти як працює система пенсійного забезпечення і чому важливо дбати про пенсійне накопичення.

**Висновки та перспективи подальших наукових розвідок.** Задачі фінансової математики сприяють поглибленню розуміння учнями математичних концепцій і одночасно готують їх до кращого управління своїми фінансами в майбутньому [6,7]. Вчителі математики повинні вміти впроваджувати задачі фінансової математики в курс математики закладів загальної середньої освіти. Задачі мають бути різного рівня складності, передбачати формування уміння узагальнювати, систематизувати та використовувати знання, вміння та навички щодо окремих методичних особливостей розв'язування задач різного рівня, проектувати й організовувати сучасне освітнє середовище для навчання, виховання та розвитку учнів засобами математики на уроках і в позаурочний час. Такий підхід допоможе підготувати майбутнє покоління, яке зможе ефективно керувати фінансами та робити обґрунтовані фінансові рішення [3].

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES


1. Васильєва, Д. В., Василюк, Н. І. (2016). Розвиток математичної компетентності учнів на уроках математики. Математика в рідній школі, 6, 2–7. (Vasylieva, D. V., Vasyliuk, N. I. (2016). Development of mathematical competence of pupils at Mathematics classes. Mathematics in a native school, 6, 2–7).
2. Дутчик, О. Ю., Матвійчик, І. О. (2019). Фінансова грамотність населення: теоретичні аспекти, проблеми і перспективи поліпшення в Україні. Інфраструктура ринку, 31, 631–635. (Dutchyk, O. Yu., Matviichyk, I. O. (2019). Finanvial literacy of population: theoretical aspects, problems and perspectives of improvement in Ukraine. Infrastructure of market, 31, 631–635).
3. Леоненко, М. М., Мішура, Ю. С., Пархоменко, В. М., Ядренко, М. Й. (1995). Теоретико-ймовірнісні та статистичні методи в економетриці та фінансовій математиці. Київ: Знання. (Leonenko, M. M., Mishura, Yu. S., Parkhomenko, V. M., Yadrenko, M. Y. (1995). Methods of probability theory and statistics in econometry and financial mathematics. Kyiv: Znannia).
4. Межейнікова, Л. С., Швець, В. О. (2005). Математичні задачі з фінансовим змістом в основній школі. Харків: ВГ «Основа». (Mezheinikova, L. S., Shvets, V. O. (2005). Mathematical problems of financial character in secondary school. Kharkiv: VG Osnova).

5. Мельниченко, Ю. А., Черних, Л. О. (2018). Прикладні задачі як засіб формування математичних компетентностей при вивчення теми «Відсоткові розрахунки». Вісник Міжнародного дослідного центру «Людина, мова, культура, пізнання», 42, 239–245. (Melnychenko, Yu. A., Chernykh, L. O. (2018). Applied problems as a tool of formation of mathematical competences in the process of studying of the topic "Percent calculations" . Bulletin of the International Research Center "Person, language, culture, cognition", 42, 239–245).
6. Мерзляк, А. Г., Номіровський, Д. А., Полонський, В. Б. (2018). Алгебра і початки аналізу: профільний підручник для 10 класів закладів загальної середньої освіти. Харків: Гімназія. (Merzliak, A. H., Nomirovskyi, D. A., Polonskyi, V. B. (2018). Algebra and elements of Analysis: a profile textbook for the 10th form of general education institutions. Kharkiv: Gimnaziia).
7. Мерзляк, А. Г., Полонський, В. Б., Якір, М. С. (2016). Алгебра для загальноосвітніх навчальних закладів з поглибленим вивченням математики: підручник для 8 класів загальноосвітніх закладів. Харків: Гімназія. (Merzliak, A. H., Polonskyi, V. B., Yakir, M. S. (2016). Algebra and elements of Analysis for general education institutions with an advanced study of Mathematics: a textbook fot the 8th form. Kharkiv: Gimnaziia).
8. Фесенко, Г. А. (2016). Залучення учнів до розв'язування математичних задач фінансового змісту та підготовка майбутніх учителів математики до їх використання в навчальному процесі. Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти, 9, Частина 2, 57–64. (Fesenko, H. A. (2016). Involvement of pupils to solving of mathematical problems of financial character and preparation of future Mathematics teachers to their use in educational process. Scientific notes. Series: Problems of physical, mathematical, and technological education, 9, Part 2, 57–64).

**Nykyforchyn I. V. Problems of financial mathematics and their implementation in institutions of general secondary education.**

***Summary.*** *The problem of increasing the financial literacy of the population of Ukraine is of particular relevance. In recent years, the volume of services offered by the financial market has increased several times, but the low financial literacy of the population does not allow attracting consumers to their competent use. The basics of financial literacy are not a mandatory component either in general secondary or in higher education, so the majority of the population is not capable of rational behavior in the financial market. Therefore, it is important to include elements of financial literacy in the curricula of various subjects, in particular, in mathematics.*

*The basics of financial literacy are not a mandatory component of either general secondary or higher education. We propose to introduce carefully selected cycles of financially oriented tasks to the programs of various subjects, in particular, to school mathematics.*

*The analysis of publications on this topic shows that the issue of the formation of financial literacy of students of general secondary education institutions, aspects of training school teachers for this category of problems are not covered in modern pedagogical research to a sufficient extent.*

*We propose to introduce several categories of problems that can be considered in the mandatory topics of the algebra program for high school. This will contribute to the formation of interdisciplinary competences and prepare students to use abstract concepts and methods in everyday life.*

*Financial math problems deepen students' understanding of mathematical concepts while preparing them to better manage their finances in the future. Mathematics teachers must be able to introduce problems of financial mathematics into the mathematics course of general secondary education institutions. The tasks should be of different levels of complexity, provide for the formation of the ability to generalize, systematize and use knowledge, skills and abilities regarding individual methodical features of solving problems of different levels, design and organize a modern educational environment for learning, education and development of students by means of mathematics in lessons and in extracurricular time This approach will help prepare the future generation, which will be able to effectively manage finances and make informed financial decisions.*

***Key words:*** *Financial literacy, intersubject competences, Mathematics, secondary education, percents, simple and compound interests, credits, annuities.*

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

**УДК 511.1. 374**
**DOI 10.5281/zenodo.10214263**

**Т. В. Авдєєва**
ORCID ID 0000-0001-7775-8512
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
**О. І. Кушлик-Дивульська**
ORCID ID 0000-0002-4999-6641
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
**Л. М. Іллічева**
ORCID ID 0009-0000-5209-6823
Національний авіаційний університет

## ЗИМОВА МАТЕМАТИЧНА ШКОЛА. ПОЗАШКІЛЬНЕ ДОЗВІЛЛЯ

*Проаналізовано стан математичної освіти під час війни, сформульовано пропозиції для вирішення проблем із залученням громадськості. Представлений екскурс роботи зимової математичної школи Київської МАН. Показано історичні аспекти дослідження множин чисел, теоретичні основи, наведений ряд простих чисел (які характеризуються спеціальними алгоритмами простоти), розглянута методика їх вивчення за допомогою сучасного програмного забезпечення. Значну увагу приділено таким числам, як прості, досконалі, дружні, числа-близнюки та паліндромні. Розглянуті періодичні та ланцюгові дроби, їх запис та представлення у вигляді звичайних дробів. Сформульовано декілька досі ще відкритих питань стосовно описаних множин чисел. Розв'язано нескладні рівняння із використанням понять антьє та мантиси.*

*Мета статті – дослідження особливостей проведення позашкільних занять з математики, які полягають у поєднанні теоретичного викладу матеріалу з ігровою (індивідуальною чи колективною) формою проведення дистанційних занять на прикладі розгляду основ теорії множин і теорії чисел.*

*Організація творчої роботи дітей-школярів різних вікових груп із профільних та непрофільних закладів освіти сприяла підвищенню їхньої самооцінки, становленню лідерських навичок, компенсувала майже повну відсутність спілкування із однолітками у гуртках та факультативах. Заняття заохочували до творчого пошуку, сприяли ліквідації прогалин шкільного курсу математики. Школярі під час занять математичної школи не лише залюбки вивчали математичні поняття та підходи, знайомилися із новим матеріалом, відкритими питаннями сучасної теорії чисел, але й перебували у стані психологічного комфорту, який дуже потрібен дітям в наші непрості часи.*

***Ключові слова:*** *математична освіта, множини чисел, прості числа, досконалі числа, двійнята, дружні числа, звичайний дріб, періодичний дріб, ланцюговий дріб, ціла частина дійсного числа, дробова частина дійсного числа.*

**Постановка проблеми.** Ми живемо в період воєнного стану, в період сучасної війни, яку називають також ще війною технологій. Можливо, хтось вважає, що про якість освіти, у тому числі і природничої, говорити не на часі. Але ця думка є хибною. Математична підготовка є важливою складовою частиною, як початкової, так і середньої ланок освіти. Ще до війни суспільство шокувала новина, що за результатами міжнародного дослідження PISA більшість наших підлітків мають поверхові знання з математики. Невтішні результати і

досить простого, в порівнянні з ЗНО, тесту НМТ (2022). Звичайно, можна посилатися і на надзвичайні умови, в яких навчання в період пандемії проводилось дистанційно, і на відсутність планомірної роботи у гуртках та факультативах. Під час війни ситуація з математичною освітою значно погіршилася: багато дітей виїхали за кордон (діти-біженці вимушено поєднують навчання в українській школі з навчанням у закладах освіти за місцем тимчасового проживання); в умовах військового стану в країні, при постійних загрозах − повітряних тривогах, проблемах з енергоносіями, втратах близьких та рідних людей, знищених домівках, зруйнованих школах – учням важко зосередитися на оволодінні математичними знаннями. Але саме під час війни потрібно розглядати, концентрувати увагу на проблемах освіти, думати про наше майбутнє. Необхідно дбати про надання школярам базових фундаментальних знань, наші діти надалі стануть студентами, працюватимуть в різних сферах післявоєнної відбудови країни.

Цікавими є пропозиції для вирішення поставленої освітньої проблеми [6], які пропонує громадське суспільство.

1. *Бажано запровадити курси базової підготовки з математики та природничих наук відповідно до потреб конкретних спеціальностей (особливо, стосовно числової грамотності, основ природничих наук та аналізу даних). Такі курси слід запровадити для всіх спеціальностей, зокрема й гуманітарних.*

Доволі часто студенти вишів мають недостатній рівень знань із деяких предметів природничого циклу, які напряму не відносяться до обраного ними фаху. Але рівень розвитку сучасного суспільства вимагає серйозних навичок із царини аналізу даних. Такі курси для всіх спеціальностей є в університетах багатьох країн.

2. *Необхідно налагоджувати комунікацію усіх зацікавлених сторін: пояснювати батькам і дітям, що «зовсім без математики/фізики/хімії/біології» їхні особистісні професійні перспективи є досить сумнівними в умовах високої конкуренції вже досвідчених спеціалістів у галузях «без математики».*

Базові математичні знання потрібні всім. Сюди можна сміливо віднести такі навички, як проведення розрахунків без застосування калькулятора (доступ до гаджета з калькулятором не завжди гарантований, треба вміти вести усні розрахунки); основи геометрії; вміння вимірювати і оцінювати величини; основи знань з аналізу даних та числової інформації, основи теорії ймовірностей; використання пропорцій, відсотків та основ фінансової грамотності.

3. *Тим, хто навчався в школі, але не має твердих знань, допоможуть дистанційні курси. Для інших потрібно передбачити коригувальні курси в межах бодай професійного навчання та підвищення кваліфікації* (зокрема й для юристів, учителів гуманітарних дисциплін, істориків, філологів, перекладачів, журналістів тощо).

Цікаво, що багато західних довідників та підручників для інженерів, лікарів, фармацевтів, молодшого медичного персоналу (медсестер) і кваліфікованих робітників включають також інформацію з базової математики −арифметика, пропорції, відсотки... Право на роботу за цими спеціальностями підтверджується кваліфікаційними іспитами − де, крім суто професійних питань, є й завдання, що потребують знань базової математики.

4. *Вимоги та пропагування необхідності знань −це добре, але потрібна також інфраструктура для отримання цих знань, зокрема дорослими людьми.*

*Порада при необхідності «звернутися до шкільного підручника»* не завжди допоможе −українські шкільні підручники не орієнтовані на самостійне навчання й на дорослих читачів. Тим, хто добре знає англійську, доступна велика кількість відповідних книжок і платформ для навчання. Непогано було б знайти ресурси для перекладу таких книжок і курсів чи створення власних українських. Сподіваємося, що міжнародна допомога буде залучена для освіти дорослих за цими напрямами.

5. *Створити умови для підтримки та розвитку дітей, які хочуть і можуть вивчати математику на більш високому рівні.*

Війна різко звузила спектр можливостей для доступу дітей з України до системної якісної математичної освіти. Навіть ті, хто виїхав за кордон, навчаються у звичайних школах із досить легкою програмою. Базові знання у них будуть, але можливості для поглибленого занурення у математику − проблематичні. У багатьох країнах додаткові заняття на рівні, вищому за шкільний, є досить дорогим задоволенням та потребують гарного знання відповідної мови. Багато батьків втратили можливість оплачувати додаткові заняття та літні табори з навчанням. І знову потрібно думати, як це компенсувати бодай частково, як у цих скрутних обставинах налагодити розвиток наших обдарованих дітей. Для них це не лише улюблене заняття та розвиток здібностей, а й психологічний комфорт, який у ці складні часи дуже потрібний.

Організацією та пошуком ресурсів для створення й розвитку інфраструктури додаткового позашкільного навчання займається комунальний позашкільний навчальний заклад «Київська мала академія наук учнівської молоді».

Протягом 2022-2023 н. р. року вихованці Київської МАН [7], долаючи виклики воєнного часу – повітряні тривоги, блек-аути, недоліки дистанційного навчання, здобули понад 150 перемог на всеукраїнських конкурсах науково-технічної творчості молоді. Також, у 2022-2023 навчальному році одержали 36 перемог у міжнародних молодіжних науково-технічних конкурсах, які проводилися у Польщі, Швейцарії, Тунісі, Канаді, Тайвані, Хорватії та ін.

Варто відмітити випускника Київської МАН Ігоря Клименка, який у 2022 році визнаний кращим студентом-винахідником світу, нагороджений премією у розмірі 100 000 доларів (використав для вдосконалення свого винаходу: дрона-міношукача).

**Аналіз актуальних досліджень.** Розв’язування нестандартних задач, головоломок, відгадування ребусів та загадок активізує дитяче мислення. Для розвитку самостійного, евристичного мислення бажано відразу не пояснювати спосіб розв’язування завдань нового типу, а пропонувати учням самим його знайти. Бажано якомога частіше використовувати ігрову форму проведення занять, чергувати індивідуальну роботу учнів з колективною роботою в групах. Доцільно заохочувати учнів самостійно створювати завдання та ігри, оскільки це допомагає глибше осмислювати вивчений матеріал, є хорошою вправою для розвитку творчих здібностей.

Множини чисел – натуральні, цілі, раціональні, ірраціональні, дійсні, комплексні,…, прості, складені, досконалі, дружні, близнюки, паліндромні.

Натуральне число є простим, якщо воно ділиться лише на 1 та на саме число. В [8] проведено огляд деяких проблем класичної теорії чисел, що пов’язані із простими числами. Значну увагу в статті приділено властивостям чисел Ферма та Мерсенна, наведено критерій Люка-Лемера перевірки чисел Мерсенна на простоту, а також вказано відомі на сьогоднішній день прості числа Мерсенна.

Давньогрецький математик Евклід (бл. 365 — бл. 300 до н. е.) у своїй книзі «Начала», що була протягом двох тисяч років головним підручником математики, довів, що простих чисел нескінченно багато, тобто за кожним простим числом знаходиться більше просте число. Найбільшого простого числа не існує.

*Теорема (Евкліда).* Множина простих чисел нескінченна.

Доведення теореми проведено методом від супротивного. Припустимо, що простих чисел скінченна кількість, тобто їх можна всі перелічити, як $p_1, p_2, ..., p_n$. Оскільки число $p_1 \cdot p_2 \cdot ... \cdot p_n + 1$ при діленні на всі прості числа в остачі дає 1, то воно також є простим числом. Але це нове просте число, воно не належить до вказаного переліку простих чисел. Отже, припущення про скінченність множини простих чисел є помилковим.

Можна також отримати доведення теореми Евкліда із відомого результату Ейлера про розбіжність ряду $\sum_{p-просте} \frac{1}{p}$.

Інтерес до великих простих чисел пов’язаний із використанням їх у криптографії – чим більше вихідне просте число, тим складніше підібрати ключ, зламати шифр.

Відомий ряд чисел, простота яких встановлюється за допомогою спеціальних алгоритмів, так званих тестів простоти (Люка-Лемера; Люка-Лемера-Різеря; Міллера-Рабина; Пепіно) [2]. Такими є числа: Мерсенна $n = 2^n - 1$; Ферма $F_n = 2^{2^n} + 1$; Каллена $C_n = n \cdot 2^n + 1$; Вудала $W_n = n \cdot 2^n - 1$. Варто зауважити, що за допомогою тесту Бріллхарта-Лемера-Селфріджа можна перевірити простоту чисел Каллена та Прота. Власне, числа Прота є числами вигляду $P = k \cdot 2^n + 1$ для непарних $k$ та $2^n > k$. Із формули задання випливає, що числа Каллена −окремий випадок чисел Прота для $k = n$, також при $k = 1, n = 2^m$ числа Прота описують множину простих чисел Ферма, якими на 2023 р. є такі: 3, 5, 17, 257, 65537 (відповідно при $m = 0,1,2,3,4$. Висловлена гіпотеза, що інших простих чисел Ферма немає.

Відомий широкомасштабний проект добровільних обчислень знаходження простих чисел Мерсенна *GIMPS (Great Internet Mersenne Prime Search).* 21 грудня 2018 р. ця міжнародна колаборація [9] виявила найбільше просте число Мерсенна, яким є $2^{82589933} - 1$, що має 24 862 048 цифр. Це також найбільше відоме просте число будь-якого типу. Причина інтересу до чисел Мерсенна полягає в тому, що для їх пошуку ефективно використовувати критерій простоти Люка-Лемера, який застосовується зокрема для тестування суперкомп'ютерів.

Відомо, досконале число – це число, яке дорівнює сумі всіх своїх дільників [3], в тому числі одиниці, але виключаючи саме себе. Перше і найменше з таких чисел 6. Досконале число шість дорівнює сумі трьох своїх дільників 1, 2 і 3. Наступне досконале число

$$28 = 1 + 2 + 4 + 7 + 14.$$

Далі ці числа зустрічаються дуже нечасто: 496, 8128, 2096128 і т.д.[10].

Першим великим досягненням в області теорії досконалих чисел була *теорема Евкліда*: число $2^{n-1}\left(2^n - 1\right)$ – парне і досконале в тому випадку, якщо число $2^n - 1$ просте. Через багато століть Леонардо Ейлер довів справедливість теорії Евкліда. Таким чином, у формулі Евкліда містяться всі парні досконалі числа. За весь час вивчення чисел не було знайдено жодного непарного досконалого числа. У зв'язку з цим вчені говорять лише про існування парних досконалих чисел. Однак, не виключена можливість існування і непарного досконалого числа.

Для натурального числа вводиться числова функція – сума всіх дільників цього числа, які менше самого числа (тобто, за виключенням самого числа). Ще Піфагор [11] помітив, що $s(6) = 1 + 2 + 3 = 6,$ тобто $s(n) = n$, такі числа $n$ він називав ідеальними (досконалими або повними). Функція $s(n)$ є мультиплікативною, тобто $s(n) \neq 0$ та для довільних взаємно простих натуральних чисел $m, n$ виконується рівність

$$s(m \cdot n) = s(m) \cdot s(n).$$

Оскільки кожне досконале число має вигляд $n = 2^n\left(2^{n+1} - 1\right)$ та враховуючи, що

$$\frac{1}{2^n} + \frac{1}{2^{n+1} - 1} = \frac{2^{n+1} - 1 + 1}{2^n \cdot \left(2^{n+1} - 1\right)} = \frac{2}{2^{n+1} - 1},$$

Його також можна представити в термінах давньоєгипетських дробів наступним чином:

$$n = k \cdot m\left(k < m\right) \Rightarrow \frac{2}{m} = \frac{1}{k} + \frac{1}{n}.$$

Отже, маємо:

$$6 = 2 \cdot 3 \Rightarrow \frac{2}{3} = \frac{1}{2} + \frac{1}{6}; \quad 28 = 4 \cdot 7 \Rightarrow \frac{2}{7} = \frac{1}{4} + \frac{1}{28}; \quad 496 = 16 \cdot 31 \Rightarrow \frac{2}{31} = \frac{1}{16} + \frac{1}{496}.$$

Досконале число $n$ також можна представити у вигляді різниці двох дробів наступним чином:

$$n = k \cdot m \left(k < m\right) \Rightarrow \frac{m-k}{n} = \frac{1}{k} - \frac{1}{m}.$$

$$6 = 2 \cdot 3 \Rightarrow \frac{1}{6} = \frac{1}{2} - \frac{1}{3}; \quad 28 = 4 \cdot 7 \Rightarrow \frac{3}{28} = \frac{1}{4} - \frac{1}{7}; \quad 496 = 16 \cdot 31 \Rightarrow \frac{15}{496} = \frac{1}{16} - \frac{1}{31}.$$

Всі парні досконалі числа є трикутними числами, що означає, якщо взяти досконале число куль, завжди можна скласти з них рівносторонній трикутник.

**Мета статті** – дослідження особливостей проведення позашкільних занять з математики, які полягають у поєднанні теоретичного викладу матеріалу з ігровою (індивідуальною чи колективною) формою проведення дистанційних занять на прикладі розгляду основ теорії множин і теорії чисел.

**Виклад основного матеріалу.** В наш непростий воєнний час практично відсутні факультативні заняття та майже припинили роботу тематичні гуртки. І тільки професійна організація шкільної роботи та самовіддана праця викладачів може частково компенсувати ці недоліки. А як же це все необхідно нашим обдарованим дітям. З метою популяризації математики серед учнівської молоді м. Києва і активного залучення школярів до пошуково-дослідницьких проєктів у січні 2023 р. працювала науково-профільна школа за напрямом «Математика» для учнів-членів Київської Малої академії наук. У рамках зимової математичної школи проходили вебінари, практичні заняття, різноманітні математичні розваги. Заплановані і проведені вебінари за наступною тематикою.

Числа: які вони? (прості, досконалі, близнюки тощо).

Що таке життя? Це гра!

Антьє та мантиса дійсного числа: означення, властивості, розв’язування рівнянь та нерівностей.

Системи числення.

Чи можлива математика без складних формул? Так! Графи, орграфи, цикли, дерева.

Китайська теорема про лишки.

Кожний день роботи профільної школи складався із трьох частин: теоретичної (лекція), практичної та розважальної. Відповідно до теоретичної частини матеріалу школярі виконували практичні завдання. Цікавими, захоплюючими та змістовними були розваги для слухачів, такі як «Математичні фокуси», «Прокачай свій розум», «Чи знайомі тобі поняття: підбери шифр (відгадай ребус)», «Фокуси із гральними кубиками», «Математика та логіка у житті» (знайти фальшиву монетку, відміряй рівно 3 літри тощо), «Вікторина: Знаю! Вмію! Переможу!».

Після наведення теоретичних даних розглядалися приклади практичного їх застосування. Розглянемо, який план викладу стосувався поняття числа. Достатньо повно описано числові множини [4], де проілюстровано на схемі зв'язок між ними, вказано на основні арифметичні дії над дійсними числами. Також показано відповідність між множиною дійсних чисел та множиною точок на координатній прямій (геометрична інтерпретація).

Простими називають числа, які діляться тільки на 1 та на себе (мають рівно два дільника). Відомо, що 1 не є ні простим, ні складеним числом, оскільки вона має лише один дільник.

Запропоновано, наприклад, користуючись методом «решета Ератосфена», скласти таблицю простих чисел, менших за 100, за 200. Отримано для першої сотні: 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29, 31, 37, 41, 43, 47, 53, 59, 61, 67, 71, 73, 79, 83, 89, 97. В період інформатизації та бурхливого розвитку комп’ютерної індустрії, програмного забезпечення складені таблиці простих чисел за допомогою обчислювальних машин. На даний час відомі перші 50 мільйонів простих чисел.

За отриманою таблицею простих чисел досліджується кількість простих чисел в кожній з перших десяти сотень (тобто серед чисел від 1 до 100, від 101 до 200), встановлюються деякі закономірності в їхньому розташуванні. Відповідь-запис вказаних чисел приводить до нових

понять: прості двійні та трійні, можливо, також четвірні. Два простих числа, різниця яких дорівнює 2, називають «близнюками» або просто «двійнями». «Простими трійнями» називають тоді такі три числа, у яких різниця між кожним наступним і попереднім дорівнює 2. За таблицею пари «чисел-близнюків» першої сотні: (3, 5), (5, 7), (11, 13), (17, 19) (29, 31), (41, 43), (59, 61), (71, 73). На даний момент (2019 р.) найбільшими відомими простими «близнюками» є числа $3756801695685 \cdot 2^{666669} \pm 1$, містять 200700 знаків. Відкритим на сьогоднішній день є питання скінченної кількості чисел «простих-близнюків».

Стосовно досконалих чисел у першій сотні, користуючись означенням, школярі досить швидко їх назвали: 6 та 28. Далі стало важче, але допомогла властивість, що кожне досконале число, за виключенням 6, можна представити у вигляді суми кубів послідовних непарних чисел, починаючи з 1:

$$1^3 + 3^3 + 5^3 + 7^3 + ... + (2n-1)^3 = n^2(2n^2 - 1).$$

Отже, $28 = 1^3 + 3^3, \quad 496 = 1^3 + 3^3 + 5^3 + 7^3.$

Ще одна дивна властивість цих чисел полягає в наступному: сума зворотних значень дільників, в тому числі рівного самому числу, завжди буде дорівнювати 2. Наприклад, для числа 28:

$$\frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{7} + \frac{1}{14} + \frac{1}{28} = 2.$$

Всі досконалі числа, крім першого, можна представити у вигляді 3-членних дробів, наприклад:

$$\frac{2}{7} = \frac{1}{6} + \frac{1}{14} + \frac{1}{21}, \quad \frac{2}{31} = \frac{1}{20} + \frac{1}{124} + \frac{1}{155}.$$

Отримано разом із учасниками заняття загальну формулу задання досконалих чисел. Проведений запис у вигляді добутків із числами, що містять степені числа 2, а саме:

$$6 = 2^1 \cdot (2^2 - 1) = 2 \cdot 3;$$

$$28 = 2^2 \cdot (2^3 - 1) = 4 \cdot 7;$$

$$496 = 2^4 \cdot (2^5 - 1) = 16 \cdot 31;$$

$$8128 = 2^6 \cdot (2^7 - 1) = 64 \cdot 127;$$

……

$$33550336 = 2^{12} \cdot (2^{13} - 1) = 4096 \cdot 8191$$

привів до формули:

$$m = 2^{2n} \cdot (2^{2n+1} - 1).$$

Постало питання, а чи можна вивести загальну формулу для подання у вигляді суми трьох дробів? (в літературі, зазвичай, подається запис для двох, інколи для трьох досконалих чисел). Якщо так, то перевірити її на числові 33550336.

З підказками та бажанням творити, досягати виведено і доведено формулу:

$$\frac{2}{2^{2n+1} - 1} = \frac{1}{2^n \cdot (2^n + 1)} + \frac{1}{2^n \cdot (2^{2n+1} - 1)} + \frac{1}{(2^n + 1) \cdot (2^{2n+1} - 1)}.$$

Відповідно, маючи запис числа 33550336 у вигляді

$$33550336 = 2^{12} \cdot (2^{13} - 1) = (2^6)^2 \cdot 8191$$

учасниками школи отримано результат:

$$\frac{2}{8191}=\frac{1}{64\cdot 65}+\frac{1}{64\cdot 8191}+\frac{1}{65\cdot 8191}.$$

Ідеальні числа можна виразити як суму двох унікальних чисел, тобто

$$4+2=6,\quad 16+12=28,\quad 256+240=496...$$

Для перших трьох досконалих числа виведено формулу їх запису через суму двох чисел вигляду:

$$2^{2^n}+2^{2^{n-1}}\cdot\left(2^{2^{n-1}}-1\right).$$

Отримано таке задання із спеціального запису вказаних досконалих чисел:

$$6=2^{2^1}+2^{2^{1-1}}\cdot\left(2^{2^{1-1}}-1\right)=2^2+2^1\cdot\left(2^1-1\right)=4+2\cdot 1;$$

$$28=2^{2^2}+2^{2^{2-1}}\cdot\left(2^{2^{2-1}}-1\right)=2^4+2^2\cdot\left(2^2-1\right)=16+4\cdot 3;$$

$$496=2^{2^3}+2^{2^{3-1}}\cdot\left(2^{2^{3-1}}-1\right)=2^8+2^4\cdot\left(2^4-1\right)=256+16\cdot 15.$$

З наведених вище спостережень видно, що ідеальні числа закінчуються на 6 і 8 (вони утворені додаванням двох чисел, які закінчуються або на 6 і 0, або на 6 і 2). Використовуючи позначення давньоєгипетських дробів, їх пов'язують з простим числом Мерсенна.

На даний момент не знайдено жодного непарного досконалого числа, але встановлено за допомогою інформаційних технологій, що за умови його існування, це число є більшим $10^{1500}$, при цьому кількість його простих дільників не менше 101.

Учасники зимової математичної школи довідались про деякі відкриті питання теорії чисел.

Чи існує непарне досконале число?

Чи скінченна множина досконалих чисел?

Цікаво проходили пошуки дружніх чисел. Дружніми числами називають такі два натуральні числа, що сума всіх дільників першого (за винятком самого числа) дорівнює другому числу, а сума всіх дільників другого числа (за винятком самого числа) рівна першому числу.

Найменшими з таких є числа 220 і 284:

220: 1, 2, 4, 5,10,11, 20, 22, 44, 55, 110;

284: 1, 2, 4, ,71, 142.

Про них знали ще піфагорійці, їм присвоювали статус символу дружби. Наступну пару відкрили в 1636 році, це 17296 і 18416. Ця дружня пара стала нам відома завдяки французькому юристу і математику П'єру Фермі. На 2019 рік відомо понад 600 пар дружніх чисел.

Відкриті питання: «Чи всі пари дружніх чисел мають однакову парність?» (Наприклад, пари (2620, 2924), (12285, 14595) однакової парності). «Чи існують пари взаємно-простих дружніх чисел? Чи існує загальна формула для їх знаходження?»

В практичній частині учасники мали можливість продемонструвати отримані знання. Вони з'ясовували, чи буде запропоноване число простим, чи складеним, а можливо і досконалим; шукали закономірності у сумах та розробляли оптимальні алгоритми їх обчислення. Також учні познайомилися із записом дробів (скінченних та періодичних), ланцюговими дробами та правилами переведення ланцюгового запису до раціонального дробу і навпаки.

Як приклади, показано, що $\frac{2}{5}=0,4$, але вже $\frac{1}{3}=0,3333...=0,(3)$. Зразу ж виникають питання: «Якими бувають десяткові дроби?» Як розпізнавати нескінчені періодичні дроби та зводити їх до звичайних дробів?» Стосовно періодичних дробів, то їх поділяють на чисті (період починається зразу після коми) та мішані (між комою та першим періодом є одна або декілька цифр), наприклад, дроби 0,(12) та 24, 32(3). З

практичної точки зору [12] поширена загальна схема перетворення періодичних, чистих та мішаних дробів у звичайні.

Щоб перетворити чистий періодичний дріб у звичайний, досить записати чисельником його період, а знаменником – число, позначене стількома дев'ятками, скільки цифр у періоді. Наприклад,

$$0,(8)=\frac{8}{9};\quad 0,84=\frac{84}{99};\quad 15,(37)=15+\frac{37}{99};\quad 15,(352)=15+\frac{352}{999}.$$

Щоб перетворити мішаний періодичний дріб у звичайний, досить від числа, що стоїть до другого періоду, відняти число, що стоїть між комою і першим періодом, і здобуту різницю взяти чисельником, а знаменником написати число, позначене стількома дев'ятками, скільки цифр у періоді, і зі стількома нулями на кінці, скільки цифр між комою і періодом. Наприклад,

$$0,8(57)=\frac{857-8}{990}=\frac{849}{990};\quad 6,7(4)=6+\frac{74-7}{90}=6+\frac{67}{90}.$$

Звичайно, наведене правило перетворення мішаного періодичного дробу є складнуватим, але на допомогу приходять приклади. Тому і запропоновано всім школярам поняття геометричної прогресії [5], використання суми нескінченної геометричної прогресії для запису нескінчених періодичних дробів у вигляді звичайних [13]. Відомо, що $S=\frac{b_1}{1-q}$, $b_1$ – перший член нескінченної геометричної прогресії, $q$ – її знаменник, причому $|q|<1$. Для одного наведеного вище прикладу маємо:

$$6,7(4)=6,7+0,04+0,004+0,0004+...=6,7+0,04(1+0,1+0,01+0,001+...),$$

де в дужках є сума нескінченної геометричної прогресії:

$$S=\frac{1}{1-0,1}=\frac{10}{9}.$$

Отже,

$$6,74=6,7+0,04(1+0,1+0,01+0,001+...)=6,7+\frac{4}{100}\cdot\frac{10}{9}=6+\frac{7}{10}+\frac{4}{90}=6+\frac{67}{90}.$$

В теорії чисел, математичному аналізі, теорії ймовірності, в обчислювальній математиці, в небесній механіці та астрономії (для прогнозу сонячних чи місячних затемнень, руху планет тощо) широко використовують ланцюгові дроби. Ланцюговий дріб з скінченним числом елементів має вигляд

$$\left[a_0;a_1,a_2,...,a_n\right]=a_0+\cfrac{1}{a_1+\cfrac{1}{a_2+\cfrac{1}{....+\cfrac{1}{a_n}}}},$$

де $a_0$ – ціле число, $a_1,a_2,...,a_n$ – натуральні числа, $a_n\neq 1$. В наведених прикладах вважали $a_1,a_2,...$ додатними числами, а $a_0$ може бути будь-яким цілим числом (для простоти брали теж додатнім). Ці числа називаються елементами даного ланцюгового дробу. За показаною схемою число записувалося із поступовим виконанням дій:

$$2+\cfrac{1}{3+\cfrac{1}{2+\cfrac{1}{4}}}=2+\cfrac{1}{3+\cfrac{4}{9}}=2+\frac{9}{31}=\frac{71}{31}=\left[2;3,2,4\right].$$

Відповідно, число $[3;1,5,2,3]$ також представлено у вигляді ланцюгового дробу.

Логічною розвагою слугувала задача знаходження суми всіх двоцифрових чисел, більших за 80. Звичайно, старшокласники зразу ж бажають використати знання арифметичної прогресії. Підказка-запис відповідних чисел, другого десятка чисел у зворотному напрямку, тобто починаючи з 99 під 81, 98 під 82 і т.д. приводить до відповіді:

$$9\cdot 180+90=19\cdot 90=1710.$$

В математиці, як і в українській мові, є поняття паліндрома [14]. Такими є числа, які читаються однаково як зліва направо, так і справа наліво. Прикладами є всі однозначні числа, двозначні виду $\alpha\alpha$, наприклад, такі як 11 і 99, тризначні числа виду $\alpha\beta\alpha$, і т.д. Більш того, всі двозначні числа за певним алгоритмом породжують паліндроми. Згідно з гіпотезою Мартіна Гарднера, (автор книги «Є ідея»), якщо взяти натуральне число (будь-яке) і додати до нього число, що складається з тих самих цифр, але записаних в зворотному порядку, потім повторити дію, але вже з отриманою сумою, то на одному з кроків вийде паліндром. У деяких випадках достатньо здійснити додавання таких чисел один раз. Наприклад, 12+21=33, 25+52=77 тощо. Постає питання: Починаючи з якого числа вже потрібно виконувати не один крок? (найбільшого числа кроків, аж 24, вимагають числа 89 і 98). А чи дає число 196 паліндром – про це ще невідомо до сьогодні! Приклади паліндромів можна знайти не тільки в додаванні, а й в піднесенні до степеня (наприклад, $11^3=1331,\quad 11111111^2=123456787654321$), добуванні коренів та інших операціях (наприклад, $2112\cdot 1221=2578752,\quad 121\cdot 1004001=121484121$).

Відомі паліндроми серед простих чисел: 101, 131, 151, 181, 191, 313, 353, 373, 383, 727, 757, 787, 797, 919, 929. Чотиризначних паліндромів серед простих чисел немає, оскільки чотиризначні паліндроми завжди діляться на 11. Загалом, серед простих чисел немає паліндромів, що містять парну кількість розрядів (2,4,6,8,10,12-розрядні тощо), оскільки таки числа завжди діляться на 11.

Для повноти картини варто звернути увагу ще на два важливих поняття для дійсних чисел: ціла частина (антьє) та дробова (мантиса) [1].

Нехай $x$ дійсне число. Цілою частиною $[x]$ (антьє дійсного числа) числа $x$ називається найбільше ціле число, що не перевищує $x$.

Наприклад, $[1,5]=1;\quad [-2,4]=-3;\quad \left[\sqrt{64}\right]=8;\quad \left[\frac{15}{4}\right]=3.$

Дробовою частино $\{x\}$ або мантисою називається невід'ємне число, що є різницею дійсного числа $x$ та його цілої частини $[x]$, тобто $\{x\}=x-[x]$.

Наприклад,

$$\{5,3\}=0,3;\quad \{375,02\}=0,02;\ \{2\}=0;\quad \{\pi\}=\pi-3;$$

$$\{-2,3\}=-2,3-(-3)=0,7;\quad \left\{\frac{2}{3}\right\}=\frac{2}{3}.$$

Вигляд та основні властивості графіків функцій $[x]$ та $\{x\}$ підштовхнули школярів до розв'язування як нескладних рівнянь з даними функціями, так і більш складніших. Відомі такі методи розв'язування рівнянь з цілою та дробовою частиною: зведення рівняння до мішаної системи з цілим параметром; метод локалізації та перебору; графічний метод; безпосередньо використання означень цілої та дробової частини.

Враховуючи різний віковий статус учасників зимової школи та значні проблеми (може, страх перед тригонометрією) в побудові графіків, показано розв'язування рівнянь за означенням:

$$[x]=2023;\quad \{x\}=0,3;\quad \{2x\}=-0,1.$$

Для старшокласників проведено графічне розв'язування рівнянь $[\cos x] = x^2 - 3x + 2$, $[\sin x] = x^2 - 3x + 2$ з детальним покроковим поясненням побудови та остаточним результатом (рис. 1).

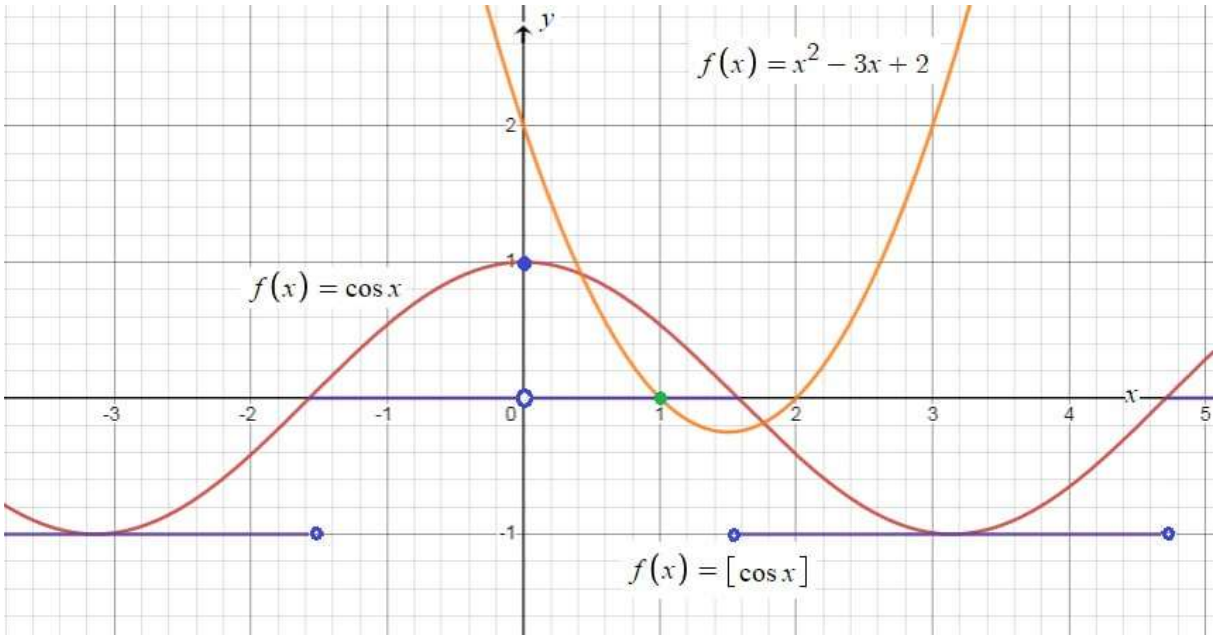



Рис. 1. Графічний розв’язок рівняння.

Із рисунка видно, що графіки мають єдину спільну точку перетину, тому рівняння має єдиний корінь $x = 1$. Для другого рівняння вже буде наявних два корені, в чому теж переконались графічно.

**Висновки та перспективи подальших наукових досліджень.** Організація творчої роботи дітей-школярів різних вікових груп із профільних та непрофільних закладів освіти сприяла підвищенню їхньої самооцінки, становленню лідерських навичок, компенсувала майже повну відсутність спілкування із однолітками у гуртках та факультативах. Заняття заохочували до творчого пошуку, сприяли ліквідації прогалин шкільного курсу математики. Школярі під час занять математичної школи не лише залюбки вивчали математичні поняття та підходи, знайомилися із новим матеріалом, відкритими питаннями сучасної теорії чисел, але й перебували у стані психологічного комфорту, який дуже потрібен дітям в наші непрості часи.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Апостолова, Г. В., Ясінський, В. В. (2006). Антьє і мантиса числа: Навчальний посібник. Київ : Факт. Режим доступу: https://shron1.chtyvo.org.ua/Apostolova_Halyna/Antie_i_mantysa_chysla.pdf?PHPSESSID=blkim676t29g6lvo5qqpnfspr7. (Apostolova, G. V., Yasinsky, V. V. (2006). Antje and the mantissaof numbers: a manual. Kyiv : Fakt. Retrieved from: https://shron1.chtyvo.org.ua/Apostolova_Halyna/Antie_i_mantysa_chysla.pdf?PHPSESSID =blkim676t29g6lvo5qqpnfspr7).
2. Grytczuk, A., Luca, F., Wójtowicz, M. (2001). Southeast Asian Bulletin of Mathematics, 25(1), 111–115.
3. Мерзляк, А. Г., Полонський, В. Б., Якір, М. С. (2020). Алгебра : підручник для 7 класу закладів загальної середньої освіти. Харків : Гімназія. (Merzlyak, A. G., Polonsky, V. B., Yakir, M. S. (2020). Algebra : a textbook for 7th grade secondary schools. Kharkiv: Himnaziia).
4. Мерзляк, А. Г., Полонський, В. Б., Якір, М. С. (2009). Алгебра: підручник для 8 класу з поглибленим вивченням математики. Харків : Гімназія. (Merzlyak, A. G., Polonsky, V. B., Yakir, M. S. (2009). Algebra: a textbook for 8th grade with an advanced study of mathematics. Kharkiv: Himnaziia).

5. Мерзляк, А. Г., Полонський, В. Б., Якір, М. С. (2021). Алгебра: підручник для 9 класу з поглибленим вивченням математики. Харків : Гімназія. (Merzlyak, A. G., Polonsky, V. B., Yakir, M. S. (2021). Algebra: a textbook for 9th grade with an advanced study of mathematics. Kharkiv: Himnaziia).
6. Війна з Росією: чому Україні потрібна математика. (2022). Режим доступу: https://zn.ua/ukr/science/vijna-z-rosijeju-chomu-ukrajini-potribna-matematika.html. (War with Russia: why Ukraine needs mathematics. (2022). Retrieved from: https://zn.ua/ukr/science/vijna-z-rosijeju-chomu-ukrajini-potribna-matematika.html).
7. Воєнний рік не завадив міжнародним перемогам і високим досягненням вихованців Київської МАН. (2023). Режим доступу: https://kman.org.ua/ua/novyny/Voennii-rik-ne-zavadiv-mizhnarodnim-peremoham-i-visokim-dosyahnennyam-vikhovanciv-Kiivskoi-MAN. (The war year did not prevent the international victories and high achievements of the pupils of the Kyiv National Academy of Sciences. (2023). Retrieved from: https://kman.org.ua/ua/novyny/Voennii-rik-ne-zavadiv-mizhnarodnim-peremoham-i-visokim-dosyahnennyam-vikhovanciv-Kiivskoi-MAN).
8. Лукашова, Т. Д. (2015). Прості числа та деякі пов’язані з ними проблеми теорії чисел. Фізико-математична освіта, 2, 29–37. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/fmo_2015_2_6. (Lukashova, T. D. (2015). Prime numbers and some related number theory problems. Physical and mathematical education, 2, 29–37. Retrieved from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/fmo_2015_2_6).
9. Відкрито 51-е просте число Мерсенна. (2018). Режим доступу: http://mmf.com.ua/ar/1898. (Mersenne's 51st prime number was discovered. (2018). Retrieved from: http://mmf.com.ua/ar/1898).
10. Натуральні числа. (2018). Режим доступу: http://naturalnumbers1.blogspot.com/p/blog-page.html. (Natural numbers. (2018). Retrieved from: http://naturalnumbers1.blogspot.com/p/blog-page.html).
11. How does the Great Internet Mersenne Prime Search (GIMPS) work? Retrieved from: https://www.quora.com/How-does-the-Great-Internet-Mersenne-Prime-Search-GIMPS-work.
12. Лов’янова, І. В., Шиперко, С. Г (2014). Математика : довідник-тренажер. Частина 1. Арифметика. Алгебра. Проф. Н. А. Тарасенкова (заг. ред). Черкаси. (Lovyabova, I. V., Shiperko, S. G. (2014). Math: an exercise guide. Part 1. Arithmetic. Algebra. Prof. N. A. Tarasenkova (gen. ed). Cherkasy).
13. Нескінченні десяткові дроби. Періодичні дроби. Режим доступу: https://classmill.com/alexandrgalaida/1/m/yAkD. (Infinite decimal fractions. Periodic fractions. Retrieved from: https://classmill.com/alexandrgalaida/1/m/yAkD).
14. Число називається паліндромом. Паліндроми в математиці. Цікавих і олімпіадних. (2021). Режим доступу: https://inistra.ru/magic/chislo-nazyvaetsya-palindromom-palindromy-v-matematike-zanimatelnyh-i/. (A number is called a palindrome. Palindromes in mathematics. Interesting and Olympiad. (2021). Retrieved from: https://inistra.ru/magic/chislo-nazyvaetsya-palindromom-palindromy-v-matematike-zanimatelnyh-i/).

**Avdieieva T. V., Kushlyk-Dyvulska O. I., Illicheva L. M. Winter mathematics school. Out of school leave leasure.**

***Summary.*** *The state of mathematics education during the war was analyzed, proposals were formulated for solving problems involving the public. A tour of the work of the winter mathematics school of the Kyiv National Academy of Sciences is presented. The historical aspects of the study of sets of numbers, theoretical foundations, a number of simple numbers (which are characterized by special algorithms of simplicity) are given, and the method of their study with the help of modern software is considered. Considerable attention is paid to such numbers as prime, perfect, friendly, twin and palindromic numbers. Considered periodic and chain fractions, their writing and representation in the form of ordinary fractions. Several still open questions regarding the described sets of numbers have been formulated. Solved simple equations using the concepts of antier and mantissa.*

*The purpose of the article is to study the peculiarities of conducting extracurricular classes in mathematics, which consist in the combination of a theoretical presentation of the material with a game (individual or collective) form of conducting remote classes using the example of considering the basics of set theory and number theory.*

*The organization of creative work of schoolchildren of different age groups from specialized and non-specialized educational institutions contributed to increasing their self-esteem, the formation of leadership skills, compensated for the almost complete lack of communication with peers in clubs and electives. Classes encouraged creative search, helped eliminate gaps in the school mathematics course. During classes at the mathematics school, schoolchildren not only enjoyed studying mathematical concepts and approaches, got acquainted with new material, open questions of modern number theory, but also were in a state of psychological comfort, which is very much needed by children in our difficult times.*

***Key words:*** *Math education, sets of numbers, prime numbers, perfect numbers, doubles, friendly numbers, common fraction, periodic fraction, continued fraction, integer part of a real number, fractional part of a real number.*

**УДК 37.091.214:[374:51]-053.5(569.4)**
**DOI 10.5281/zenodo.10214910**

**А. Л. Воєвода**
ORCID ID 0000-0003-1844-6759
Вінницький державний педагогічний
університет імені Михайла Коцюбинського

# АНАЛІЗ ПРОГРАМ ДЛЯ РОБОТИ ЗІ ЗДІБНИМИ ДО МАТЕМАТИКИ УЧНЯМИ В ПОЗАШКІЛЬНІЙ ОСВІТІ В ІЗРАЇЛІ

*Метою статті є аналіз програм для роботи зі здібними до математики учнями в позашкільній освіті Ізраїлю, висвітлення сучасних тенденцій розвитку неформальної математичної освіти Ізраїлю.*

*У статті представлено результати аналізу сучасних тенденцій розвитку неформальної освіти Ізраїлю. Наведені у дослідженні факти свідчать, що в Ізраїлі функціонує оригінальна система неформальної освіти, відмінна від української як у змісті, так і у підходах до її організації. У процесі дослідження здійснено ґрунтовний аналіз програм для роботи з обдарованою молоддю, зокрема програми імені Beno Arbel, «Альфа» та «Одіссея», розглянуто особливості роботи зі здібними до математики учнями. Встановлено, що система освіти в Ізраїлі спрямована на виявлення та заохочення індивідуальних здібностей талановитих молодих людей, а вказані програми переслідують три цілі: розвиток математичних здібностей і якості математичного мислення, розширюючи можливості талановитих студентів; збагачення математичних знань у різних аспектах, які виходять за межі вивченого матеріалу в межах формальної освіти; залучення талановитих учнів до передової ізраїльської академічної спільноти.*

*Зроблено висновок, що в системі неформальної освіти Ізраїлю існують певні особливості, які варто розглянути з метою використання їх окремих принципів в українських реаліях. В позашкільній неформальній освіті розроблено низку програм, які довели свою ефективність, зокрема й для роботи зі здібними до математики учнями.*

***Ключові слова:*** *позашкільна освіта; неформальна освіта, Ізраїль, програми з математики; робота зі здібними до математики учнями.*

**Постановка проблеми.** У сучасних умовах швидкого поширення інформації та процесу глобалізації в галузі освіти набуває важливості порівняння освітніх систем різних країн, які значно відрізняються від української. Однією з таких є освітня система Ізраїлю,

яка має унікальні особливості, що роблять її цікавою для дослідження та аналізу. Вона відображає багатокультурний та багатонаціональний характер країни і має відносно централізовану структуру. У зв'язку з впровадженням основних принципів Нової української школи, які передбачають трансформацію змісту та організаційних форм навчання математики, важливим є вивчення особливостей математичної освіти в Ізраїлі, зокрема у контексті роботи з обдарованими учнями.

Країна витрачає 8% свого бюджету на освіту, що перевищує стандартні показники навіть для найбільш розвинених економік. За освітнім рівнем працездатного населення Ізраїль випереджає багато індустріально розвинених країн.

Система освіти в Ізраїлі спрямована на виявлення та заохочення індивідуальних здібностей талановитих молодих людей. Університети зацікавлені у залученні до навчання найкращих випускників шкіл, адже практично усі заклади вищої освіти Ізраїлю мають високий рівень наукових досліджень. Це підвищує престиж роботи в науковій сфері. Міністерство освіти активно підтримує ініціативи щодо додаткової позашкільної підготовки талановитої молоді. Всі ці заходи спрямовані на те, щоб виховати у юного покоління патріотизм та зацікавленість у майбутньому своєї країни.

Досвід Держави Ізраїль щодо трактування поняття та організації позашкільної неформальної освіти, зокрема математичної, поки що залишився поза увагою вітчизняних дослідників.

**Аналіз актуальних досліджень.** В Ізраїлі дослідженням історичного процесу та перспективами розвитку неформальної освіти на сучасному етапі (методи, форми, практична організація неформальної освіти та її кореляція з освітою формальною в Ізраїлі) займаються такі науковці, як Н. Давід, Й. Мірвіс, Н. Мендель-Леві, І. Арці, Ш. Роман, Х. Клібанський, Х. Нашрин та інші. Їхня практична діяльність базується на теоретичних концепціях щодо сприйняття педагогічного явища неформальної освіти, які висвітлені в роботах М. Кіпніса, Г. Віткіна, Л. Немировської, Д. Шугуренського, Б. Хазана, А. Коена та ін.

За визначенням Міністерства освіти Ізраїлю, неформальна освіта в Державі Ізраїль – це будь-який вид організованої систематичної навчально-виховної діяльності, що відрізняється від діяльності формальних установ освіти [1].

Одне із завдань неформальної освіти сформульовано в сучасному Законі Держави Ізраїль «Про освіту» таким чином: «неформальна освіта має створити умови для призвичаювання нових репатріантів до ізраїльського стилю життя, озброїти їх необхідними знаннями, вміннями, ціннісними орієнтирами, історично притаманними єврейському народові» [2].

Цікавим є погляд доктора М. Кіпніса, директора ізраїльського центру сім'ї «Майя», сучасного ізраїльського педагога та психолога. У своїй роботі він висловлює думку, що неформальна освіта, передусім, є інтерактивною освітою, яка здобувається на добровільних засадах за умов згоди учасників навчального процесу. Ця форма освіти виникає у той момент, коли особистість відчуває потребу, яку неможливо задовольнити через формальні навчальні заклади [3].

**Метою статті** є аналіз програм для роботи зі здібними до математики учнями в позашкільній освіті Ізраїлю, висвітлення сучасних тенденцій розвитку неформальної математичної освіти Ізраїлю.

**Виклад основного матеріалу.** Типовою ознакою сучасної неформальної освіти є виведення процесу навчання поза межі освітнього інституційного простору. Однак Ізраїль пропонує світові різні моделі, зокрема й такі, де заклади неформальної освіти є складовою системи закладів формальної освіти (наприклад, до складу навчальних закладів загальнодержавної системи навчальних закладів за проєктом «Мофет» як навчальні заклади першого (з 0 до 6 років) та частково другого (з 6 до 12 років) ступеня входять заклади неформальної освіти, які працюють за відповідними програмами [4; 5].

Нині в Ізраїлі немає спеціальної навчальної програми з математики для обдарованих дітей у початковій або середній школі, основна робота з обдарованими учнями перенесена

в позашкільний формат, оскільки є усвідомлення того, що шкільний учитель передусім фокусується на учнях, які мають ускладнення із опануванням обов'язкової програми.

У дослідженнях [5, 7] зазначається, що у 2019-2020 навчальному році в Ізраїлі працювало не менше 56 центрів для роботи зі здібними (зокрема до математики) учнями. В позашкільній освіті розроблено низку програм для роботи зі здібними учнями, які умовно поділяються на програми збагачення і програми пришвидшення. Наприклад, Програма для математично обдарованої молоді, яка була створена ще у 1970 році на кафедрі математики Тель-Авівського університету і нині носить ім'я професора і завідувача кафедри (1985-2013) Beno Arbel [6] покриває три напрямки: математичне збагачення, пришвидшене вивчення математики (що дозволяє скласти іспити на одержання багруту наприкінці 10-го, а не 12-го класу) та академічна освіта для 16-річних.

За вказаною програмою протягом одного навчального року школярі, здібні до математики, можуть вивчати в Тель-Авівському університеті такі предмети, як теорія множин, системи числення, а потім починають свою математичну освіту як студенти першого курсу університету, ще навчаючись у старшій школі. Багато учнів у результаті навчання отримують ступінь бакалавра, а деякі навіть ступінь магістра до 19-річчя. Ця програма визнана найкращою в Ізраїлі. Її студенти досягають значних успіхів у національних і міжнародних математичних змаганнях.

Існують й інші програми для обдарованих учнів, якими опікується «Центр вчених майбутнього»: «Альфа», «Одіссея» [8]. Усі такі програми переслідують три цілі:

- розвиток математичних здібностей і якості математичного мислення, розширюючи можливості талановитих студентів;
- збагачення математичних знань у різних аспектах, які виходять за межі вивченого матеріалу в рамках формальної освіти;
- залучення талановитих учнів до передової ізраїльської академічної спільноти.

Програма «Альфа» передбачає знайомство школярів з науковими дослідженнями на високому рівні, здобуття навичок для самостійної роботи в науковій сфері та спільної роботи в команді. Для тих, хто закінчив 8-й клас, програма включає три роки, а для випускників 9-х класів — два роки. У програмі беруть участь Єврейський університет у Єрусалимі, Тель-Авівський університет, Університет Бар-Ілан, Техніон у Хайфі, Інститут Вейцмана у Рехоботі, Університет Бен-Гуріон у Беер-Шеві та Аріельський університет у Самарії.

«Одіссея» – програма для юних талантів у сфері науки та технологій. Вона покликана підготувати нове покоління вчених та винахідників, наділених креативним мисленням та неординарним складом розуму. Програма розрахована на 4 роки (з 9-го по 12-й клас). Її учасники навчаються за академічною програмою у сфері точних наук, ведуть роботу у науково-дослідних лабораторіях та набувають досвіду у вирішенні нетривіальних завдань. Участь у програмі дає академічні бали. У програмі задіяні Єврейський університет у Єрусалимі, Тель-Авівський університет, Техніон у Хайфі, Університет Бен-Гуріон у Беер-Шеві та академічний коледж Тель-Хай.

Подати заявку на участь у програмах можуть учні 8-их і 9-их класів з усієї країни, але, щоб потрапити в них, потрібно пройти конкурсний відбір.

Завдання, які пропонуються у вступних тестах на програму «Одіссея», мають наступні розділи [9]:

- «Вербальне мислення», до якого входять «Аналогії», «Питання щодо розуміння висновків», «Питання до уривку для читання тексту»;
- «Кількісне мислення», що містить завдання з вербальної алгебри, «Невербальної алгебри», завдання з геометрії, запитання для висновків за схемою, які складаються з 2 частин – запитання і проблеми та висновки за діаграмами;
- «Форми», що складається з наступних частин: «Серії», «Зв'язки між фігурами», «Піраміди».

Цікавими є завдання на встановлення аналогій. Формулюються вони наступним чином:

✓ Кожне запитання має пару виділених слів. Знайдіть зв'язок між значеннями цих двох слів і виберіть із запропонованих нижче пар ту, зв'язок між якими найбільше схожий на знайдений вами зв'язок.

**Мідь: метал**

(1) Двигун: легковик

(2) Меблі: дерево

(3) Ручка: олівець

(4) Перець: пряність.

Не менш цікаві завдання щодо розуміння висновків. У цій частині перевіряється здатність читати та розуміти складну інформацію, робити з неї обґрунтовані висновки. Учням потрібно зрозуміти логіку, внутрішні аргументи, правила та застосовувати їх, а також порівнювати різні ідеї та ситуації. Вони повинні зрозуміти тексти, взяті з різних джерел: статей, підручників і наукових журналів, популярних видань, способи вираження в різноманітних стилях.

Для прикладу розглянемо наступне завдання:

✓ Прочитайте текст і виберіть твердження, яке, на вашу думку, є істинним.

Чарльз Лідбітер: «Персональний комп'ютер, який я використовую для написання цього есе, складається приблизно з такої ж кількості пластику, золота, кремнію, міді та інших металів, які були в комп'ютері, яким я користувався п'ять років тому. Вага та форма обох пристроїв досить схожі, але потужність мого нинішнього комп'ютера у двадцять разів сильніша від свого попередника. Ця різниця походить від людського інтелекту, який використовує матеріали таким чином, що з них можна мати набагато більше користі. Це історія економічного зростання в наш час». За словами Лідбітера, що таке «історія економічного зростання в наш час»?

(1)Раціональніше використання людиною доступних їй ресурсів збільшує їх результативність;

(2)Постійний розвиток нових технологій дозволяє виготовляти різноманітніші матеріали;

(3)Розроблений людиною персональний комп'ютер дозволяє виконувати обчислення з більшою швидкістю та потужністю, ніж будь-коли раніше;

(4)Удосконалення людського інтелекту в наш час прискорює економічне зростання.

У розділі «Кількісне мислення» до завдань вербальної алгебри віднесені різні текстові задачі. До прикладу:

1. Водій їхав з Хайфи в Ейлат за певний проміжок часу. Третину шляху він пройшов зі швидкістю 75 км/год, п'яту частину решти — за годину, а решту шляху — зі швидкістю 80 км/год. Відстань між Хайфою та Ейлатом становить 450 км. Якою повинна була б бути постійна швидкість, щоб водій доїхав до Ейлата за такий же час?

(1) 70 км/год (2) 75 км/год (3) 80 км/год (4) 90 км/год

2. На 10-й день свого життя Філон з'їв 5 цукерок. З цього дня його апетит зріс, і кожен день він з'їдав вдвічі більше цукерок, ніж попереднього дня. Скільки цукерок з'їв Філон на 14-й день свого життя?

(1) 40 (2) 80 (3) 100 (4) 120

3. Під час бізнес-трапези в певному ресторані ви можете вибрати одну з 3 різних перших страв і одну з 4 основних страв мережі. Окрім першої та основної страви, ви можете вибрати між супом та десертом. Скільки різних варіантів бізнес-трапези з 3-х страв можна зібрати в цьому ресторані?

(1) 12 (2) 14 (3) 18 (4) 24

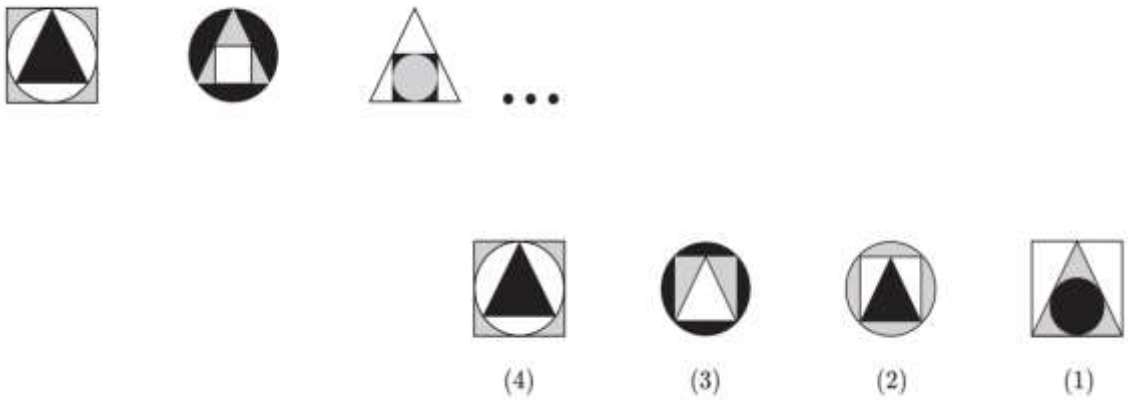
Щодо завдань невербальної алгебри, то вони мають нетривіальні формулювання. До прикладу:

Для кожних двох чисел a і b операція $ була визначена таким чином:

$ $(a,b)=a\cdot(a+b)$, тоді $\$(\$(0,2),1)=?$

(1) 12 (2) 10 (3) 20 (4) 4

Досить оригінальними є завдання з розділу «Форми», зокрема у частині «Серії» учням пропонується продовжити ряд фігур, які утворюють серію зліва направо, і вибрати відповідно серед запропонованих відповідей ту форму, яка найкращим чином продовжує ряд.




Під час проходження випробування кандидати на участь у програмі мають продемонструвати інтелектуальні здібності, здатність до самостійного навчання, творче мислення, мотивацію та наполегливість, а також допитливість і бажання здобувати знання та брати участь у наукових дослідженнях. Учасники в майбутньому повинні будуть брати активну участь у програмі і йти в ногу з нею паралельно з навчанням в середній школі, відвідувати семінари і літні табори під час шкільних канікул [8].

Окремим аспектом роботи з обдарованою молоддю є проведення математичних олімпіад. Нині є кілька осередків, які займаються організацією математичних змагань в Ізраїлі:

- Всеізраїльський педагогічний центр «Мапат» – організатор всеізраїльської математичної олімпіади, яка з 2000 р. щорічно проходила за підтримки компанії «Orange». До 2010 р. року ця олімпіада проводилася в оригінальному сімейному форматі. У змаганнях могла брати участь дитина разом з одним із членів своєї родини. Перші два відбіркових тури – заочні (через Інтернет), заключний тур, як правило, проводився у школі Шевах Мофет. При цьому батьки і діти отримували різні завдання і розв’язували їх окремо. Потім відбувався фінал. У фіналі змагалися пари – дитина і дорослий член родини. Згодом формат олімпіади змінився: олімпіада для юних математиків проводиться у три тури – перші два дистанційно, третій тур (фінал) проходить очно у школі Шевах Мофет. Олімпіада із загальних знань для всієї родини проходить дистанційно [10].
- Центр учених майбутнього (центр розвитку талановитих і обдарованих майбутніх вчених, який був заснований Фондом Маймоніда з метою надання обдарованим учням і студентам можливостей для реалізації свого унікального таланту) – організатор відборів і підготовки школярів до міжнародних математичних олімпіад [8].
- Ізраїльський технологічний інститут «Техніон» – організатор математичної олімпіади імені проф. Гросмана, однієї з найстаріших в Ізраїлі (проводиться з 1960 р.). Переможці цієї олімпіади отримують грошові призи, а також часткову (або повну) оплату навчання в «Техніоні» у Хайфі.
- Науково-дослідний інститут імені Вайцмана – організатор математичної олімпіади імені проф. Гіліса. Брати участь у ній можуть школярі будь-якого віку (до 18 років), але фактично це учні 9–12 класів. Олімпіада передбачає грошові призи, а також часткову (або повну) оплату навчання в одному із престижних закладів вищої освіти Ізраїлю. Переможці також отримують запрошення до збірної Ізраїлю для участі у міжнародних математичних змаганнях.
- Молодші школярі зазвичай випробовують свої сили в олімпіаді «Зута», що проводиться також Інститутом Вайцмана. У цій олімпіаді два тури. Перший - заочний, триває приблизно місяць і відбувається наприкінці листопада. У другий тур проходять ті, хто успішно вирішив завдання першого туру. Він проводиться зазвичай

навесні в очній формі (безпосередньо в Інституті ім. Вайцмана). Олімпіада передбачає грошові та інші призи для переможців.

Таким чином математичні змагання у системі позашкільної освіти допомагають педагогам та батькам включити потужний стимул мети навчання школяра. Олімпіади в Ізраїлі давно довели свою ефективність у пропаганді математичних знань серед молоді [10].

**Висновки та перспективи подальших наукових розвідок.** Отже, культурно-демографічні особливості розвитку сучасного ізраїльського суспільства в історичній ретроспективі дали можливість розвивати в педагогічній практиці єврейського народу розгалужену систему неформальної освіти, яка, за оцінками експертів, нині є передовою у світі й охоплює всі аспекти надання освітніх послуг. Усе вищезазначене відображено й у визначеннях поняття «неформальна освіта», репрезентованих у сучасній фаховій педагогічній і психологічній літературі Держави Ізраїль. У позашкільній неформальній освіті розроблено низку програм, які довели свою ефективність, зокрема й для роботи зі здібними до математики учнями.

До перспективних досліджень у зазначеній галузі можна віднести питання кореляції та взаємодії формального й неформального компонентів освіти в Державі Ізраїль і шляхи використання цього досвіду для задоволення потреб сучасної системи освіти України.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES


1. Israel's Education Ministry Updates Math Program in Schools for the First Time in 30 Years. Retrieved from: https://www.haaretz.com/israel-news/2022-08-01/ty-article/.premium/israels-education-ministry-updates-math-program-in-schools-for-the-first-time-in-30-years/00000182-55e3-d7de-a3c7-77f3b5920000.
2. Закон Держави Ізраїль «Про освіту». (2020). Режим доступу: https://www.gov.il/he/departments/news/edu-law. (Law of Israel «About education». (2020). Retrieved from: https://www.gov.il/he/departments/news/edu-law).
3. Кіпніс, М. (2015). Песах і неформальна освіта в Ізраїлі. Ізраїль для вас. Режим доступу: http://il4u.org.il/blog/aboutisrael/israel-today/pesax-i-neformalnoe-obrazovanie-v-izraile. (Kipnis, M. (2015). Passover and informal education in Israel. Israel is for you. Retrieved from: http://il4u.org.il/blog/aboutisrael/israel-today/pesax-i-neformalnoe-obrazovanie-v-izraile).
4. Рейхель, Н. (2009). Поняття неформальної освіти. Махон мофет, 37, 5–9 (Reichel, N. (2009). Concept of non-formal education. Mahon Moffet, 37, 5–9).
5. Dreyfus, T., Kouropatov, A., Ron, G. (2021). Research as a resource in a high-school calculus curriculum. ZDM Mathematics Education, 53, 679–693. Retrieved from: https://doi.org/10.1007/s11858-021-01236-3.
6. David, H. (2019). Teaching Mathematically Gifted Students in Israel: The State of the Art. Journal for the Education of Gifted Young Scientists, 7, 57–69. Retrieved from: http://dx.doi.org/10.17478/jegys.466451.
7. Воєвода, А. Л., Панасенко, О. Б. (2023). Сучасні тенденції розвитку математичної освіти Ізраїлю. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми, 52, 254–258. Режим доступу: https://vspu.net/sit/index.php/sit/article/view/5539. (Voivode, A. L., Panasenko, O. B. (2023) Contemporary trends in the development of mathematics education in Israel. Modern information technologies and innovative teaching methods in training specialists: methodology, theory, experience, problems, 52, 254–25. Retrieved from https://vspu.net/sit/index.php/sit/article/view/5539).
8. Центр учених майбутнього (мовою іврит). Режим доступу: http://madan.org.il/en/tags/centr-uchenyh-budushchego. (Center of scientists of the future. Retrieved from: http://madan.org.il/en/tags/centr-uchenyh-budushchego).
9. Тест майбутніх науковців. Приклади та пояснення. Режим доступу: https://www.madaney.net/_files/ugd/515f54_fb77e1c59612475fa208572ec47fbcfe.pdf (Test

of future scientists. Examples and explanations. Retrieved from: https://www.madaney.net/_files/ugd/515f54_fb77e1c59612475fa208572ec47fbcfe.pdf).
10. Самовол, П., Браверман, (2010). Ізраїльські математичні олімпіади. Режим доступу: https://tym.in.ua/wp-content/uploads/2017/08/Samovol-1.pdf. (Samovol P., Braverman (2010) Israeli Mathematical Olympiads. Retrieved from https://tym.in.ua/wp-content/uploads/2017/08/Samovol-1.pdf).

**Voievoda A. An analysis of programmes for working with mathematically talented students in out-of-school education in Israel.**

***Summary.*** *The purpose of the article is to analyse programmes for working with mathematically capable students in out-of-school education in Israel, and to highlight current trends in the development of non-formal mathematics education in Israel.*

*The article presents the results of the analysis of current trends in the development of non-formal education in Israel. The facts presented in the study show that Israel has an original system of non-formal education that differs from the Ukrainian one both in content and in approaches to its organisation. The study carried out a thorough analysis of programmes for working with gifted youth (in particular, the Beno Arbel, Alpha and Odyssey programmes), and considered the peculiarities of working with students with mathematical abilities. It is established that the education system in Israel is aimed at identifying and encouraging the individual abilities of talented young people, and these programmes pursue three goals: development of mathematical abilities and the quality of mathematical thinking, expanding the opportunities of talented students; enrichment of mathematical knowledge in various aspects that go beyond the material studied in formal education; and involvement of talented students in the advanced Israeli academic community.*

*It is concluded that there are certain features of the Israeli non-formal education system that should be considered in order to use their individual principles in the Ukrainian reality. Several programmes have been developed in out-of-school non-formal education and have been proven to be effective, in particular, for working with students with mathematical abilities.*

***Key words:*** *out-of-school education; non-formal education, Israel, mathematics programmes; work with mathematically talented students.*

**УДК 378.147-057.875:57**
**DOI 10.5281/zenodo.10245930**

**Н. В. Граматик**
ORCID ID 0000-0002-0374-6954
Ізмаїльський державний гуманітарний університет

# ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТІ З БІОЛОГІЇ МАЙБУТНІХ БАКАЛАВРІВ ПРИРОДНИЧИХ НАУК: СИСТЕМА КОНСТРУКТИВНИХ МЕТОДОЛОГІЧНИХ ПІДХОДІВ

*Концепція Нової української школи висуває нові вимоги до професійної підготовки сучасного вчителя, зокрема щодо якості та спектру його компетентностей. Адже саме здатність швидко реагувати на зміни, бути готовим до запровадження інноваційних методик навчання і виховання, врешті-решт і визначає його особистісно-професійну дотичність до реформи Нової української школи, повноцінне виконання ролі вирішального чинника успішності реалізації концепції парадигмальних змін вищої педагогічної освіти. З огляду на зазначене, на часі визначеність у тих методологічних орієнтирах, котрі забезпечують успішність становлення вчителя Нової української школи в умовах закладу вищої освіти – основного етапу формування педагога, на якого чекає український соціум й дитяча спільнота.*

*Сучасна освітня практика конструктивної реалізації ідей інтеграції змісту шкільної природничо-наукової освіти та переорієнтацію її на компетентнісну модель довела*

*перспективність саме такого підходу. До того ж фундаментальна природнича освіта є одним з основних чинників розвитку особистості, а набута природничо-наукова компетентність – обов'язковий складник загальної культури індивіда та ресурс розвитку його творчого потенціалу. Так, біологічний компонент сучасної природничої освіти спрямований не лише на забезпечення цілісності фундаментальних знань, а перш за все на реалізацію творчо-діяльнісного існування людини в навколишньому світу. Крім того, біологічна складова природничої підготовки безпосередньо впливає на формування наукового стилю мислення як передумови соціально-культурне самовизначення суб´єкта пізнання.*

*У цьому контексті стає очевидною необхідність підвищення рівня предметної компетентності з біології майбутніх бакалаврів природничих наук, адже вони мають бути готовими до роботи в умовах Нової української школи – сучасної платформи освіти.*

*Відтак, стрижнем професійної підготовки майбутніх бакалаврів природничих наук постають якісно нові методологічні підходи формування предметно-фахових компетентностей, зокрема з біології. Зміщення акцентів вищої професійної освіти на становлення компетентнісного і конкурентоздатного фахівця виступає важливим критерієм якісної підготовки майбутнього вчителя природничих наук.*

***Ключові слова:*** *Нова українська школа, майбутні бакалаври природничих наук, компетентність з біології, методологічні підходи професійної підготовки.*

**Постановка проблеми.** Концептуальні засади реформи освіти в Україні відображають її спрямування на утвердження національних пріоритетів у процесі інтеграції до європейського освітнього простору.

Педагогічна освіта у світлі реформ та викликів сьогодення зумовлює оновлення вимог до особистості вчителя, його компетентностей, якісної предметної педагогічної діяльності. А це кардинально змінює орієнтири й методологічні засади професійної підготовки майбутнього фахівця Нової української школи. Адже Концепція реформування шкільної природничої освіти детермінує розвиток предметних компетентностей майбутнього вчителя природничих наук, як складові професійної підготовки.

Принагідно відмітимо, що своєрідність професійної діяльності вчителя природничих наук в умовах Нової української школи полягає у реалізації інтегрованого підходу до проєктування освітньої діяльності з вивчення навчальних предметів (інтегрований курс «Пізнаємо природу», «Фізика» «Хімія», «Біологія»,) в основній та (інтегрований курс «Природничі науки») в старшій школі закладу загальної середньої освіти. Відповідно, базовими змістовими компонентами професійної підготовки майбутніх бакалаврів природничих наук є набуття предметних компетенцій у царині природничих наук, імплементація яких сприятиме синергетичному розвитку не лише педагогічних, а й природничих наук у системі фахової підготовки.

Система знань про природу як багатоаспектне явище, інтерпретується через контекстність міжпредметних зв’язків, що відбуваються в науці та житті суспільства. Це визначає їх провідне місце як невід’ємної складової загальної культури людства. Зокрема, предметні компетентності майбутніх бакалаврів природничих наук як складові професійної і життєвої компетентності, характеризує здатність і готовність розв’язувати соціально-педагогічні та особистісно значущі завдання, що базуються на знаннях, уміннях, ціннісних орієнтаціях, досвіді та особистісному ставленні до змісту і предмету діяльності.

У системі професійної підготовки майбутніх бакалаврів природничих наук компетентності з біології відводиться чільне місце. Перш за все, через те, що саме вона є основою для засвоєння знань про закономірності природи та подальшого опанування дисциплін теоретичної та практичної підготовки майбутніх учителів. Крім того, йдеться й про її значний вплив на формування професійних якостей майбутнього фахівця та рівень його конкурентоздатності на ринку освітніх послуг.

З огляду на це, методологічний підхід до професійної підготовки майбутніх бакалаврів природничих наук має враховувати як особливості процесу формування

предметних компетентностей, зокрема біологічної, так і процесу навчання фахівця з погляду соціальної та педагогічної сфери діяльності.

Отже, перехід до компетентнісної педагогічної освіти передбачає не лише трансформацію структури і функцій багатокомпонентних фахових знань, а й зумовлює актуалізацію методологічних підходів предметної підготовки майбутніх бакалаврів природничих наук, що забезпечить успішність їх практико-прикладної діяльності.

**Аналіз актуальних досліджень.** Теоретичним підґрунтям дослідження стали наукові ідеї, представлені в працях Н. Бібік, О. Біляковської, В. Кременя, О. Локшиної, В. Лугового, О. Овчарук, Н. Онищенко, О. Пєхоти, О. Пометун, В. Радула, О. Савченко, О. Семеног, О. Сисоєвої та інших. У ракурсі сучасних вимог до професійної підготовки майбутніх учителів актуальність проблеми представлена в фундаментальних дослідженнях І. Андрощук, М. Гриньової, Т. Калюжної, А. Кузьмінського, В. Кузь, О. Кучай, Н. Ничкало, О. Огієнко, Л. Хомич, Л. Хоружої та інших. Не обділені увагою дослідників різні аспекти підготовки майбутніх учителів саме природничих дисциплін (М. Бирка, Л. Васильченко, Н. Грицай, Т. Засєкіна, А. Степанюк, М. Тишковець та ін.).

Якщо ж намагатися окреслити специфіку біологічної підготовки майбутнього фахівця природничої освітньої галузі, то це уможливлюється в результаті аналізу насамперед наукового доробку Л. Барни, О. Воробйова, В. Оніпко, Н. Казанішеної, І. Кореневої, Р. Романюк, В. Танської, Ю. Шапрана, А Шкуропат та інших. У той же час, аналіз джерельної бази засвідчує наявність цілком природного і підвищеного інтересу науковців до проблематики методологічних орієнтирів щодо моделювання професійної підготовки майбутніх освітян (І. Бех, С. Вітвицька, С. Гончаренко, О. Глузман, Н. Гузій, О. Дубасенюк, Ю. Завалевський, І. Зязюн, В. Лозова, С. Паламар, Л. Рибалко, Т. Сорочан, І. Якиманська, О. Ярошенко та ін.). Проте, методологічну основу професійного розвитку майбутніх учителів природничих наук сучасні вчені розглядають досить різноаспектно.

Зокрема, методологію розвитку складових професійної компетентності майбутнього вчителя біологічних дисциплін представлено в наукових працях Л. Васильченко, С. Вовк, О. Волошиної, Н. Грицай, Т. Коршевнюк, Т. Логвіної-Бик, Н. Матяш, Л. Міронець, Т. Мостіпаки, А. Степанюк (формування методичної компетентності); А. Гури, К. Мазаєва, І. Шевченко, І. Шмиголя, А. Шкуропат (розвиток ключових компетентностей як передумови професіоналізму та конкурентоздатності); С. Рудишина, І. Кореневої, М. Хроленко, С. Совгіри, В. Танської (формування екологічної компетентності); Л. Горшкової, Н. Москалюк, В. Перерва, О. Пташенчук (формування дослідницько-практичної компетентності студентів); С. Толочко, Г. Турчинової (формування іншомовної компетентності) тощо.

Аналітичний огляд фундаментальних педагогічних досліджень засвідчує, що ще й досі зберігає науковий інтерес феноменологія професійної підготовки майбутнього вчителя природничих дисциплін. Так, активного вивчення у науковому дискурсі набула проблема методологічних підходів до формування методичної компетентності майбутнього фахівця природничої освітньої галузі. Водночас, специфіка формування ключових аспектів предметної компетентності здебільшого осмислено в працях присвячених підготовці майбутніх учителів фізики, хімії, географії. Отже, дослідження методологічних підходів формування саме компетентності з біології майбутніх бакалаврів природничих наук все ще залишається позауваги дослідників.

**Мета статті** полягає у проведені наукового дискурсу, в результаті якого здійснити обґрунтування тих методологічних підходів, реалізація яких у системі є необхідною і достатньою для успішного формування компетентності з біології майбутніх бакалаврів природничих наук.

**Виклад основного матеріалу.** Формування компетентності з біології майбутніх бакалаврів природничих наук в умовах закладу вищої освіти ми розглядаємо як цілісний процес, який відображає особливості сфери професійної діяльності та готовності застосовувати на практиці біологічні знання й інтегрувати їх у систему природничо-наукового світогляду учнів основної школи.

Враховуючи новітні тенденції трансформації шкільної природничої освіти, принципово важливим стає формулювання дієвих методологічних підходів формування предметних компетентностей, зокрема біологічної, у процесі професійного становлення майбутнього вчителя природничих наук.

Щодо сучасного тлумачення поняття «предметна компетентність», то цю наукову категорію здебільшого інтерпретують як сукупність знань, умінь та навичок у межах предмета, що дозволяє особистості виконувати певні дії через власне ставлення. Водночас, вищезазначений конструкт у Державному стандарті базової середньої освіти (2020) набуває певної конкретизації, а саме: набуття учнями у процесі навчання досвіду специфічної для певного предмета діяльності, пов'язаної із засвоєнням, розумінням і застосуванням нових знань, а також виявлення особистісного ставлення до предмета діяльності.

Послуговуючись аналізом теоретично-методичних робіт (С. Генкал, І. Родигіна, О. Топузов та ін.), цілковито очевидно, що предметна компетентність майбутніх бакалаврів природничих наук з біології спрямована на оволодіння понятійно-термінологічного апарату як складника біологічного знання, що динамічно розвивається, закономірності перебігу природних явищ, наукового стилю мислення, здатності застосовувати інтелектуальні та особистісні якості необхідні для успішного розв'язання професійних завдань [2].

Отож, стратегія успішної предметної підготовки майбутніх бакалаврів природничих наук лежить у площині забезпечення не лише теоретичного пізнання, а й водночас здатності до практичного перетворення педагогічної дійсності на методологічних засадах.

З огляду на вищезазначене, та взявши до уваги структурно-компонентний склад поняття «предметна компетентність», педагогічно доцільно площину методологічних орієнтирів дослідження системи формування компетентності з біології майбутніх бакалаврів природничих наук вбачати у конструктивності провідних положень системно-інтеграційного, аксіологічного та суб'єктно-діяльнісного наукових підходів.

Результати наукового дискурсу та саморефлексія досвіду переконують у вмотивованості розглядати обрану нами триєдність методологічних підходів, як той каркас, що спроможе забезпечити комплексний характер дослідницької позиції щодо об'єкту та предмету нашого наукового пошуку. До зазначеного додамо: принципово важливим доцільно вважати наукове осмислення будь-якого педагогічного явища за виміром «системи».

Студіювання науково-методичних джерел з означеної проблеми дає підстави зазначити, що поняття «система» належить до числа універсальних дефініцій, яке доволі часто вживається в різних контекстах. Зокрема, у педагогічній лексиці поняття «система» вживається у множині різних смислових варіацій «система навчання», «система виховання», «педагогічна система».

Так, транскрипція цього поняття (грецького σύστημα – ціле, що складається з частин) означає сукупність елементів, які пов'язані між собою взаємним зв'язком частин чого не будь і обумовлюють цілісність [5]. У філософському аспекті поняття «система» репрезентує цілісну структуру, що становить єдність взаємодіючих компонентів. При цьому природа компонентів і характер структури системи є найрізноманітніші [14, с. 583].

Отже, урахування генезису окресленої дефініції дає підстави розуміти освітній процес як цілісну систему, інтегралом якої є оволодіння сучасного наукового знання. До того ж, сутність методологічного аспекту у визначенні поняття «система» полягала у фокусуванні саме на розумінні «педагогічної системи» як упорядкованого алгоритму управління педагогічним процесом професійної підготовки майбутніх бакалаврів природничих наук.

Так, у філософському енциклопедичному словнику НАН України категорія «педагогічна система» характеризується сукупністю засобів і методів управління педагогічним процесом націленим на якісне перетворення майбутніх фахівців. Перш за все, це обумовлено тим, що педагогічна система складається з діалектичної суми взаємозалежних процесів, зокрема дидактичного і виховного [14, с. 583].

В аспекті дослідження, важливими є наукові роботи О. Дубасенюк, О. Семеног, Р. Андертона, М. Нейла, Н. Якса щодо важливості бачення цілісності та підпорядкованості усіх

частин складної системи професійної підготовки здобувачів вищої освіти загальній меті. Зокрема М. Гриньова у педагогічній систематології вбачає особливе підґрунтя, що дозволяє цілісно формувати професійні компетентності майбутнього фахівця [9]. Суголосною є й думка В. Ковальчук, яка розглядає педагогічну систему як сукупність концептуальних способів, принципів, прийомів розгляду освітнього процесу [8]. Наукову цінність системного підходу О. Дубасенюк визначає його значенням для аналізу професійної підготовки майбутнього вчителя, який включає множини взаємопов'язаних елементів світоглядного рівня [5].

Маємо зауважити, що саме системний підхід дає змогу розглядати проблему професійної підготовки з урахуванням різноманітних чинників, що впливають на нього як на педагогічне явище. Чи не найпоширенішими у цьому відношенні є дослідницька позиція представників вітчизняної наукової спільноти (Н. Гузій, А. Кузьмінський, Н. Ничкало, Л. Хомич та ін.). Зокрема йдеться про визначення науковцями сутності професійної підготовки майбутнього педагога, ототожнюючи поняття «педагогічний процес» із поняттям «педагогічна система професійної підготовки вчителя»,

Правомірно припустити, що сутність системного підходу до професійної підготовки майбутнього бакалавра природничих наук полягає в тому, що такі відносно самостійні компоненти, як особистість суб'єкта пізнання та процес його саморозвитку має розглядатися в їхньому взаємозв'язку та динаміці. До того ж, педагогічна система утворює своєрідний простір формування інтелектуально-творчої особистості майбутнього педагога характеризується наявністю структурних та функціональних компонентів, спрямованих на розкриття цілісності педагогічних об'єктів, виявлення в них різноманітних типів зв'язку та зведення їх у єдину теоретичну картину. А це, насамперед, є важливою умовою протистояння стихійності, суб'єктивізму й запорукою послідовності та сталості процесу наукового пізнання.

Крім того, особливість системного підходу в контексті нашого дослідження полягає ще й в тому, що він дає змогу конкретизувати проблему наукового пошуку, визначити її компоненти, конкретизувати завдання і водночас зберегти цілісність дослідження. Варто зауважити, що педагогічна система тісно пов'язана із синергетикою – міждисциплінарною галуззю наукових знань, яка вивчає процеси самоорганізації та впорядкування у відкритих складних системах різної природи.

У межах вищерозглянутих загальних наукових уявлень про системи взагалі й педагогічні зокрема, схарактеризуємо системний підхід у контексті формування компетентності з біології майбутніх бакалаврів природничих наук.

Так, нами розумілось, що при створенні педагогічної системи, принципово важливо виходити із наступних положень: по-перше, основою створення нашої педагогічної системи є вихідні суспільні передумови (реформа НУШ) і тенденції сучасного розвитку системи освіти загалом та шкільної природничої зокрема; по-друге, основоположним методологічним напрямом професійної підготовки здобувачів вищої освіти обираємо системно-інтегрований підхід – як основу результативного формування предметних компетентностей особистості майбутнього бакалавра природничих наук; по-третє, у педагогічній системі формування компетентності з біології майбутніх бакалаврів природничих наук мають бути компоненти, певна структура, мета, функції, які обумовлені певною логікою цього процесу та відповідають певним критеріям.

Тобто вивчення педагогічних закономірностей професійної підготовки майбутніх бакалаврів природничих наук відбувається на основі розроблення цілісної інтегративної моделі, що включає системи об'єктів з різноманітними функціями, елементи, компоненти, їхні зв'язки й відношення, своєрідні системоутворювальні чинники й провідні умови функціонування педагогічної системи у статичному й динамічному аспектах. Де залучення компонентів системи, сприятиме одержанню інтегрованого загального результату.

З огляду на реалії сьогодення система формування компетентності з біології майбутніх бакалаврів природничих наук об'єднує принаймні дві підсистеми, а саме: «освітній процес закладу вищої освіти» і «освітньо-професійну діяльність майбутнього бакалавра природничих наук».

Передусім підкреслимо, що педагогічна система формування компетентності з біології майбутніх бакалаврів природничих наук, як і будь-яка освітня система, націлена на забезпечення глибини знань і високий рівень свідомості здобувача освіти щодо опанування навчального матеріалу. Така вимога, перш за все, повинна реалізовуватись через інтеграцію змісту, при відборі та структуруванні якого застосовуватимуться міжпредметні зв'язки. При цьому, інтегроване навчання ґрунтується на комплексному підході, за якого освітній процес стає своєрідною матрицею й частиною загальної картини світу, що забезпечуватиме відповідний рівень опанування майбутніми вчителями компетентності з біології.

Крім того, застосування на системному рівні науково обґрунтованих інтегрованих знань, що відображають об'єктивний процес постійної інтелектуалізації навчально-пізнавальної діяльності студентів, дає можливість уникнути орієнтацію розвитку особистості на вузько прагматичні цілі й результати професійної діяльності.

Наступним важливим компонентом педагогічної системи формування компетентності з біології майбутніх бакалаврів природничих наук педагогічно доцільно розглядати ті технології, які передбачають інтеграцію синергетичного, аксіологічного і системного підходів, з акцентуванням на особистісне ціннісно-смислове набуття фахових знань, умінь і навичок.

Так, у контексті синергетичного підходу припускається, що підготовленість майбутнього бакалавра природничих наук до предметної діяльності спроможна, як своєрідна «педагогічна система», до самоорганізації та набуття ознак саморозвитку. Відтак, синергетичний підхід дозволяє, з одного боку акцентувати увагу на таку ознаку педагогічної системи як її «відкритість», а з іншого – визначити вагу визначеної сукупності тих педагогічних умов, за яких простежується саме позитивна динаміка новоутворень особистості майбутнього фахівця. Впровадження аксіологічного підходу – своєрідної педагогічної стратегії – обумовлено необхідністю формування професійно-ціннісних орієнтацій майбутнього бакалавра природничих наук. При чому ціннісне наповнення педагогічної системи формування компетентності з біології майбутніх бакалаврів природничих наук відбувається як через змістові, так і процесуальні характеристики викладання навчальних дисциплін природничої галузі.

Доведено (І. Бех, І. Зязюн, В. Огнев'юк, О. Савченко та ін.), що інтеграція аксіологічного підходу в педагогічну систему професійної підготовки майбутнього фахівця якраз і дає змогу створити сприятливі умови для розвитку ціннісних ставлень особистості, які виходять «за межі» заданої даності.

Ми поділяємо думку Т. Варенко, що педагогічна освіта має бути спрямована не лише на формування фундаментальних і фахових знань майбутніх учителів, але й разом з тим вчити їх гуманізувати життя вихованців, змінюючи його відповідно до законів краси та соціально-значущих ціннісних орієнтирів [1, с. 164]. У світлі цього, аксіологічно орієнтована педагогічна система формування компетентності з біології майбутніх бакалаврів природничих наук, каталізує необхідність організації підготовки фахівців принципово нової генерації, а саме, особистостей, головними визначальними характеристиками яких мають стати особистісні здатності, а не спеціальні знання, уміння і навички. Зокрема, майбутній бакалавр природничих наук повинен бачити в своїй спеціалізації не лише технічний, але й людський сенс, місце і роль предметної діяльності в рамках суспільного цілого. Отже, відпрацьована система наявних особистісних і суто професійних цінностей майбутніх бакалаврів природничих наук, зумовлюють характер організованої ним педагогічної взаємодії зі школярами.

Отже, потенціал системного підходу важко переоцінити, адже він сприяє, розкриттю сутності механізму формування компетентності з біології майбутніх бакалаврів природничих наук у процесі освітньої, самостійної, та науково-дослідної діяльності студентів. За судженнями Л. Петришин, системний підхід до професійної підготовки майбутніх педагогів включає систематизацію зв'язків між усіма освітніми компонентами, що викладаються, а також змісту навчання, засобів і способів комунікації всіх учасників освітнього процесу [10, с. 149]. При цьому ми припускаємо, що системний підхід зобов'язує брати до уваги не

лише динамічні, а й статистичні характеристики підготовки здобувачів освітнього ступеня «бакалавр», що дозволить поглибити наукові уявлення про феноменологію формування компетентності з біології майбутніх бакалаврів природничих наук.

Як слушно зауважує О. Дубасенюк, сучасна система професійної підготовки майбутнього вчителя, з урахуванням компетентністного підходу, може бути представлена низкою підсистем, а саме: загальнопедагогічною, практико-орієнтованою, науково-дослідною, які в цілому спрямовані на становлення креативної особистості «вчителя-дослідника» [5, с. 19].

Отже, осмислення окреслених методологічних підходів як орієнтир щодо змістового наповнення технологічного компоненту структури педагогічної системи формування компетентності з біології майбутніх бакалаврів природничих наук робить її максимально наближеною до практичної реалізації на основі чітко визначених етапів, умотивовано підібраних форм, методів, засобів зворотнього зв'язку з об'єктами і суб'єктами педагогічної взаємодії на кожному етапі.

Беззаперечно, невід'ємним компонентом педагогічної системи формування компетентності з біології майбутніх бакалаврів природничих наук має бути об'єкт педагогічного впливу – здобувачі вищої освіти та суб'єкти освітньо-виховного процесу – викладачі. Рефлексія у підсистемі «викладач-студент» спроможна відтворювати в середені себе інформаційні процеси та генерувати нові ідеї. Адже, як зауважує О. Диса, свідомість студента, його світогляд, поведінка є виявом не лише індивідуальних властивостей особистості, але й інтегральним продуктом впливу педагогічної системи, в яку він включений [4, с. 16]. До того ж окреслений нами такий компонент педагогічної системи як соціоприродне середовище, додає системі ознак відкритості та динамічності. А це, на нашу думку, постає провідним чинником інтенсифікації професійного та інтелектуального розвитку особистості майбутнього педагога.

Саме тому педагогічна система формування компетентності з біології майбутніх бакалаврів природничих наук передбачає багатоаспектність, відсутність жорстких фіксованих меж, її відкритість зовнішнім впливам.

Зосереджуємо увагу на педагогічному потенціалі суб'єктно-діяльнісного підходу у формуванні біологічної компетентності здобувачів вищої освіти, адже вбачаємо його в активній ролі внутрішніх передумов, котрі утворює особистість, по відношенню до оптимального визначення зовнішніх умов діяльності – навчальної, професійної.

Відмітимо, що у зв'язку із зазначеним особливий інтерес становить доробок І. Зязюна. У ракурсі суб'єктно-діяльнісного підходу вчений небезпідставно наголошує на важливості «переведення» змісту освіти у внутрішній світ особистості в контексті взаємовідношень учасників освітньої, зокрема й педагогічної дії [6, с. 15]. До того ж, ми врахували й дослідницьку позицію В. Ягупова щодо інтегральної мети сучасної системи освіти – становлення суб'єкта навчання, кінцевим результатом якого має бути його системна здатність вчитися упродовж усього життя [17, с. 32]. Відтак, з огляду на предмет нашої дослідницької уваги, суб'єктність майбутнього бакалавра природничих наук передбачає його «перетворення» із пасивної особистості в активну – ініціатора власних освітньо-пізнавальних дій і мотивованого учасника їх здійснення.

Поглибленню наукових уявлень про роль вищої школи у становленні суб'єктності майбутнього фахівця слугували праці науковців (В. Рибалка, С. Шехавцова). Тут ми віднаходимо психологічну позицію відносно того, що в центрі освітнього процесу знаходиться здобувач освіти як особа і суб'єкт ініціювання власної активності. Про суб'єктний вимір професійної підготовки наголошує й О. Капінус. На думку вченого, професійна суб'єктність – важлива інтегративна якість майбутнього фахівця, прояви якої визначаються специфікою професійно зумовлених завдань, характером професійної взаємодії та умовами професійного середовища, реалізується та розвивається за допомогою внутрішньо детермінованої активності щодо вирішення професійних завдань, професійного становлення, вдосконалення, розвитку і саморозвитку [7, с. 5].

Спираючись на вищезазначене та з огляду на предмет нашої дослідницької уваги, суб'єктність майбутнього бакалавра природничих наук передбачає впливовість розробленої педагогічної системи на його «перетворення» із пасивної особистості в активну, тобто особистість, здатну стати ініціатором власних освітньо-пізнавальних дій і мотивованого учасника їх здійснення. Так, згідно суб'єктно-діяльнісного підходу, майбутні бакалаври природничих наук в результаті включення в процес пізнавальної діяльності та інших видів усвідомленої активності набувають своєрідні властивості і якості самоорганізації, саморегуляції й саморефлексії, узгодження зовнішніх і внутрішніх умов координації всіх внутрішньоособистісних психічних процесів, станів з об'єктивними та суб'єктивними чинниками своєї активності й, зокрема, майбутньою професійною діяльністю.

Відтак, зближення у психологічних джерелах понять «суб'єкт» і «активність» визначило нашу дослідницьку позицію щодо методологічних орієнтирів розробки експериментальної педагогічної стратегії.

Існує позиція (М. Філоненко), що використання положень суб'єктно-діяльнісного підходу в системі вищої освіти має реалізовуватися через структурно-динамічну концепцію, сутність якої полягає в дослідженні процесу професійного становлення майбутнього фахівця на різних етапах його підготовки [15, с. 114]. Варто зауважити, що професіоналізація суб'єкта праці та його особистісне становлення нерозривно пов'язане з професійним самовизначенням, тобто самоствердженням.

Тому, дбаючи про позитивну динаміку розвитку досліджуваної особистісно-професійної якості, майбутні бакалаври природничих наук, сприймаються нами одночасно як суб'єкти освітньої та майбутньої педагогічної діяльності. При цьому ключовими конструктами, через які здобувач вищої освіти і розкривається як суб'єкт освітньої діяльності, постають такі: «суб'єктна активність», «суб'єктна позиція», «суб'єкт майбутньої предметно-професійної діяльності». Дослідники суб'єктно-діяльнісного підходу (Р. Торчевський) припускають, що реалізація зазначеного уможливлюється, зокрема шляхом послідовної індивідуалізації всього педагогічного процесу [12, с. 160].

Ці міркування вчених спрямували нашу дослідницьку увагу до конструкту суб'єктно-діяльнісного підходу в педагогічній системі формування компетентності з біології майбутніх учителів природничих наук. При цьому маємо підкреслити, що визначені О. Тракалюк [13, с. 272-273] провідні положення суб'єктно-діяльнісного підходу, значно розширюють наукове уявлення про те, яким чином особистість становиться суб'єктом діяльності. Інтерпретуємо означене у контексті нашого дослідження.

Перше положення стосується ціннісно-мотиваційної сфери розвитку фахової компетентності майбутніх бакалаврів природничих наук; йдеться про ідентифікацію себе як «суб'єкта майбутньої освітньо-професійної діяльності». Суб'єкт, керуючись певними цінностями, опановуючи дію в процесі розвитку фахової компетентності, перетворює її в особистісну.

Друге положення полягає у врахуванні доцільності невідмінного у стимулюванні через підтримку активного суб'єктного ставлення майбутніх бакалаврів у процесі опанування ними різновидів та форм професійно-педагогічної діяльності, що дозволяє здобувачеві вищої освіти цілеспрямовано перетворювати власні здібності у професійно важливі особистісні якості.

Третє положення пов'язане зі створенням суб'єктного контенту процесу розвитку професійної компетентності з біології майбутніх бакалаврів природничих наук; тобто врахування характеру зовнішніх умов, які можуть і гальмувати, і сприяти цьому процесу. Нам імпонує у цьому плані думка С. Шехавцової відносно того, що ефективна суб'єкт-суб'єктна педагогічна взаємодія між здобувачами і викладачем вищої школи передбачає наявність певних ознак, а саме:

- рівноправність та повага між учасниками освітньої взаємодії;
- визнання самостійної діяльності майбутніх фахівців як домінантної в процесі професійної підготовки;

– усвідомлення здобувачами вищої освіти себе як ключових осіб освітньо-виховного процесу;
– організація професійно-орієнтованого процесу, спрямованого на набуття майбутніми фахівцями суб'єктивного досвіду, простору самореалізації творчих здібностей [16, 2016].

Саме така суб'єкт-суб'єктна взаємодія передбачає взаємний вплив учасників освітнього процесу вищої школи, що відкриває широкі можливості розвитку не лише фахових компетентностей майбутніх бакалаврів природничих наук, але й реалізувати власну програму саморозвитку і самовдосконалення.

Четверте положення стосується здатності майбутніх бакалаврів природничих наук «розуміти» власні дії, бути стратегом діяльності, усвідомлювати мотиви, самостійно вибудовувати дії, здійснювати саморефлексію, коригувати цілі, проєктувати особистісно-професійну траєкторію. За таких умов, розвиток компетентності з біології майбутніх бакалаврів природничих наук, як фахової, відбувається поступово під впливом різноманітних суб'єктивних і об'єктивних обставин, організаційних і суто педагогічних умов. Так, процес трансформації професійно-орієнтованого мислення майбутніх бакалаврів природничих наук супроводжується кількісними та якісними змінами у почуттєвій сфері та поведінці, а його результат – їх становлення як суб'єкта педагогічної діяльності та життєтворчості.

Таким чином, суб'єкт-діяльнісний підхід до професійної підготовки орієнтований не лише на розуміння майбутнім бакалавром природничих наук змісту освіти, але і його осмислення, позитивно-активний зміст ставлення як світоглядної його характеристики, вироблення ціннісних орієнтацій. За таких умов, професійно-орієнтовані знання стають суб'єктно-значущими (набувають власного сенсу), а процес формування компетентності з біології – стимулюючим середовищем розвитку та саморозвитку майбутнього фахівця.

Отже, методологічний концепт комплексного дослідження системи формування компетентності з біології майбутніх бакалаврів природничих наук репрезентує взаємозв'язок, взаємозалежність і взаємообумовленість системно-інтеграційного, аксіологічного та суб'єктно-діяльнісного підходів. Перебуваючи у системі логічних відношень означені наукові підходи довершують методологічні орієнтири відносно педагогічної стратегії і тактики розвитку досліджуваної особистісно-професійної якості здобувачів фахової вищої освіти.

**Висновки та перспективи подальших наукових розвідок** напряму дослідження вбачаємо у докладному розкритті складників моделі формування компетентності з біології майбутніх бакалаврів природничих наук, як педагогічної системи.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Варенко, Т. К. (2010). Аксіологічний підхід та доцільність його реалізації в сучасній системі вищої педагогічної освіти. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах* : збірник наукових праць. Запоріжжя : Класичний приватний університет, 11(64), 161–164. (Varenko, T. K. (2010). Axiological approach and feasibility of its implementation in the modern system of higher pedagogical education. Pedagogy of creative personality formation in higher and secondary schools: a collection of scientific works. Zaporizhzhia: Classical Private University, 11(64), 161–164).
2. Граматик, Н. В. (2020). Проблема формування предметної компетентності з біології майбутніх бакалаврів природничих наук: до питання про теоретичний концепт дослідження. *Науковий вісник Ізмаїльського державного гуманітарного університету: збірник наукових праць. Серія «Педагогічні науки».* Ізмаїл: РВВ ІДГУ, 48, 71–81. (Gramatik, N. V. (2020). The problem of forming the subject competence in biology of future bachelors of natural sciences: to the question of the theoretical research concept. Scientific Bulletin of the Izmail State Humanitarian University: collection of scientific works. Series "Pedagogical Sciences". Izmail: RVV IDGU, 48, 71–81).
3. Державний стандарт базової середньої 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 secondary education (2020).

Retrieved from: https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/nova-ukrayinska-shkola/derzhavnij-standart-bazovoyi-serednoyi-osviti).

4. Диса, О. В. (2019). Педагогічна система як основа розвитку особистісної зрілості студентів. *Вісник Університету імені Альфреда Нобеля. Серія «Педагогіка і психологія». Педагогічні науки,* 1(17), 13–19. (Disa, O. V. (2019). The pedagogical system as a basis for the development of personal maturity of students. Bulletin of Alfred Nobel University. Series "Pedagogy and Psychology". Pedagogical Sciences, 1(17), 13–19).
5. Дубасенюк, О. А. (2015. Розвиток системних досліджень у науковому знанні : історія, досвід, перспективи. *Професійна педагогічна освіта: системні дослідження* : монографія, О. А. Дубасенюк (ред.). Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, сс. 12–28. (Dubasenyuk, O. A. (2015. Development of systematic research in scientific knowledge: history, experience, perspectives. Professional pedagogical education: systematic research: monograph, O. A. Dubasenyuk (Ed.). Zhytomyr: Publishing House of ZhDU named after I Franka, pp. 12–28).
6. Зязюн, І. А. (2000). Інтелектуально-творчий розвиток особистості в умовах неперервної освіти. *Неперервна професійна освіта: проблеми, пошуки, перспективи* : монографія, І. А. Зязюн (ред.) Київ: Віпол, сс. 11–57. (Zyazyun, I. A. (2000). Intellectual and creative development of personality in the conditions of continuous education. Continuing professional education: problems, searches, prospects: monograph, I. A. Zyazyun (Ed.) Kyiv: Vipol, pp. 11–5).
7. Капінус, О. С. (2020). Методологія, теорія і методика формування професійної суб'єктності майбутніх офіцерів Збройних сил України : монографія. Житомир : Вид-во. О. О. Євенок. (Kapinus, O. S. (2020). Methodology, theory and methods of formation of professional subjectivity of future officers of the Armed Forces of Ukraine: monograph. Zhytomyr: Ed. O. O. Evenok).
8. Ковальчук, В. Ю. (2006). Модернізація професійної та світоглядно-методологічної підготовки сучасного вчителя (автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04). Київ. (Kovalchuk, V. Yu. (2006). Modernization of the professional and philosophical and methodological training of the modern teacher (DSc thesis). Kyiv).
9. Моделі підготовки майбутнього вчителя до Нової української школи: колективна монографія, І. В. Бабенко, В. В. Барбінов, А. В. Барбінова та ін. (уклад.); проф. М. В. Гриньова (ред.). Полтава: Астрая. (Models of future teacher training for the New Ukrainian School: a collective monograph, I. V. Babenko, V. V. Barbinov, A. V. Barbinova and others (Comp.); Prof. M. V. Hrynyova (Ed.). Poltava: Astraya).
10. Петришин, Л. Й. (2013). Системний підхід як основа організації процесу формування креативності майбутніх соціальних педагогів у ВНЗ. *Науковий вісник Ужгородського університету :* Серія: Педагогіка. Соціальна робота, вип. 26., І. В. Козубовська (гол. ред.). Ужгород : Говерла. сс. 147–150. (Petryshyn, L. Y. (2013). A systematic approach as a basis for organizing the process of forming the creativity of future social pedagogues in higher education institutions. Scientific Bulletin of Uzhhorod University: Series: Pedagogy. Social work, vol. 26., I. V. Kozubovska (Chief Ed.). Uzhgorod: Hoverla. pp. 147–150).
11. Сучасний тлумачний словник української мови 100 000 слів, проф. В. В. Дубчинський (заг. ред.). (2008). Харків: Школа. (Modern explanatory dictionary of the Ukrainian language of 100,000 words, prof. V. V. Dubchynskyi (Gen. Ed.). (2008). Kharkiv: Shkola).
12. Торчевський, Р. В. (2013). Суб'єктно-діяльнісний підхід як сучасна методологічна основа професійної підготовки офіцерів оперативно-тактичної ланки управління. *Вісник Національного університету оборони України,* 4(35), 158–161. (Torchevsky, R. V. (2013). The subject-activity approach as a modern methodological basis for the professional training of officers of the operational-tactical link of management. Bulletin of the National University of Defense of Ukraine, 4(35), 158–161).
13. Тракалюк, О. Л. (2017). Суб'єктно-діяльнісний підхід до розвитку фахової компетентності посадових осіб кадрових органів у системі післядипломної освіти. *Вісник Житомирського державного університету імені Івана Франка*. Педагогічні науки, 2(88), 271–275. (Trakalyuk, O. L. (2017). A subject-activity approach to the development of professional

competence of officials of personnel bodies in the system of postgraduate education. Bulletin of Zhytomyr Ivan Franko State University. Pedagogical Sciences, 2(88), 271–275).

14. Філософський енциклопедичний словник НАН України, Ін-т філософії імені Г. С. Сковороди, VI, В. І. Шинкарук (гол. ред.). (2002). Київ : Абрис. (Philosophical encyclopedic dictionary of the National Academy of Sciences of Ukraine, H. S. Skovoroda Institute of Philosophy, VI, V. I. Shinkaruk (Chief Ed.). (2002). Kyiv: Abrys).
15. Філоненко, М. М. (2010). Комплексні концепції особистісного становлення фахівця у вітчизняній та зарубіжній психології. *Науковий вісник Ужгородського національного університету* : Серія «Педагогіка. Соціальна робота», 18–19, 113–116. (Filonenko, M. M. (2010). Complex concepts of personal development of a specialist in domestic and foreign psychology. Scientific Bulletin of the Uzhgorod National University: Series "Pedagogy. Social work", 18-19, 113-116).
16. Шехавцова, С. О. (2016). Суб'єктність у педагогічному аспекті : теорія і практика. Полтава: ВНЗ Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі» (ПУЕТ). (Shehavtsova, S. O. (2016). Subjectivity in the pedagogical aspect: theory and practice. Poltava: Polytechnic University "Poltava University of Economics and Trade" (PUET)).
17. Ягупов, В. В. (2015). Суб'єктність учнів як основна детермінанта дистанційного навчання в системі професійно-технічної освіти. *Науковий вісник Інституту професійно-технічної освіти НАПН України*. Київ: Інститут професійно-технічної освіти НАПН України, 11, 29–36. (Yagupov, V. V. (2015). The subjectivity of students as the main determinant of distance learning in the vocational education system. Scientific Bulletin of the Institute of Vocational and Technical Education of the National Academy of Sciences of Ukraine. Kyiv: Institute of Vocational and Technical Education of National Academy of Sciences of Ukraine, 11, 29–36.).

**Hramatyk N. V. Formation of biology competence of future bachelor of natural sciences: a system of constructive methodological approaches.**

***Summary.*** *The concept of the New Ukrainian School puts forward new requirements for the professional training of a modern teacher, in particular regarding the quality and range of his competencies. After all, it is the ability to quickly respond to changes, to be ready for the introduction of innovative methods of teaching and education, which ultimately determines his personal and professional relevance to the reform of the New Ukrainian School, the full performance of the role of a decisive factor in the success of the implementation of the concept of paradigmatic changes in higher pedagogical education. In view of the above, it is time to determine the methodological guidelines that ensure the success of becoming a teacher of the New Ukrainian School in the conditions of a higher education institution - the main stage of the formation of a teacher, which Ukrainian society and the children's community are waiting for.*

*The modern educational practice of constructive implementation of the ideas of integration of the content of school natural science education and its reorientation to the competence model has proven the perspective of just such an approach. In addition, fundamental natural science education is one of the main factors of personality development, and acquired natural and scientific competence is a mandatory component of an individual's general culture and a resource for the development of his creative potential. Thus, the biological component of modern science education is aimed not only at ensuring the integrity of fundamental knowledge, but first of all at the realization of a person's creative and active existence in the surrounding world. In addition, the biological component of natural science training directly affects the formation of a scientific style of thinking as a prerequisite for the socio-cultural self-determination of the subject of knowledge.*

*In this context, it becomes obvious the need to increase the level of subject biology competence of future bachelors of natural sciences, because they must be ready to work in the conditions of the New Ukrainian School - a modern education platform.*

*Therefore, qualitatively new methodological approaches to the formation of subject-specific competences, particularly in biology, are the core of the professional training of future*

*bachelors of natural sciences. Shifting the emphasis of higher professional education to the development of a competent and competitive specialist is an important criterion for the quality training of a future teacher of natural sciences.*

***Key words:*** *New Ukrainian School, future bachelors of natural sciences, biology competence, methodological approaches of professional training.*

**УДК 373.58.091.313:51**
**DOI 10.5281/zenodo.10214513**

**Т. Г. Крамаренко**
ORCID ID 0000-0003-2125-2242
Криворізький державний педагогічний університет
**О. С. Пилипенко**
ORCID ID 0000-0003-0493-8429
Відокремлений структурний підрозділ
«Криворізький фаховий коледж
Державного університету економіки і технологій»

# ВИКОРИСТАННЯ STEM-ПІДХОДІВ У НАВЧАННІ МАТЕМАТИКИ СТУДЕНТІВ ЗАКЛАДІВ ФАХОВОЇ ПЕРЕДВИЩОЇ ОСВІТИ

*У сучасній освітній практиці накопичено досвід організації STEM-навчання в закладах середньої освіти, але приділяється недостатньо уваги формуванню STEM-компетентностей фахових молодших бакалаврів. Підвищення рівня STEM-компетентностей здобувачів фахової передвищої освіти є актуальною педагогічною проблемою.*

*Метою статті є висвітлення доробку авторів з питання впровадження STEM-підходів у навчанні математики студентів закладів фахової передвищої освіти. Розкрито особливості впровадження проєктних технологій та трансдисциплінарного підходу. Значну увагу приділено навчанню математики студентів спеціальності 072 Фінанси, банківська справа, страхування та фондовий ринок. Подано рекомендації щодо впровадження STEM-підходів у розробленому навчально-методичному посібнику.*

*У ході дослідження авторами використані теоретичні й емпіричні методи. Зокрема, аналіз наукових джерел; спостереження за освітнім процесом; бесіди, тестування та анкетування студентів, систематизація результатів.*

*Зроблено висновки, що попит на STEM-компетентних фахівців потребує оновлення змісту навчальних програм та удосконалення теоретико-методичного забезпечення для підготовки студентів закладів фахової передвищої освіти. Одним з ефективних напрямів розвитку STEM-компетентностей студентів фахових коледжів є впровадження методу STEM-проєктів, який передбачає поєднання дослідницького, пошукового, проблемного, творчого підходів. Для досягнення високого рівня сформованості STEM-компетентностей студентів закладів фахової передвищої освіти необхідно упровадження STEM-підходів у навчанні, зокрема математики. У навчанні доцільно дотримуватися педагогічних умов: застосування ІКТ для забезпечення наочності та дослідницької спрямованості навчання математики; упровадження STEM-проєктів у навчанні математики; мотивування та стимулювання здобувачів освіти до навчально-пізнавальної та дослідницької діяльності через залучення до співпраці та використання індивідуального й групового коучингу; упровадження методики формування STEM-компетентностей.*

***Ключові слова:*** *STEM-освіта, STEM-компетентності, фахова передвища освіта, фахові молодші бакалаври, математика, методика навчання математики, цифрові технології, STEM-проєкт.*

**Постановка проблеми.** STEM-орієнтований підхід до навчання поєднує науку, технології, інженерію та математику, є актуальним напрямом модернізації та інноваційного розвитку природничо-математичного й гуманітарного профілів освіти. У сучасній освітній

практиці має місце низка суперечностей між світовими тенденціями розвитку освіти та реальними можливостями закладів освіти в Україні; необхідністю запровадження інновацій, викликаних процесами цифровізації та євроінтеграції; значним обсягом накопиченого вітчизняного та зарубіжного досвіду в організації STEM-освіти в закладах середньої освіти і приділенням недостатньої уваги формуванню STEM-компетентностей фахових молодших бакалаврів; попитом на STEM-компетентних фахівців, потрібних для вирішення технологічних проблем та недостатньою швидкістю оновлення змісту навчальних програм, розробленістю теоретико-методичного забезпечення для підготовки студентів закладів фахової передвищої освіти. Тому підвищення рівня STEM-компетентностей потребує поступового вирішення на рівні здобувачів фахової передвищої освіти.

Для досягнення високого рівня сформованості STEM-компетентностей студентів закладів фахової передвищої освіти необхідно упровадження STEM-підходів у навчанні, зокрема математики. Фахові молодші бакалаври, які пройшли підготовку з залученням STEM, здатні будуть якісніше приймати рішення, забезпечуючи більш поінформований і обґрунтований вибір у своїй кар'єрі.

**Аналіз актуальних досліджень.** Практичні аспекти реалізації STEM-освіти в Україні досліджують чимало науковців. Зокрема, висвітлюються проблеми підготовки та перепідготовки кадрів для реалізації STEM-навчання. Н. Балик, О. Барна, Г. Шмигер, В. Олексюк [1] пропонують модель професійної перепідготовки вчителів на основі розвитку STEM-компетентностей. Н. Валько, В. Осадчий, Н. Кушнір [3] досліджують питання визначення рівня готовності вчителів до впровадження STEM-освіти в Україні. STEM-проєкт як засіб навчання моделювання для майбутніх учителів математики та інформатики розглядають О. Семеніхіна, М. Друшляк та І. Шишенко [2]. Як один із ефективних engineering-інструментів ці автори розглядають систему динамічної математики GeoGebra. В. Пікалова [10] також досліджує використання GeoGebra як інструмента реалізації концепції STEM-освіти у процесі підготовки майбутніх учителів математики. К. Власенко, І. Сітак, О. Чумак, О. Кондратьєва здійснюють огляд досвіду впровадження технологій STEM-освіти [4]. В. Базурін розглядає розроблення учнями моделей фізичних явищ як один з шляхів реалізації STEAM-підходу в освіті [5]. О. Пилипенко [9] висвітлює сутність та структуру STEM-компетентностей здобувачів освіти. Актуальні проблеми STEM-освіти, зокрема, технологічні карти розробки STEM-проєктів, знайшли відображення у посібнику авторського колективу Н. Поліхун, К. Постової, І. Сліпухіної, Г. Онопченко та О. Онопченко [11].

Проблема ефективності підготовки фахівців у закладах фахової передвищої освіти належить до пріоритетних у педагогічній науці. Окремі аспекти навчання математики у підготовці фахових молодших бакалаврів в Україні висвітлювали А. Бевз, В. Гиндрюк, Н. Юрченко, Л. Зубрик, С. Проскура, С. Литвинова, О. Шаврова, Н. Дьяченко та ін. Автори досліджень звертають увагу на те, що математика часто включена як основний предмет у навчальний план більшості освітніх програм підготовки молодших бакалаврів, є важливою частиною загальноосвітніх вимог, забезпечуючи розвиток у студентів аналітичних навичок та навичок розв'язання проблем. Особливо це важливо для професій, пов'язаних з обробкою фінансових даних, проведенням наукових досліджень або роботою з великими масивами даних. Часто вивчення математики необхідне для успішного оволодіння спеціалізованими предметами.

О. Зайцев, М. Колтакова [6] розглядають педагогічні умови формування професійної компетентності студентів спеціальності Фінанси, банківська справа, страхування та фондовий ринок, зокрема виділяють такі умови: 1) навчальну діяльність розглядати як систему, що містить дві підсистеми: діяльність студента і діяльність навчання; 2) предметом навчальної діяльності є досвід студента, який утворюється у процесі учіння шляхом привласнення елементів соціального досвіду; 3) розвитку студента сприяє лише та навчальна діяльність, яка має цілісний характер; 4) навчальну діяльність розуміти як діяльність продуктивну, творчу, у процесі якої студент засвоює професійні знання і способи їх здобуття, а викладач цьому сприяє. Автори також підкреслюють важливість розвитку професійної компетентності в контексті сучасних викликів у фінансовій та

банківській сферах. Вони зазначають ефективні педагогічні підходи та методи, які б сприяли розвитку професійних навичок та знань студентів.

О. Сліпушко [12] висвітлює використання практико-орієнтованого підходу у викладанні «Мікроекономіки» для студентів спеціальності Фінанси, банківська справа, страхування та фондовий ринок. Підхід передбачає використання ситуаційних завдань, які моделюють реальні сценарії, пов'язані з діяльністю банківських фахівців. Задачі поділяють на предметні, пов'язані з соціальним життям та пов'язані з майбутньою професією. Автор підкреслює, що ситуаційні задачі підвищують мотивацію студентів до навчання, пропонує розроблений збірник задач для мікроекономіки.

Невирішена частина проблеми. Аналіз наукових джерел засвідчив обмаль праць присвячених формуванню STEM-компетентностей студентів фахових коледжів, а також залученню педагогічних працівників закладів передвищої освіти до процесів забезпечення якості підготовки фахівців із використанням можливостей STEM-освіти. Недостатньо уваги приділено як питанням використання STEM-підходів у навчанні математики студентів закладів фахової передвищої освіти, так власне і підготовці майбутніх учителів математики для вирішення окресленої проблеми.

**Метою статті** є висвітлення доробку авторів з питання впровадження STEM-підходів у навчанні математики студентів закладів фахової передвищої освіти, особливостей впровадження проєктних технологій та трансдисциплінарного підходу у навчанні, зокрема представлених у навчально-методичному посібнику «Математика в STEMі» [7], розробленому авторами дослідження.

Методи дослідження. У ході дослідження використані такі теоретичні й емпіричні методи як аналіз наукових джерел для визначення важливих напрямків, на яких варто зосередити увагу для формування STEM-компетентностей здобувачів освіти; спостереження за освітнім процесом; бесіди, тестування та анкетування студентів, систематизація результатів дослідження.

**Виклад основного матеріалу.** Стандарти [13] фахової передвищої освіти визначають необхідні компетентності, які студенти повинні здобути під час навчання. Ці компетентності можуть бути загальними (наприклад, комунікаційні навички, критичне мислення) або спеціальними для конкретної спеціальності. Нами проаналізовано стандарти фахової передвищої освіти за спеціальностями 029, 072, 071, 076, 181 та виокремлено ті компетентності, яких можуть набувати студенти, вивчаючи STEM-дисципліни, зокрема математику. З них можна віднести до STEM-компетентностей наступні загальні компетентності: здатності застосовувати знання у практичних ситуаціях; використовувати інформаційні та комунікаційні технології; здатності до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел тощо. До спеціальних компетентностей студентів, наприклад, спеціальності 072 Фінанси, банківська справа, страхування та фондовий ринок, які певною мірою пов'язані зі STEM, доцільно віднести здатності використовувати теоретичний і методичний інструментарій фінансової, економічної, математичної, статистичної, правової та інших наук для розв'язання складних завдань у сфері фінансів, банківської справи та страхування; застосовувати сучасне інформаційне та програмне забезпечення для отримання й обробки даних у сфері фінансів, банківської справи та страхування; здійснювати ефективні комунікації між фахівцями і користувачами послуг у сфері фінансів, банківської справи та страхування. Успіх у STEM-навчанні математики для студентів фінансових спеціальностей залежить від впровадження сучасних методик та педагогічних інновацій. Один з ключових аспектів – це інтеграція математичних концепцій у фінансові дисципліни, що дозволяє студентам бачити зв'язок між теорією та практикою. Прикладом може бути використання математичних моделей для аналізу ризиків та прийняття фінансових рішень, розрахунок відсоткових ставок та кредитів, вивчення інвестиційних стратегій та торгівельних операцій.

Під поняттям «STEM-компетентності» студентів розуміємо інтегроване особистісне утворення, що проявляється у сформованості його складових: ключової математичної компетентності; інформаційно-комунікаційної компетентності; базових компетентностей

в галузях природознавства і техніки; проєктно-технологічної компетентності; критичного мислення [9]. До педагогічних умов успішного формування STEM-компетентностей студентів закладів фахової передвищої освіти у навчанні математики доцільно віднести застосування ІКТ для забезпечення наочності та дослідницької спрямованості навчання математики; упровадження STEM-проєктів у навчанні математики. Надзвичайно потрібно забезпечити мотивування та стимулювання здобувачів освіти до навчально-пізнавальної та дослідницької діяльності через залучення до співпраці та використання індивідуального й групового коучингу. У STEM-навчанні математики ефективно використовуються прикладні завдання, які стимулюють активну участь студентів у навчальному процесі. Такий підхід допомагає переконати у важливості математичних знань і розвиває вміння аналізувати та розв'язувати проблеми. Завдяки завданням прикладного змісту, студенти можуть застосовувати отримані знання до реальних ситуацій, що збільшує їхню мотивацію та інтерес до предмета. Технології відіграють важливу роль у STEM-навчанні математики. Використання програм, симуляцій та інтерактивних ресурсів дозволяє зробити навчання більш доступним та зрозумілим для студентів. Використання фінансових аналітичних програм допомагає студентам проводити реальний аналіз даних та здійснювати прогнози ринкових тенденцій. Крім того, використання візуалізацій та діаграм допомагає впевнено засвоїти складні математичні концепції.

Щоб сприяти успішному упровадженню STEM-підходів, нами розроблено навчально-методичний посібник «Математика в STEMі» [7]. У першому розділі посібника «STEM-навчання: від теорії до практики впровадження» подано відомості про структуру методичної системи STEM-навчання, сутність STEM-компетентностей. Однією з важливих умов успішного впровадження STEM-підходів у навчанні є підготовка фахівців з питань STEM-освіти, підвищення кваліфікації працюючих учителів, у тому числі учителів математики. У другому розділі значну увагу приділено висвітленню особливостей застосування систем динамічної математики. Далі подаються методичні рекомендації щодо використання у навчанні математики STEM-підходів, дібрано зміст навчального матеріалу, комп'ютерно-орієнтовані методи і форми навчання. Значну увагу приділено впровадженню проєктних технологій навчання, реалізації міжпредметних зв'язків у навчанні математики. Представлено методичні розробки STEM-заходів – приклади проєктів та інтегрованих уроків. До кожного з пропонованих заходів, які можна зреалізувати при вивченні зазначеної теми з математики, подано орієнтовну назву проєкту, зазначено вікову категорію, клас навчання в закладі середньої освіти чи курс навчання у закладі фахової передвищої освіти, окреслено перелік навчальних предметів, які можуть інтегруватися. Для кожного заходу описано мету застосування та обґрунтовано актуальність впровадження, запропоновано доцільне обладнання. Впровадження STEM-проєктів сприятиме розвитку у здобувачів освіти навичок співпраці; умінь розв'язувати складні проблеми (complex problem solving skills); дослідницьких навичок; критичного та креативного мислення. У ході реалізації заходу здобувачі освіти працюють в групах чи індивідуально. У кожному заході акцентується увага на можливому прогнозованому практичному результаті; подано опис алгоритму дій та рекомендації щодо ходу впровадження. У STEM-навчанні можуть бути успішно використані імерсивні технології, зокрема технології доповненої та віртуальної реальності. Приклади використання GeoGebra наведено нами у зазначеному вище посібнику.

Проведення STEM-занять математики для студентів фінансових спеціальностей вимагає ретельного планування та добору відповідного матеріалу. Основна мета занять – показати студентам практичне застосування математики в їхній майбутній професійній діяльності. Наприклад, можна розробити проєкт, в якому студенти здійснюватимуть фінансовий аналіз компаній, аналізуючи їхні фінансові звіти та прогнозуючи подальший розвиток. Такий підхід розвиватиме у студентів практичні навички та допоможе усвідомити, наскільки математика є важливою у сфері фінансів. Приклади STEM-проєктів з представленням детальних технологічних схем їх реалізації висвітлено нами у навчально-методичному посібнику [7]. Користуючись посібником, вчитель / викладач

математики зможе дібрати проєкти з майже трьох десятків запропонованих для реалізації, розглянути та запропонувати студентам доцільні зразки.

В оцінюванні успішності у STEM-навчанні математики використовуються як традиційні методи, так і альтернативні. Традиційні методи оцінювання, такі як письмові контрольні роботи та іспити, надають загальну оцінку знань студентів. Альтернативні методи, такі як проєктні завдання, практичні роботи та публічні презентації, дозволяють оцінити не лише знання, а й здатність студентів до критичного мислення та розв'язання реальних проблем. У результаті впровадження STEM-навчання для студентів спеціальності 072 Фінанси, банківська справа, страхування та фондовий ринок вони зможуть підвищити наступні результати навчання [13]: застосовувати набуті теоретичні знання у практичній діяльності для розв’язання професійних завдань (РН 06); застосовувати сучасне інформаційне та програмне забезпечення для отримання й обробки даних у сфері фінансів, банківської справи та страхування (РН 07); здійснювати пошук, відбір та опрацювання інформації з різних джерел у процесі професійної діяльності (РН 08); застосовувати інновації у сфері фінансів, банківської справи та страхування (РН 14); виявляти навички самостійної роботи та роботи в команді, демонструвати гнучке мислення, відкритість до нових знань (РН 15).

Як показали результати дослідження, одним із найефективніших способів розвитку STEM-компетентностей студентів фахових коледжів є впровадження методу STEM-проєктів, який передбачає поєднання дослідницького, пошукового, проблемного, творчого підходів, сприяє творчому розвитку студентів, готує їх до вирішення важливих комплексних проблем у повсякденному житті. Для впровадження методу проєктів у навчальний процес необхідно використати, насамперед, суб’єктний досвід студентів, інтерес до отримання нових знань та застосування їх в реальному житті. Розпочинати STEM-навчання доцільно з організації та проведення бінарних уроків з математики та відповідної фінансової дисципліни; математики та статистики; математики, фізики та економіки; математики та інформатики. Значимим просуванням може стати власне підготовка, обговорення та реалізація STEM-проєктів.

У ВСП Криворізькому фаховому коледжі Державного університету економіки і технологій проведено низку інтегрованих / бінарних уроків математики з використанням STEM-підходів, впроваджувалися STEM-проєкти.

Під час вивчення теми з математики «Показникова функція, властивості та графік» зі студентами 1-2 курсів фахових коледжів доречним та цікавим для студентів буде впровадження STEM-проєкту «Фінансова математика» чи «Математика кредитів», який дасть змогу здобувачам освіти глибше ознайомитися з професією, зрозуміти механізми нарахування відсотків тощо. З основних напрямів фінансової математики для ознайомлення здобувачам освіти доцільно запропонувати математику кредиту, яка пов’язана з виконанням процентних розрахунків. Зі студентами старших курсів у подальшому доцільно при вивченні математики розглядати питання, пов’язані з різними борговими інструментами, наприклад, депозитарними сертифікатами, векселями, облігаціями; аналізувати потоки платежів, які застосовуються у кредитуванні, банківській справі та інвестуванні.

До початку роботи над проєктом викладачу / керівнику / стейкхолдеру доцільно поспілкуватися зі студентами про основні складові проєктної діяльності. Такими є постановка проблеми, проєктування / планування діяльності, пошук відомостей, варіантів розв’язання проблеми, спрямованість на отримання певного продукту діяльності, презентація / представлення результату. Навіть працюючи над однаковою темою, наприклад, «В якому банку, на яких умовах, на який термін та в якому обсязі краще взяти кредит?», студенти ставитимуть власні цілі, по-різному бачитимуть кінцевий продукт проєктної діяльності та його презентацію. Наприклад, можуть «брати» кредит на покупку житла, започаткування власного бізнесу, отримання вищої освіти, покупку мобільного ґаджета, автомобіля, облаштування майданчика для відпочинку тощо. Студенти інтегрують знання з навчальних дисциплін, включаючи математику. Поставлені цілі, розроблені продукти / прийнятні рішення будуть особистісно значимими для кожного студента.

Зазвичай, на підготовчих та мотиваційних етапах реалізації STEM-проєктів доцільно проводити зі студентами так звані «мозкові штурми». Під час «штурму» студенти висувають власні ідеї щодо того, як найкраще вирішити проблему, можуть їх аналізувати, оцінювати достовірність відомостей, релевантність отриманої інформації. Вмотивований на виконання проєкту студент зможе досягнути більшого успіху і удосконалити ціннісно-мотиваційний компонент STEM-компетентності, власне критичне мислення.

Автори підручника математики [8, с. 244] пояснюють, як при вивченні математики уникнути неоднозначності в задачах на відсоткові розрахунки. Задачі, у яких ідеться про зміну процентних ставок, можуть викликати певні ускладнення. Типовими прикладами є задачі, у яких ідеться про збільшення (зменшення) «банківського відсотка». Щоб уникнути цієї неоднозначності, в економіці та інших областях, де широко застосовують відсоткові розрахунки, використовують поняття «процентні пункти».

У сучасних умовах відсотки капіталізуються, як правило, не один, а декілька разів на рік – по півріччях, поквартально, щомісячно. Деякі комерційні банки практикують навіть щоденне нарахування відсотків. На практиці, як правило, фіксується не ставка за період нарахування, а річна ставка, де період нарахування вказується. Вивчаючи математику, студенти мають зрозуміти, чим частіше нараховуються відсотки, тим швидше відбувається процес нарощення боргу. Наші дослідження показали, що молодшим фаховим бакалаврам важливо дізнатися також про актуарні розрахунки, які складають математичну основу для страхування. У ході впровадження такого проєкту при вивченні показникової функції підвищується фінансова грамотність учасників, удосконалюються знання та уміння студентів з фінансової математики. При цьому студенти крім підвищення рівня когнітивного складника STEM-компетентності, фіксували удосконалення креативно-діяльнісного та рефлексивно-оцінного.

Технології у проєктах використовуються як для пошуку та аналізу доцільних відомостей, так і для створення нових продуктів. Наприклад, доцільно пропонувати студентам створювати шаблони для обчислень у таблицях Google, а також фрагменти програми «Фінансовий калькулятор» доступною для них мовою програмування. Студентам цікаво ознайомитися з уже існуючими фінансовими калькуляторами, розібратися з алгоритмами обчислень. Під час виконання подібних завдань у ході реалізації проєкту інтегруються знання студентів з математики та інформатики, удосконалюються ключова математична та інформаційно-комунікаційна компетентності. Для забезпечення повноцінного спілкування, зворотного зв'язку «студент-студент», «студент-викладач», доцільно на першому етапі роботи над проєктом створити сайт чи блог проєкту. На сайті можуть висвітлюватися здобутки студентів, розроблені ними продукти проєктної діяльності. Технологічну карту реалізації проєкту «Фінансова математика» описали у посібнику [7, с. 157].

Для студентів, які опановують облік та оподаткування, можна використовувати у навчанні різні комп'ютерні програми математичного спрямування, які сприяють аналізу фінансових даних, виконанню розрахунків, оподаткуванню та фінансовому плануванню. При цьому студенти зможуть удосконалити власну ключову математичну та інформаційно-комунікаційні компетентності. Зазвичай, для розв'язування завдань з математики студентам 1-2 курсів фахових коледжів достатньо скористатися електронними таблицями Google або Microsoft Excel. Вони є потужними інструментами для створення таблиць і роботи з даними, виконання розрахунків, побудови графіків та діаграм. В електронних таблицях студенти зможуть створювати формули для автоматичних обчислень з фінансового аналізу і обліку. Користуючись відомостями з мережі, студенти готували і мали змогу виступити з повідомленнями про те, що для фінансового аналізу є програмне забезпечення, яке може надавати доступ до фінансових даних, показників, рейтингів і аналітичних інструментів, що дозволяє здійснювати комплексний аналіз фінансових даних підприємств. Майбутнім бухгалтерам цікаво дізнатися про відповідні бухгалтерські програми, які використовуються в Україні. Алгоритми дій в розрахунках програм пов'язана із застосуванням математичного апарату. Математика лежить в основі багатьох фінансових показників, що використовуються для фінансового аналізу та звітності.

Навчаючи математики студентів спеціальності 076 Підприємництво та торгівля, доцільно акцентувати увагу, що математичні розрахунки використовуються для оцінки та кількісного визначення ризиків, допомагають підприємцям приймати обґрунтовані рішення та розробляти стратегії їх зменшення, розрахувати рентабельність інвестицій, прибутки, збитки, витрати та доходи.

Багато планово-виробничих і економічних задач пов'язані з розподілом обмежених ресурсів (сировини, робочої сили, палива тощо). Необхідністю розв'язування таких задач найбільш природно обґрунтувати потребу у нових ідеях, знаннях і методах математики. Часто розподіл ресурсів можна здійснити не єдиним чином, по-різному вибираючи технологію, сировину, застосовуючи обладнання, організацію процесу. При цьому кожний спосіб розподілу ресурсів, що оцінюється з позиції деякого критерію (прибуток, об'єм випуску продукції тощо), характеризується певним значенням показника цього критерію. Природним є намір знайти оптимальний варіант розподілу (програму, план), який би гарантував найбільший економічний ефект.

Методи і моделі лінійного програмування широко застосовуються при оптимізації процесів у всіх галузях народного господарства: при розробці виробничої програми підприємства, розподілі її по виконавцях, при розміщенні замовлень між виконавцями і по тимчасових інтервалах, при визначенні найкращого асортименту продукції, що випускається, в задачах перспективного, поточного та оперативного планування і управління; при плануванні вантажопотоків, визначенні плану товарообігу і його розподілу; в задачах розвитку і розміщення продуктивних сил, баз і складів матеріальних ресурсів тощо. У посібнику [7, с. 212] нами наведено приклади задач на визначення оптимального за прибутком плану виробництва, які ми пропонували студентам при вивченні систем лінійних рівнянь на нерівностей. Запропонувавши задачу на оптимізацію транспортних перевезень, розраховуємо, що студенти зможуть проявити, а у подальшому й удосконалити базові компетентності в галузях природознавства і техніки.

У рамках інтеграції знань студентів з математики та інформатики нами був розроблений та впроваджений трансдисциплінарний STEM-проєкт «Зони відпочинку». Студентам фахового коледжу було запропоновано створити у програмі TinkerCAD побутові просторові тіла та знайти об'єм просторової фігури. Також пропонували STEM-проєкт зі створенням в програмі TinkerCAD «Зони відпочинку». Відповідно з розробленими зонами, далі кожен студент-«архітектор» отримав індивідуальні завдання для математичних розрахунків. Наприклад, розрахувати кількість коштів, що піде на матеріали для облаштування такого майданчика, чи хоча б на фарбування майданчика. Деякі студенти складали повний кошторис, тобто враховували всі витрати на матеріали, роботу, доставку.

Процесу поетапної реалізації навчального STEM-проєкту передує його детальне планування з визначенням проблематики, мети та постановки завдань, а також передбаченням основного результату в процесі реалізації. Авторський колектив Н. І. Поліхун, К. Г. Постова, І. А. Сліпухіна, Г. В. Онопченко та О. В. Онопченко пропонують доцільну технологічну схему для розробки та впровадження STEM-проєктів у навчанні обдарованих дітей [11, с. 51-54]. Даною схемою ми також користувалися при розробці та впровадженні проєктів для студентів.

На етапі планування студенти розробляють графік реалізації проєкту, формулюють задачі для груп або індивідуальних виконавців, здійснюють розподіл задач між групами або окремими виконавцями, погоджують терміни виконання. У ході організаційно-дослідницького (технологічного) етапу студенти здійснюють пошук необхідних відомостей, аналізують, розробляють алгоритм виконання завдання, створюють запланований продукт. До участі у заключному етапі презентації розроблених продуктів студентам потрібно було підготувати звіт у вигляді усної розповіді з демонстрацією презентації, можливих виготовлених макетів з паперу та розробок у згаданому програмному забезпеченні TinkerCAD. Для забезпечення зростання показників рефлексивно-оцінного компоненту STEM-компетентностей студентів необхідно здійснити само- та взаємо аналіз розроблених продуктів, само- і взаємооцінювання.

Впродовж роботи над проєктом викладач здійснює формувальне оцінювання, наприкінці проєкту – підсумовуюче. Для формувального оцінювання доцільно використовувати різноманітні сучасні засоби ІКТ.

Ми успішно залучали студентів коледжу до участі у STEM-проєкті «Створення 3D голограми». Голограма – це проєктування зображення об'єкта з площини у тривимірний простір. При цьому створюється ілюзія об'ємності, оскільки людина бачить не самі об'єкти, а лише їхні світлові образи. Запропонований проєкт є міждисциплінарним. На заняттях з математики під час вивчення теми «Перерізи многогранників» студентам було запропоновано зробити макет правильної зрізаної чотирикутної піраміди. Матеріалом для виготовлення слугували пластикові пластини. Спочатку студенти зробили розмітку на пластині, потім вирізали та склеїли макет. Для перевірки роботи відкрили готове відео 3D-голограми на телефоні і поставили зверху перевернуту модель. На інформатиці, під час вивчення комп'ютерної графіки, зробили власні відео для 3D-голограми. Студентам було запропоновано список тем з різних предметів. Таким чином, в результаті отримали велику кількість відео, які у подальшому використовували на різних дисциплінах. Наприклад, під час вивчення теми «Адаптація» на біології і екології студенти можуть переглянути відео на 3D-голограмі про тварин, які мають властивість адаптації. Використання створених голограм на заняттях збільшувало інтерес студентів та мотивувало досліджувати.

**Висновки та перспективи подальших наукових розвідок**. 1) Успіх у навчанні математики студентів фахової передвищої освіти обумовлює впровадження сучасних методик та педагогічних інновацій, зокрема STEM-навчання. Попит на STEM-компетентних фахівців потребує оновлення змісту навчальних програм та удосконалення теоретико-методичного забезпечення для підготовки студентів закладів фахової передвищої освіти. 2) Для досягнення високого рівня сформованості STEM-компетентностей студентів закладів фахової передвищої освіти необхідно упровадження STEM-підходів у навчанні, зокрема математики. У навчанні доцільно відстежувати міжпредметні зв'язки та прикладні напрямки навчання математики. Одним з ефективних напрямів розвитку STEM-компетентностей студентів фахових коледжів є впровадження методу STEM-проєктів, який передбачає поєднання дослідницького, пошукового, проблемного, творчого підходів. STEM-проєкти повинні мати дослідницьку та практичну спрямованість, ілюструвати взаємозв'язки теорії та практики. 3) У навчанні доцільно дотримуватися педагогічних умов: застосування ІКТ для забезпечення наочності та дослідницької спрямованості навчання математики; упровадження STEM-проєктів у навчанні математики; мотивування та стимулювання здобувачів освіти до навчально-пізнавальної та дослідницької діяльності через залучення до співпраці та використання індивідуального й групового коучингу; упровадження методики формування STEM-компетентностей. 4) Математичні додатки з елементами доповненої та віртуальної реальності для мобільних телефонів, стають дієвими інструментами завдяки STEM-освіті для засвоєння математики і набуття навичок розв'язування математичних задач через математичні практикуми з завданнями дослідницького характеру; демонстрацію експериментів з їх аналізом, що систематизує отримані знання; участь у навчальних проєктах. Завдяки більшій зацікавленості навчанням математики студенти зможуть краще підготуватися до практичного застосування математичних знань у майбутній професійній діяльності. 5) У ході проєктної діяльності під час вивчення математики у молодших фахових бакалаврів розвиваються усі складники STEM-компетентності: ключова математична, інформаційно-комунікаційна, проєктно-технологічна та критичне мислення. STEM-навчання математики є потужним інструментом для покращення якості освіти та підготовки майбутніх фахівців. Це дозволяє студентам не лише засвоювати факти, а й розуміти сутність математичних концепцій та їх застосування у професійній діяльності.

Подальші наші напрацювання будуть пов'язані з дослідженням особливостей запровадження трансдисциплінарного підходу в підготовці майбутніх учителів математики до впровадження STEM-навчання.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES


1. Balyk, N., Barna, O., Shmyger, G., Oleksiuk, V. (2018). Model of Professional Retraining of Teachers Based on the Development of STEM Competencies. ICT in Education, Research and Industrial Applications. Proc. 14th Int. Conf. ICTERI 2018, 2. Vol. 2104, 318–331. Retrieved from: https://ceur-ws.org/Vol-2104/paper_157.pdf
2. Semenikhina, O. V., Drushlyak, M. G., Shishenko, I. V. (2022). STEM-project as a means of learning modeling for pre-service mathematics and computer science teachers. Information Technologies and Learning Tools. 90, Issue 4, 46–56. Retrieved from: https://doi.org/10.33407/itlt.v90i4.4946.
3. Valko, N., Osadchyi, V., Kushnir, N. (2019). Determining the Level of Readiness of Teachers to Implementation of STEM-Education in Ukraine. Proceedings of 15th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer. CEUR 16 Workshop Proceedings. 2393, 144–155. Retrieved from: http://ceurws.org/Vol-2393/paper_369.pdf.
4. Vlasenko, K., Sitak, I., Chumak, O., Kondratyeva, O. (2019). Review of the Experience with the Implementation of STEM-education Technologies. Current Issues in Ensuring the Quality of Mathematical Education. SCASPEE. 97–110. Retrieved from: https://drive.google.com/file/d/0B0mGM6lS_wnKZVpKWFk1LWlKRTdaVndEdFVvLU5SeFRpRWN3/view.
5. Базурін, В. М. (2023). Розроблення учнями моделей фізичних явищ як один з шляхів реалізації STEAM-підходу в освіті. Актуальні питання природничо-математичної освіти, 1(21), 22–28. (Bazurin, V. M. Development of models of physical phenomena by students as one of the ways to implement the STEAM approach in education. Current issues of natural and mathematical education, 1(21), 22–28.
6. Зайцев, О. В., Колтакова, М. Ю. (2017). Педагогічні умови формування професійної компетентності студентів спеціальності «Фінанси, банківська справа та страхування». Науковий вісник Херсонського державного університету. Економічні науки, 26(2), 79–83. (Zaitsev, O. V., Koltakova, M. Y. Pedagogical conditions for the formation of professional competence of students majoring in "Finance, Banking and Insurance". Scientific Bulletin of Kherson State University. Economic Sciences, 26(2), 79–83.
7. Крамаренко, Т. Г., Пилипенко, О. С. (2023). Математика в STEMi. Криворізький державний педагогічний університет. Режим доступу: http://elibrary.kdpu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/7849. (Kramarenko, T. H., Pilipenko, O. S. (2023). Mathematics in STEM. Kryvyi Rih State Pedagogical University. Retrieved from: http://elibrary.kdpu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/7849.
8. Мерзляк, А. Г., Номіровський, Д. А., Полонський, В. Б., Якір, М. С. (2018). Алгебра і початки аналізу : початок вивчення на поглибленому рівні з 8 класу, профільний рівень : підручник для 10 класів закладів загальної середньої освіти. Харків : Гімназія. (Merzlyak, A. G., Nomirovsky, D. A., Polonsky, V. B., Yakir, M. S. (2018). Algebra and the beginnings of analysis: beginning of study at the advanced level from grade 8, professional level: textbook for 10th grade of general secondary education. Kharkiv: Himnaziia).
9. Пилипенко, О. С. (2021). STEM-компетентності: сутність та структура. Наукові записки Бердянського державного педагогічного університету : Педагогічні науки, 3, 142–149. Режим доступу: https://doi.org/10.31812/123456789/4535. (Pylypenko, O. S. (2021). STEM competencies: essence and structure. Scientific Notes of Berdiansk State Pedagogical University: Pedagogical Sciences, 3, 142–149. Retrieved from: https://doi.org/10.31812/123456789/4535).
10. Пікалова, В. В. (2021). Використання пакету GeoGebra як інструмента реалізації концепції STEM-освіти у процесі підготовки майбутніх учителів математики (автореф. дис. … канд. пед. наук: 13.00.10). Режим доступу: http://dspace.luguniv.edu.ua/xmlui/handle/123456789/7747. Кривий Ріг (Pikalova, V. V. (2021). Using the GeoGebra package as a tool for implementing the concept of STEM education in the process of training future mathematics teachers (PhD thesis). Kryvyi Rih. Retrieved from: http://dspace.luguniv.edu.ua/xmlui/handle/123456789/7747).

11. Поліхун, Н. І., Постова, К. Г., Сліпухіна, І. А., Онопченко, Г. В., Онопченко, О. В. (2019). Упровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної і неформальної освіти обдарованих учнів. Інститут обдарованої дитини НАПН України. (Polikhun, N. I., Postova, K. G., Slipukhina, I. A., Onopchenko, G. V., Onopchenko, O. V. (2019). Implementation of STEM education in the context of integration of formal and non-formal education of gifted students. Institute of Gifted Child of the National Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine).
12. Сліпушко, О. (2018). Практико-орієнтований підхід у викладанні економічних дисциплін майбутнім фахівцям банківської справи. Фізико-математична освіта, 1(15), 2, 42–47. (Slipushko, O. (2018). Practice-oriented approach in teaching economic disciplines to future banking specialists. Physical and mathematical education. 1(15), 2, 42–47.
13. Фахова передвища освіта. Міністерство освіти і науки України : затверджені стандарти. Режим доступу: https://mon.gov.ua/ua/osvita/fahova-peredvisha-osvita/sektor-fahovoyi-peredvishoyi-osviti/zatverdzheni-standarti. (Professional higher education. Ministry of Education and Science of Ukraine: approved standards.). Retrieved from: https://mon.gov.ua/ua/osvita/fahova-peredvisha-osvita/sektor-fahovoyi-peredvishoyi-osviti/zatverdzheni-standarti.

**Kramarenko T. H., Pylypenko O. S. The use of STEM-approaches in teaching mathematics of students of professional higher education institutions.**

***Summary.*** *Modern educational practice has accumulated experience in organizing STEM education in secondary education institutions, but insufficient attention is paid to the formation of STEM competencies of professional junior bachelors. Raising the level of STEM competencies of students of professional higher education is an urgent pedagogical problem.*

*The purpose of the article is to highlight the authors' work on the implementation of STEM approaches in teaching mathematics to students of professional higher education institutions. The features of the implementation of project technologies and a transdisciplinary approach are revealed. Considerable attention is paid to teaching mathematics to students of specialty 072 Finance, Banking, Insurance. The authors provide recommendations for the implementation of STEM-approaches in the developed textbook "Mathematics in STEM".*

*In the course of the study, the authors used theoretical and empirical methods. In particular, the analysis of scientific sources; observation of the educational process; interviews, testing and questionnaires of students, and systematization of the results.*

*It is concluded that the demand for STEM-competent specialists requires updating the content of curricula and improving the theoretical and methodological support for the training of students of professional higher education institutions. One of the effective ways to develop STEM competencies of students of professional colleges is to implement the STEM project method, which involves a combination of research, search, problem-solving, and creative approaches. In order to achieve a high level of STEM competencies among students of professional higher education institutions, it is necessary to introduce STEM approaches in teaching, in particular mathematics. In teaching, it is advisable to adhere to pedagogical conditions: application of ICT to ensure visibility and research orientation of mathematics teaching; implementation of STEM projects in mathematics teaching; motivating and stimulating students to engage in educational, cognitive and research activities through engagement in cooperation and the use of individual and group coaching; implementation of the methodology for the formation of STEM competencies.*

***Key words****: STEM education, STEM competencies, professional higher education, professional junior bachelors, mathematics, methods of teaching mathematics, digital technologies, STEM project.*

**УДК 373.5.016:54]:37.091.33:005.336.2**
**DOI 10.5281/zenodo.10214895**

**Н. І. Лебединець**
КУ Сумська ЗОШ І-ІІІ ступенів № 8
Сумської міської ради
**О. М. Бабенко**
ORCID ID 0000-0002-1416-2700
**С. П. Лебединець**
Сумський державний педагогічний
університет імені А. С. Макаренка

# STEM-ОСВІТА ЯК ВАЖЛИВИЙ ЧИННИК КОМПЕТЕНТНІСНОГО НАВЧАННЯ ХІМІЇ

*Сучасні трансформації у галузі освіти характеризуються переходом від підходу, спрямованого на передачу фактичних знань, до акценту на формування компетентностей. Ця нова освітня концепція підкреслює важливість розвитку учнівських навичок, умінь, ціннісного ставлення до набутої інформації та досвіду, об'єднуючи ці аспекти зі знаннями. Така зміна підходу призвела до оновлення Державних стандартів, перегляду концепцій освіти, перетворення навчальних програм, розробки інтегрованих курсів, впровадження нових методик навчання. З урахуванням важливості впровадження STEM-освіти, наукове обґрунтування впливу цього підходу на розвиток компетентностей учнів, зокрема хімії, ще потребує докладного дослідження та наукового аналізу. Мета статті полягає у дослідженні впливу STEM-освіти на компетентнісне навчання учнів хімії. У статті виділено основні переваги реалізації STEM освіти та ряд її важливих аспектів. Сформульовані вимоги до сучасного уроку хімії в закладі загальної середньої освіти: високий рівень інформатизації структури уроку та формулювання результатів уроку у вигляді продуктів освітньої діяльності учнів; суттєве зростання тривалості самостійної роботи учнів на уроці; зміна підходів до самого процесу навчання та до ролі вчителя. Виокремлено ряд методів та інструментів, що дозволяють оцінити вплив застосування STEM-підходу до навчання на рівень компетентності учнів закладів загальної середньої освіти: створення відповідних STEM завдань та проектів; спостереження за роботою учнів під час виконання STEM-завдань; збір даних та оцінювання досягнень; залучення та спонукання учнів до самооцінки свого розвитку та навчання; проведення обговорення та рефлексії з учнями їхніх досягнень та викликів. Визначено подальші перспективи наукових досліджень, що включають детальний аналіз впливу STEM-освіти на формування компетентності учнів у галузі природничих наук, техніки і технологій, а також вдосконалення методів оцінювання цього впливу.*

***Ключові слова**: STEM-освіта, STEM-підхід у навчанні, компетентнісний підхід, формування компетентностей, навчання хімії, інтегроване навчання, інноваційна освіта, міждисциплінарний підхід, роль вчителя на уроці.*

**Постановка проблеми**. Провідна ідея сучасних освітніх змін – це перехід від школи знань до школи компетентностей, які в нерозривному зв'язку включають і знання, і уміння і ціннісне ставлення до отриманої інформації та досвіду діяльності. Традиційний результат навчання: «знаю що», змінився у напрямі «знаю як». Відповідно до цього оновлюються Державні стандарти, Концепції, сформовано новий зміст освіти через оновлення змісту програм закладів загальної освіти, розробляються нові інтегровані курси, апробуються нові методики викладання, пишуться нові підручники.

Змінюються і погляди на сучасного учителя. Нинішній учитель із презентатора інформації приміряє роль тьютора, фасилітатора, того, хто пропонує процес, який допомагає учасникам розвинути компетентності. При цьому компетентності, насамперед, виступають як особистісні риси, уміння та здатність провадити професійну діяльність, ставлення та цінності.

Сучасний освітній контекст вимагає поглибленого розгляду проблеми впливу STEM-

освіти на компетентнісне навчання учнів у галузі хімії. Хоча STEM-освіта набула визнання як перспективний підхід, наукові докази впливу впровадження елементів STEM на розвиток компетентностей учнів на уроках потребують розгляду та наукового аналізу.

**Аналіз актуальних досліджень**. У сучасному світі, який переживає шалений розвиток інноваційних технологій, освіта стала невід'ємним чинником формування компетентностей громадян. Важливо надати учням можливість отримати якісну освіту в галузях природничих наук, математики, інженерії та програмування. Саме тому STEM-освіта (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) стала ключовим напрямком в інноваційній освіті. Україна активно прагне інтегруватися в європейський та світовий освітній простір, де пріоритетом є розвиток цінностей та компетентностей учнів.

Головна мета STEM-освіти полягає в реалізації державної політики з урахуванням нових вимог, встановлених Законом України «Про освіту» [1]; Концепцією реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти на період до 2029 року «Нова українська школа», затвердженою розпорядженням Кабінету Міністрів України від 14 грудня 2016 року № 988-р [3]; Концепцією розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти), затвердженої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 05 серпня 2020 року № 960-р [4]. Серед вимог наведених директив виокремлюється важливість посилення науково-технічного напрямку навчально-методичної діяльності на всіх рівнях освіти та створення науково-методичної бази для підвищення творчого потенціалу молоді та професійної компетентності науково-педагогічних працівників.

Система STEM-освіти відповідає ключовим компетентностям Нової української школи і створює основу для успішної самореалізації особистості як фахівця та громадянина. Нині ми стикаємося з дефіцитом фахівців, які володіють науковими знаннями та можуть брати участь в інноваційних процесах для забезпечення сталого розвитку суспільства у майбутньому.

STEM-освіта охоплює такі галузі, як наука, технології, інженерія та математика. Вона передбачає послідовність курсів і програм, які готують учнів до успішного працевлаштування та подальшої освіти після закінчення закладу загальної середньої освіти. Цей підхід вимагає від учнів розвитку різних навичок, включаючи технічні та математичні вміння, а також здатність застосовувати наукові поняття у практичній діяльності. STEM-освіта стала необхідністю в сучасному світі, вона готує молоде покоління до викликів сьогодення та дає їм знання та навички, необхідні для участі в розвитку науки та технологій [2].

Важливо відзначити, що STEM-освіта та STEM-підхід є відносно новими концепціями в українській освіті. Проте їхня актуальність та важливість підтверджуються значною кількістю публікацій, які з'явилися протягом останніх років. Ці публікації стосуються різних аспектів впровадження STEM-освіти в Україні, вирішення її проблем та розгляду перспектив розвитку. Авторами цих досліджень є такі фахівці, як Т. Андрущенко, С. Буліга, І. Василашко, В. Величко, С. Гальченко, Л. Глоба, В. Камишин, Е. Клімова, Н. Морзе, Л. Ніколенко, М. Попова, М. Рибалко, І. Серницький, О. Стрижак, В. Шарко та багато інших [5; 10; 11].

Окрім українських науковців, ця тема також детально висвітлена у працях зарубіжних вчених, таких як M. Harrison, D. Langdon, B. Means, J. Morrison, A. Nicolas, M. Sanders та інші [6 – 9].

**Мета цієї статті** полягає у дослідженні впливу STEM-освіти на компетентнісне навчання учнів хімії.

**Виклад основного матеріалу**. STEM-освіта (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) – це підхід до навчання, який акцентує увагу на поєднанні чотирьох галузей: наука, технології, інженерія і математика. STEM-освіта спрямована на розвиток інтегрованих навичок та знань у цих областях, а також на сприяння розвитку критичного мислення, розв'язанню проблем і творчому підходу до навчання та вирішення завдань.

Навчання за STEM-підходом підкреслює практичну спрямованість та реальний характер завдань і проблем. У STEM-уроках основна увага приділяється процесу інженерного проектування. STEM-освіта впроваджує учнів у сферу практичних досліджень та

спонукає їх до відкритого дослідження. Підхід STEM акцентується на спільній та продуктивній роботі учнів.

Реалізуючи STEM освіту в навчанні учнів Комунальної установи Сумської загальноосвітньої школи І-ІІІ ступенів № 8 Сумської міської ради, нами були виділені такі її переваги:

- інтегроване навчання: STEM-освіта поєднує у собі проектний та міждисциплінарний підхід, використовуючи це поєднання для наочного вивчення складних концепцій та понять;
- застосування отриманих знань: важливим аспектом STEM є наголос на практичному використанні знань. Учні вивчають не просто теоретичні концепції, але й вміють застосовувати ці знання для створення конкретних продуктів і розв'язання реальних повсякденних завдань;
- розвиток критичного мислення: STEM-освіта сприяє розвитку критичного мислення, допомагаючи учням аналізувати складні проблеми та розробляти ефективні рішення, базуючись на умінні здобувати знання із достовірних джерел і перевіряти їх;
- підвищення впевненості: практичне застосування знань та участь у проектах підвищують впевненість у власних здібностях та стимулюють самостійність
- робота в команді: STEM-навчання сприяє розвитку навичок спільної роботи та комунікації, розвитку soft-skills, що є важливими у сучасному світі;
- підвищення інтересу до технічних дисциплін: учні дізнаються, що вивчення інженерних та технічних предметів може бути цікавим та захопливим;
- інноваційність: STEM-освіта включає в себе використання новітніх технологій та методів навчання, що підтримує інноватику та креативність;
- підготовка до майбутньої кар'єри: зростаючий попит на фахівців у галузі STEM забезпечує випускникам прямий шлях до успішної кар'єри в різних галузях, включаючи інженерію, комп'ютерні науки, природничі науки, медицину, та інші;
- підготовка до бурхливого технічного розвитку: сучасна освіта має сприяти всебічному розвитку учнів, а STEM-освіта є ідеальним інструментом для досягнення цієї мети.

Впровадження STEM-освіти є важливим завданням у сучасній освіті. Основним принципом STEM є інтегроване вивчення науки, технологій, інженерії та математики, яке вимагає підходу, відмінного від класичного. Щоб успішно впровадити STEM-освіту, необхідно враховувати кілька важливих аспектів:

- інтегровані дисципліни: STEM-освіта базується на інтегрованому підході, де різні предмети об'єднуються в єдиний освітній процес. Учні одночасно розвивають навички у природничо-математичних науках і технологіях, що допомагає їм більш глибоко розуміти взаємозв'язки між цими предметами;
- практичні завдання: у STEM-освіті великий акцент робиться на практичних завданнях та проектах. Учні вчаться застосовувати теоретичні знання для створення реальних продуктів та розв'язання реальних завдань;
- комплексне мислення: однією з основних цілей STEM-освіти є розвиток комплексного мислення. Учні навчаються дивитися на проблеми з різних сторін, робити аналіз та знаходити найкращі рішення;
- практична реалізація: під час STEM-уроків діти мають можливість не лише отримувати теоретичні знання, але і відразу застосовувати їх на практиці. Це допомагає зміцнити отримані знання та навички;
- активне навчання: STEM-освіта спонукає учнів до активного навчання та розв'язання складних завдань. Вони вчаться самостійно досліджувати та розв'язувати проблеми;
- залучення до технічних предметів: STEM залучає учнів до технічних наук та інженерії, роблячи їх захоплюючими і цікавими для учнів;
- підготовка до кар'єри: учні, які навчаються із впровадженням STEM-освіти, мають підготовку до кар'єри у різних галузях, де високо цінуються навички в STEM-дисциплінах;
- готовність до технічного розвитку: STEM-освіта допомагає підготувати молодь до швидкого та бурхливого розвитку технологій у сучасному світі.

Нами були сформульовані вимоги до сучасного уроку хімії в закладі загальної середньої освіти:

- високий рівень інформатизації структури уроку. Плануючі результати уроку, учитель передбачає продукти освітньої діяльності учнів, виходячи з концепції STEM:
  - ✓ S (наука): хімія/біологія/екологія/інформатика/основи здоров'я. Продукт: спостереження, проведення дослідів, розкриття ключових понять уроку і його складових частин, усвідомлення ціннісного значення отриманих на уроці знань і навичок;
  - ✓ T (технологія): формування навичок самостійної дослідницької діяльності та вдосконалення вміння опрацьовувати інформацію. Продукт: створення відеороликів, презентацій, презентування власних напрацювань, розвиток комунікативних навичок;
  - ✓ E (інженерія): проектування, дизайн моделей у т.ч. віртуальних. Продукт: виготовлення наочності своїми руками, створення презентацій, інших продуктів дослідження, елементи інженерного проектування, групова робота;
  - ✓ M (математика): вдосконалювати навичок вимірювання та обчислення, навички читати графіки, проводити обчислення, користуватися кількісними та порядковими числівниками. Продукт: розуміння якісного і кількісного складу хімічних формул, отриманої інформації, аналіз результатів «Підсумкової діагностичної роботи»;
- суттєве зростання тривалості самостійної роботи учнів на уроці (не менше 20-25 хвилин), під час якої реалізуються елементи інноваційних (сучасних) технологій – проектної, інтерактивної, дослідницької;
- зміна підходів до самого процесу навчання та до ролі вчителя, який поєднує навчання учнів, здатність грамотно говорити, підтримувати діалог, володіє сучасними (у т.ч. цифровими) технологіями, має зразкові особисті якості, зрозуміло пояснює, вчиться протягом життя, планує свій професійний розвиток.

Важливе питання, яке постало перед нами, – це методи та інструменти, що дозволять оцінити вплив застосування STEM-підходу до навчання на рівень компетентності учнів загальної середньої освіти. Ми виокремили ряд наступних інструментів:

- створення відповідних завдань та проектів: розробка STEM-завдань та проектів, які сприяють розвитку конкретних компетентностей, а перед учнями постають завдання, які вимагають застосування математичних знань, наукового методу, інженерного дизайну тощо. Перед виконанням таких STEM-проектів учнів знайомлять із чіткими і конкретними вимогами до їх оцінювання. Запропоновані критерії оцінювання мають дозволити оцінити розвиток навичок та компетентностей;
- спостереження за роботою учнів під час виконання STEM-завдань. Важливо відмітити, як учні працюють в команді, як застосовують знання та навички, як розв'язують проблеми;
- збір даних та оцінювання досягнень: проводиться оцінювання досягнень учнів до та після впровадження STEM-навчання. Порівняння отриманих даних дозволяє побачити, чи відбулися позитивні зміни в набутті учнями компетентностей;
- залучення та спонукання учнів до самооцінки свого розвитку та навчання в рамках STEM-проектів. Можна запропонувати учням вести щоденники або журнали, в яких відображатиметься власний прогрес та здобуті навички;
- проведення обговорення та рефлексії з учнями їхніх досягнень та викликів під час STEM-навчання.

Загалом, оцінка впливу STEM-навчання на розвиток компетентностей учнів вимагає систематичного підходу та використання різних методів оцінювання. Варто усвідомлювати, що вплив може бути помітним не відразу, а з часом, тому важливо бути терплячим і відкритим до коригування методів навчання для досягнення найкращих результатів.

**Висновки та перспективи подальших наукових розвідок**. У зв'язку зі сучасними трансформаціями у галузі освіти, які визначають перехід від передачі фактичних знань до розвитку компетентностей учнів, STEM-освіта стає дедалі важливішою темою досліджень. Оновлення Державних стандартів, концепцій освіти, перетворення навчальних програм та

впровадження нових методик створюють новий освітній контекст. Незважаючи на доведену важливість упровадження STEM-освіти, необхідне докладне дослідження та науковий аналіз впливу STEM-підходу на розвиток компетентностей учнів, зокрема й на уроках хімії.

У статті сформульовані вимоги до сучасного уроку хімії:

- високий рівень інформатизації уроку та формулювання результатів уроку у вигляді конкретних продуктів освітньої діяльності учнів;
- збільшення тривалості самостійної роботи учнів на уроці;
- зміна підходів до навчального процесу та ролі вчителя.

Виділено низку методів та інструментів, які дозволяють оцінити вплив застосування STEM-підходу до навчання на рівень компетентності учнів:

- розробка STEM завдань та проектів;
- спостереження за роботою учнів під час виконання STEM-завдань;
- збір даних та оцінювання досягнень учнів до і після реалізації STEM-підходу до навчання;
- залучення та спонукання учнів до самооцінки свого розвитку та навчання;
- проведення обговорення та рефлексії разом з учнями стосовно їхніх досягнень та викликів.

Подальші перспективи наукових досліджень включають детальний аналіз впливу STEM-освіти на формування компетентності учнів у галузі природничих наук, техніки і технологій, а також вдосконалення методів оцінювання цього впливу.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES


1. Закон України «Про освіту» (2017). Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text. (Law of Ukraine “On education” (2017). Retrieved from: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text.
2. Збірник матеріалів «STEM-школа – 2021». (2021). Н. І. Гущина, І. П. Василашко, О. О. Патрикєева, О. В. Коршунова, Л. Г. Булавська (уклад.). Київ: Видавничий дім «Освіта». (Collection of materials "STEM school – 2021". (2021). N. I. Gushchyna, I. P. Vasylashko, O. O. Patrikyeeva, O. V. Korshunova, L. G. Bulavska (compiler). Kyiv: Vydavnychyi dim «Osvita»).
3. Концепція реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти на період до 2029 року «Нова українська школа». (2016). Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/988-2016-%D1%80#Text. (Concept of implementation of State Policy in the Field of General Secondary Education Reform for the period until 2029 "New Ukrainian School". (2016). Retrieved from: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/988-2016-%D1%80#Text).
4. Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти). (2020). Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text. (Concept of development of Science and Mathematics education (STEM Education). (2020). Retrieved from: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text).
5. Упровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної і неформальної освіти обдарованих учнів: методичні рекомендації. (2019). Н. І. Поліхун, К. Г. Постова, І. А. Сліпухіна, Г. В. Онопченко, О. В. Онопченко (уклад.). Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України. (Implementation of STEM Education in the Conditions of Integration of formal and informal Education of gifted students: Methodical Recommendations. (2019). N. I. Polihun, K. G. Postova, I. A. Slipukhina, G. V. Onopchenko, O. V. Onopchenko (compiler). Kyiv: Institute of the Gifted Child of the National Academy of Sciences of Ukraine).
6. Asunda, P. A., Mativo, J. (2016). Integrated STEM: A new primer for teaching technology education. Technology and Engineering Teacher, 75(4), 8–13.
7. Bouwma-Gearhart, J., Perry, K. H., Presley, J. B. (2014). Improving postsecondary STEM education: Strategies for successful interdisciplinary collaborations and brokering engagement with education research and theory. Journal of College Science Teaching, 44(1), 40–47.
8. Morrison, J. (2006). "TIES STEM Education Monograph Series: Atributes of STEM Education". Baltimore, MD:TIES, (2): 5.

9. Rif'atunnisa, N. B., Wardani, R., Durotul, Y., Adi, A. A. (2018). Influence of Learning Model Based on Project and Inquiry is Leading to Skin Literature Ability Based on Learning Learning in Basic School (Experimental Study by Applying STEM-based Learning). American Journal of Educational Research. 2018; 6(7):1029-1032. https://doi.org/10.12691/education-6-7-21.
10. Stryzhak, O. Y., Slipukhina, I. A., Polikhun, N. I., Chernetckiy, I. S. (2017). «STEM-освіта: основні дефініції». Інформаційні технології і засоби навчання, 62(6), 16–33. (Stryzhak, O. Y., Slipukhina, I. A., Polikhun, N. I., Chernetckiy, I. S. (2017). "STEM- Education: Basic Definitions". Information Technologies and Teaching Aids, 62(6), 16–33).
11. Yurchenko, K. (2022). Закордонний досвід та перспективи розвитку STEM-освіти в українських школах. Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: «Педагогіка. Соціальна робота», 1(50), 337–340. https://doi.org/10.24144/2524-0609.2022.50.337-340. (Yurchenko, K. (2022). Foreign Experience and Prospects for the Development of STEM Education in Ukrainian Schools. Scientific Bulletin of Uzhhorod University. Series: "Pedagogy. Social work", 1(50), 337–340. https://doi.org/10.24144/2524-0609.2022.50.337-340).

**Lebedinets N. I., Babenko O. M., Lebedinets S. P. STEM-education as an important factor of competent teaching of chemistry.**

***Summary***. *Modern transformations in the field of education are characterized by a transition from an approach aimed at the transfer of factual knowledge to an emphasis on the formation of competencies. This new educational concept emphasizes the importance of developing student skills, abilities, value attitude to acquired information and experience, combining these aspects with knowledge. Such a change in approach led to the updating of the State Standards, the revision of education concepts, the transformation of educational programs, the development of integrated courses, and the introduction of new teaching methods. Taking into account the importance of the implementation of STEM education, the scientific justification of the impact of this approach on the development of students' competencies, in particular chemistry, still requires detailed research and scientific analysis. The purpose of the article is to investigate the impact of STEM education on the competence training of chemistry students. The article highlights the main advantages of implementing STEM education and a number of its important aspects. Formulated requirements for a modern chemistry lesson in a general secondary education institution: high level of informatization of the lesson structure and formulation of lesson results in the form of products of students' educational activities; a significant increase in the duration of independent work of students in class; changing approaches to the learning process itself and to the teacher's role. A number of methods and tools have been singled out that allow assessing the impact of the application of the STEM approach to education on the level of competence of students of general secondary education institutions: creation of relevant STEM tasks and projects; observation of students' work during STEM tasks; data collection and achievement evaluation; engaging and encouraging students to self-assess their development and learning; discussion and reflection with students of their achievements and challenges. The further prospects of scientific research, including a detailed analysis of the impact of STEM education on the formation of students' competence in the field of natural sciences, engineering and technology, as well as the improvement of methods for evaluating this impact, have been determined.*

***Keywords****: STEM-education, STEM-approach in education, competence approach, competence formation, chemistry education, integrated education, innovative education, interdisciplinary approach, teacher's role in the lesson.*

**УДК 373.5.016:57:[37.018.43:004.4]**
**DOI 10.5281/zenodo.10214292**

**А. Р. Настечик**
ORCID ID 0000-0003-2632-9210
**Л. П. Міронець**
ORCID ID 0000-0002-9741-7157
Сумський державний педагогічний
університет імені А.С. Макаренка

# МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ ВІДЕОСКРАЙБІНГУ З МЕТОЮ СТИМУЛЯЦІЇ ПІЗНАВАЛЬНОГО ІНТЕРЕСУ В УЧНІВ 8-9 КЛАСІВ ДО ВИВЧЕННЯ БІОЛОГІЇ

*Стрімке оновлення сфери освітніх технологій пояснюється постійним розвитком технічних засобів навчання, що не зупиняються у власному вдосконаленні. Одним з актуальних сучасних методів стимуляції пізнавального інтересу в учнів 8-9 класів є відеоскрайбінг.*

*Ми ознайомилися зі змістом теоретико-методологічних досліджень діагностики та стимуляції, експериментально перевірили вплив відеоскрайбінгу на підвищення рівня пізнавального інтересу в учнів 8-9 класів до вивчення біології для кращого формування компетенцій, визначених навчальною програмою. Для цього ми скористалися такими теоретичними методами, як: аналіз, узагальнення та пояснення; такими емпіричними методами, як: експеримент, спостереження та опис.*

*Наше експериментальне дослідження присвячене використанню відеоскрайбінгу як одного з методів підвищення рівня пізнавального інтересу в учнів 6-9 класів до вивчення біології, а також їхнього ліпшого формування компетенцій з цього предмету, визначених навчальною програмою.*

*Проаналізувавши науково-методичні праці сучасних дослідників, ми дізналися сутність пізнавального інтересу як важливого компонента до стимуляції мотивації до вивчення біології, вікові особливості учнів 8-9 класів, специфіку проведення методики дослідження рівня пізнавального інтересу в учнів зазначеної категорії, а також закономірності застосування відеоскрайбінгу як одного з методів підвищення рівня пізнавального інтересу підлітків до вивчення біології.*

*Спираючись на рекомендації щодо проведення зазначеної методики, ми створили власну та впровадили її під час експериментального дослідження. Ми дослідили, що показники рівня пізнавального інтересу дітей були нижчими, ніж стали після використання методики. Тому ми можемо стверджувати, що використання відеоскрайбінгу як методу стимуляції пізнавального інтересу в учнів до вивчення біології та кращого засвоєння навчального матеріалу з цього предмету є ефективним.*

***Ключові слова:*** *методика використання відеоскрайбінгу, відеоскрайбінг, пізнавальний інтерес, пізнавальний інтерес до вивчення біології, рівні пізнавального інтересу, психологічні особливості розвитку підлітків, методика стимуляції пізнавального інтересу, сучасні проблеми українських закладів освіти.*

**Постановка проблеми.** Пізнавальний інтерес учнів є важливим компонентом для формування компетентностей навчальної програми з будь-якого предмета у сучасних закладах загальної середньої освіти. В умовах сьогодення, коли освітній процес здійснюється уже декілька років онлайн, проблема стимулювання пізнавального інтересу стоїть особливо гостро.

Наше дослідження присвячене проблемі стимуляції пізнавального інтересу в учнів 8-9 класів до вивчення біології, адже специфіка психологічного розвитку даної категорії дітей є актуальним питанням у сучасній освітній системі, що побудована на особистісно-орієнтованому підході до кожного з учнів. Не є новиною, що діти цього віку мають такі

психологічні особливості, що є цікавими та одночасно складними для організації урочних і позакласних занять.

Відповідно для того, щоб стимулювати пізнавальний інтерес зазначеної категорії учнів, учителю слід мати достатній рівень обізнаності в сферах теоретико-методологічних основ власних дисциплін і специфіки психологічного розвитку різних вікових категорій учнів, використання сучасних технічних засобів навчання, методик навчання та виховання учнів різних вікових і нозологічних категорій тощо. Це допоможе швидше знаходити шляхи співпраці з учнями та ефективніше сприяти формуванню компетентностей, визначених навчальною програмою.

Ми проаналізували теоретичні й експериментальні дослідження щодо стимуляції пізнавального інтересу в учнів 8-9 класів до вивчення біології з використанням відеоскрайбінгу і дійшли висновку, що саме він може бути одним з ефективних використовуваних засобів для підвищення рівня пізнавального інтересу в учнів 6-9 класів до вивчення біології для кращого засвоєння навчального матеріалу.

**Аналіз актуальних досліджень.** Сучасна теоретико-методологічна база зазначеної теми доводить, що багато дослідників мають різні думки щодо стимуляції пізнавального інтересу в учнів 8-9 класів до вивчення біології шляхом використання відеоскрабінгу.

А. О. Данченко (2021), А. Я. Бондар (2014), Н. Г. Макаренко (2014) та інші надали визначення пізнавальному інтересу як явищу, завдяки якому та чи інша особа має мотивовану емоційну спрямованість до певного предмета пізнання [4].

Г. М. Прихожан (2016), Д. І. Фельдштейн (2001) висунули власні класифікації підліткового віку, що мали певну різницю. Не зважаючи на це, науковців об’єднують спільні думки щодо специфіки етапів психологічного розвитку в учня-підлітка [6, 10].

О. В. Старовойт (2021), І. Дьоміна (2019) та інші у своїх дослідженнях висвітлили рекомендації щодо стимуляції пізнавального інтересу в підлітків [9, 6, 10].

А. В. Андрущенко (2018), К. А. Ляшок (2014), С. Я. Харченко (2021) та інші дослідники займалися вивченням сучасних проблем освітньої галузі в Україні, що можуть бути причиною пригнічення пізнавального інтересу в учнів 6-9 класів до вивчення біології [4].

І. В. Андрощук (2019), І. П. Андрощук (2019), Д. Л. Бучинська (2016), В. Василюк (2017), Н. Г. Сидорчук (2016) та інші у своїх дослідженнях визначили, що відеоскрайбінг є методом пояснення або розповіді, що супроводжується графічними ілюстраціями зі змістовим наповненням навчального матеріалу, і допомагає учням краще сприймати навчальний матеріал завдяки зоровому та слуховому аналізаторам одночасно [1, 9].

В. П. Вембер (2016) і Д. Л. Бучинська (2016) у своїх наукових дослідженнях виокремили такі види відеоскрабінгу: професійний, напівпрофесійний, аматорський [5].

А. Мірошнікова (1993) провела педагогічний експеримент щодо використання відеоскрайбінгу, результат якого полягав у тому, що учні краще запам’ятовують той навчальний матеріал, на якому є менша концентрація їхньої уваги, ніж вимагає звичайний урок [1].

**Мета статті.** Проаналізувати теоретико-методологічні засади стимуляції пізнавального інтересу, експериментально перевірити вплив відеоскрайбінгу на підвищення рівня цього інтересу в учнів 8-9 класів до вивчення біології.

**Виклад основного матеріалу.** Сучасні дослідження можуть стати помічниками у визначенні специфіки використання методів і засобів для стимуляції пізнавального інтересу в учнів 8-9 класів до вивчення біології, адже стимуляція пізнавального інтересу в учнів зазначеної категорії є актуальною проблемою сьогодення в освітньому просторі [6, 8, 10].

Ознайомившись із сучасними дослідженнями, що стосуються актуальних технічних засобів навчання, ми дійшли висновку, що відеоскрайбінг може бути ефективним методом стимуляції пізнавального інтересу в учнів 8-9 класів до вивчення біології [1, 4, 8, 9, 10, 12].

Існує класифікація етапів створення та використання відеоскрайбінгу під час освітнього процесу (К. П. Федорошина, 2020), на яку ми спиралися під час власного дослідження. Перший етап передбачає створення плану для власного виступу. Аналіз

змістовного компонента власного виступу відбувається на другому етапі. На третьому етапі проходить вибір візуальних образів, що мають супроводжувати розповідь відповідача. Перевірка власної презентації на простоту, доступність і актуальність охоплює четвертий етап. На п'ятому етапі розпочинається процес візуалізації з дотриманням таймінгу власного виступу [11].

Сучасні фахівці психолого-педагогічної галузі надавали перевагу різним методикам діагностики рівня пізнавального інтересу до вивчення різних навчальних предметів учнів різних вікових груп. Переважна кількість таких методик має однакову специфіку. Зазвичай вони полягають або у звичайному спостереженні за успішністю учнів, або у використанні певних опитувальників чи анкет [1, 11].

Спираючись на методику К. П. Федорошиної, ми створили власну з таким алгоритмом використання під час освітнього процесу [11].

Першим її кроком є вибір вікової категорії учнів. Для експерименту обираються учні, які мають приблизно однаковий рівень розвитку пізнавального інтересу та навчальних досягнень. Другий крок передбачає аналіз навчальної програми вибраного класу, що є актуальним для детального розуміння, з чим учням доведеться працювати, який період часу та які саме результати навчання вони здобудуть. Третій крок спрямований на визначення специфіки анкетування: діагностика пізнавального інтересу в учнів до вивчення усього предмету біології або до вивчення однієї теми. Четвертий крок охоплює створення анкетування, доступного для учнівського розуміння. На п'ятому кроці відбувається проведення анкетування. Шостий крок передбачає аналіз отриманих результатів. Використання запланованих додаткових технічних засобів для стимуляції пізнавального інтересу (використання відеоскрайбінгу) проходить на сьомому кроці. Проведення того самого анкетування, що вже було під час п'ятого кроку, ще раз відбувається при виконанні восьмого кроку. Це передбачає дослідження змін зацікавлення учнів до вивчення повністю того чи іншого предмета або ж конкретно якоїсь однієї з його тем, передбачених навчальною програмою. Дев'ятим кроком, як уже було зазначено, є аналіз отриманих результатів. Опис експериментального процесу та зазначення одержаних результатів – останній, десятий, крок.

Спираючись на специфіку методики дослідження впливу відеоскрайбінгу на підвищення рівня пізнавального інтересу в учнів 8-9 класів до вивчення біології та кращого опанування компетентностей, визначених навчальною програмою [7], а також користуючись методичними розробками уроків біології, ми провели паралельний педагогічний експеримент в Комунальній установі Сумська спеціалізована школа І-ІІІ ступенів № 7 імені Максима Савченка.

Ми провели дослідження з учнями 8-9 класів, визначивши рівень їхнього пізнавального інтересу до та після використання відеоскрайбінгу, і наприкінці нашої роботи порівняли отримані результати. Нами були розроблені уроки біології з використанням відеоскрайбінгу для досягнення заданої мети.

На початку нашого практичного дослідження в усіх класах ми провели першочергове опитування щодо зацікавленості учнів у вивченні біології. Для цього ми створили власне анкетування на основі того, що було застосоване у методиці К. П. Федорошиної [11]. Зміст цього анкетування висвітлений у його інструкції. До неї належать основні рекомендації щодо алгоритму виконання; твердження (наприклад, «я вважаю, що вивчення біології є важливим для мого життя»), що учні мають оцінити за шкалою від 0 до 4 (0 – зовсім не погоджуюсь, 1 – скоріше не погоджуюсь, 2 – частково погоджуюсь, 3 – скоріше погоджуюсь, 4 повністю погоджуюсь); результативні чотири рівні: низький, середній, достатній і високий рівні, що описані наприкінці інструкції. Їх визначає певна кількість балів, що отримав учень.

13 учнів восьмого класу взяли участь в анкетуванні. Ніхто з них не мав низький рівень пізнавального інтересу, 2 учні мали середній рівень пізнавального інтересу (15, 38 %), 5 – достатній рівень (38, 46 %), 6 високий рівень (46, 15 %). 13 учнів дев'ятого класу взяли участь в анкетуванні. 1 з учнів мав низький рівень пізнавального інтересу (7, 69 %), 3 учні – середній рівень (23, 08 %), стільки ж достатній (23, 08 %), 6 учнів – високий рівень (46, 15 %).

Згідно зі змістом навчальної програми з біології, учні восьмого класу вивчають розділ під назвою «Вища нервова діяльність». Даний розділ розрахований на те, щоб восьмикласники вміли розрізняти типи вищої нервової діяльності та властивості темпераменту, порівнювали умовні та безумовні рефлекси, першу та другу сигнальні системи, оперували основними термінами тощо.

Ми використали відеоскрайбінг на уроці систематизації й узагальнення знань на тему «Будова та функції нервової системи. Центральна і периферична нервова система людини». Під час перебігу його третього етапу педагогічного експерименту, відтворення та коригування опорних знань ми запропонували учням виконати вправу «Згадай», що передбачає спочатку перегляд відео та відповіді на запитання щодо визначення нервової системи та рефлексів, опису її структури, функцій і рефлекторної дуги. У цьому відео діти побачили, що таке нервова система, які є її види, з чого вона складається, як виглядають її частини, які функції вони виконують тощо.

На уроці закріплення знань, умінь і навичок з цієї теми ми також використали відеоскрайбінг. Ми це зробили на етапі виконання практичних завдань на повторення й закріплення основних умінь і навичок. Ми запропонували дітям об'єднатися у групи під назвами двох видів нервової системи в організмі людини, переглянути уважно відео, а потім пограти в «Сигнальну гру». Тобто, учням було запропоновано дві ситуації, коли на організм людини впливає певний подразник, кожен учасник команди мав бути розподілений на роль частин тіла та показати, яким чином і за яким порядком кожна частина тіла людини впливає на запропонований подразник і які процеси за собою веде.

Згідно зі змістом навчальної програми з біології, дев'ятикласники вивчають розділ «Надорганізмові біологічні системи», що передбачає уміння застосовувати знання про специфіку функціонування популяцій, екосистем, біосфери, уміння складати ланцюги живлення в межах екосистем, оперувати основними термінами тощо.

Під час уроку засвоєння нових знань на тему «Харчові зв'язки та потоки енергії в екосистемах» на другому етапі актуалізації опорних знань ми застосували відео. Діти переглянули визначення екологічних пірамід, їхню будову, особливості кожного з їх рівнів та специфіку кількісного співвідношення. Спочатку діти уважно переглянули відео, а потім взяли участь у фронтальній бесіді за змістом.

Урок перевірки та коригування знань, умінь і навичок з цієї ж теми був присвячений виконанню практичної роботи. На етапі використання знань у стандартних умовах ми знову застосували відео. Ми запропонували дітям уважно переглянути відео, а потім розв'язати задачу, запропоновану в перебігу практичної роботи.

Наприкінці нашого експериментального дослідження ми запропонували всім учням експериментальних класів пройти повторне анкетування.

13 учнів восьмого класу взяли участь в анкетуванні. Ніхто з них не мав низький рівень пізнавального інтересу, 2 учні мали середній рівень пізнавального інтересу (15, 38 %), 3 – достатній рівень (23, 08 %), 8 високий рівень (61, 54 %). 13 учнів дев'ятого класу взяли участь в анкетуванні. Ніхто з учнів не мав низький рівень пізнавального інтересу, 3 учні – середній рівень (23, 08 %), стільки ж достатній, 7 учнів – високий рівень (53, 85 %).

Наприкінці експерименту за нашим проханням 26 учнів висловили свої враження щодо використання відеоскрайбінгу як додаткового засобу навчання біології. 22 учні (84,62 %) були задоволені використанням відеоскрайбінгу та порадили частіше використовувати його під час вивчення нових тем з біології, бо, на їхню думку, це полегшує запам'ятовування нового матеріалу завдяки простому та яскравому викладенню. 4 учні (15,38%) написали, що відеоскрайбінг ніяк не вплинув на їхнє покращення запам'ятовування тем з біології, а також зазначили, що їм залишилося важким засвоювання навчального матеріалу.

**Висновки та перспективи подальших наукових досліджень.** Таким чином, проаналізувавши теоретико-методологічні засади щодо основних характеристик пізнавального інтересу в учнів, вікових особливостей підлітків, специфіки використання відеоскрайбінгу та його вплив на підвищення рівня пізнавального інтересу в учнів, ми

створили власну методику дослідження рівня інтересу в учнів 8-9 класів до вивчення біології шляхом використання додаткового засобу під час освітнього процесу – відеоскрайбінгу – та впровадили її у практику.

Перебіг дослідження допоміг визначити початковий рівень пізнавального інтересу в учнів, провести уроки біології з використанням відеоскрайбінгу, визначити його вплив на рівень пізнавального інтересу дітей, порівняти попередні результати анкетування та останні, підбити підсумки проведеного педагогічного експерименту та заслухати відгуки/пропозиції учасників експериментального дослідження з приводу використання методу відеоскрайбінгу під час вивчення не лише такого предмета, як біологія, а й інших, передбачених навчальними програмами для всіх учнів.

Під час нашого експерименту ми отримали позитивні результати дослідження. У більшості учнів класу рівень пізнавального інтересу до вивчення біології був підвищений завдяки використанню методу відеоскрайбінгу. У деяких дітей рівень пізнавального інтересу не змінився.

Наприкінці дослідження учні класу коментували вплив відеоскрайбінгу на рівень їхнього пізнавального інтересу. Більшість з них висловила позитивні відгуки, порадивши частіше використовувати різні варіанти сучасних технічних засобів для спрощеного викладу навчального матеріалу усіх навчальних предметів. Меншість відгукнулася нейтрально з приводу використання відеоскрайбінгу. Вони наголосили на тому, що цей метод ніяк не вплинув на їхні результати навчання з біології.

Спираючись на результати власного дослідження, ми можемо зазначити, що відеоскрайбінг є ефективним додатковим засобом стимуляції пізнавального інтересу для більшості учнів 8-9 класів до вивчення біології, а також допомагає краще засвоїти навчальний матеріал.

Проаналізувавши теоретико-методологічну літературу та провівши власний педагогічний експеримент згідно з темою нашого дослідження, можемо зазначити, що подальшого дослідження потребує проблема організації належних умов для проведення уроку біології з використанням відеоскрайбінгу для стимуляції пізнавального інтересу в учнів 8-9 класів з метою якісного діагностування психологічного портрета та застосування відеоскрайбінгу не лише для підвищення зацікавлення до даного навчального предмета, а й підтримання якомога вищого рівня пізнавального інтересу в учнів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Андрощук, І. В., Андрощук, І. П. (2019). Скрайбінг-презентація як засіб підвищення ефективності освітнього процесу в закладах загальної середньої освіти. Інформаційні технології і засоби навчання, Т. 72, 4, сс. 67–80. (Androschuk, I. V., Androschuk, I. P. (2019). Scribing-presentation as a means of increasing the efficiency of the educational process in institutions of general secondary education. Information technologies and teaching aids, Vol. 72, 4, pp. 67–80).
2. Андрущенко, А. В. (2018). Актуальні проблеми освіти і науки в українських реаліях. Всеосвіта. Режим доступу: https://vseosvita.ua/library/aktualni-problemi-osviti-i-nauki-v-ukrainskih-realiah-12228.html. (Andrushchenko, A. V. (2018). Actual problems of education and science in Ukrainian realities. General education. Retrieved from: https://vseosvita.ua/library/aktualni-problemi-osviti-i-nauki-v-ukrainskih-realiah-12228.html).
3. Актуальні питання спеціальної, інклюзивної і здоров’язбережувальної освіти. Ю. Д. Бойчук (ред.). (2022). Харків : ХНПУ імені Г. С. Сковороди. (Actual issues of special, inclusive and health-preserving education. Yu. D. Boychuk (ed.). (2022). Kharkiv: KhNPU named after H.S. Skovoroda.).
4. Бондар, А. Я., Макаренко, Н. Г. (2014). Шляхи формування пізнавального інтересу особистості в процесі професійного саморозвинення. Психологічні науки, сс. 32–37. (Bondar, A. Ya., Makarenko, N. G. (2014). Ways of forming the cognitive interest of the individual in the process of professional self-development. Psychological sciences, pp. 32–37.).

5. Вембер, В. П., Бучинська, Д. Л. (2016). Сучасні типи навчального відео та особливості їх використання у навчальному процесі. Освітологічний дискурс, сс. 19–29. (Vember, V. P., Buchynska, D. L. (2016). Modern types of educational video and features of their use in the educational process. Educational discourse, pp. 19–29.).
6. Дьоміна, І. (2019) Як навчати підлітків і не стати ворогом. НУШ. Режим доступу : https://nus.org.ua/view/yak-navchaty-pidlitkiv-i-ne-staty-vorogom/. (Dyomina, I. (2019) How to teach teenagers and not become an enemy. NUSH. Retrieved from: https://nus.org.ua/view/yak-navchaty-pidlitkiv-i-ne-staty-vorogom/).
7. Костіков, І. Ю. та ін. (2017). Біологія 6-9 класи. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів. МОН України, сс. 51. (Kostikov, I. Yu. and others. (2017). Biology 6-9 grades. Curriculum for general educational institutions. MES of Ukraine, pp. 51.).
8. Навчальні ігри на уроках біології як засіб активізації пізнавальної діяльності учнів (2017). База знань "Allbest", сс. 1–2. Режим доступу : https://knowledge.allbest.ru/pedagogics/3c0a65625b2bc79b5c53a89421306c36_0.html#text. (Educational games in biology lessons as a means of activating students' cognitive activity (2017). Knowledge base "Allbest", ss. 1–2. Retrieved from: https://knowledge.allbest.ru/pedagogics/3c0a65625b2bc79b5c53a89421306c36_0.html#text).
9. Сидорчук, Н. Г. (2016). Скрайбінг: інновації та традиції аудіовізуальної підтримки навчального процесу. Креативна педагогіка. Академія міжнародного співробітництва з креативної педагогіки «Полісся», 11, сс. 57–64. (Sydorchuk, N. G. (2016). Scribing: innovations and traditions of audiovisual support of the educational process. Creative pedagogy. Academy of international cooperation in creative pedagogy "Polyssia", 11, pp. 57–64.).
10. Старовойт, О. В. (2021). 10 способів, як мотивувати підлітків до навчання: поради дитячої психологині. Всеосвіта. Режим доступу: https://vseosvita.ua/news/10-sposobiv-iak-motyvuvaty-pidlitkiv-do-navchannia-porady-dytiachoi-psykholohyni-42243.html. (Starovoit, O. V. (2021). 10 ways to motivate teenagers to study: advice from a child psychologist. General education. Retrieved from: https://vseosvita.ua/news/10-sposobiv-iak-motyvuvaty-pidlitkiv-do-navchannia-porady-dytiachoi-psykholohyni-42243.html).
11. Федоришина, К. П. (2020). Технологія «скрайбінг» як інновація навчання студентів іноземній мові. Мова та культура: сучасні аспекти співвідношення, сс. 34–38. (Fedoryshyn, K. P. (2020). "Scribing" technology as an innovation in teaching students a foreign language. Language and culture: modern aspects of the relationship, pp. 34–38).
12. Ярмощук, О. О., Василюк, В. М., Демчук, О. О. (2017). Використання скрайбінгу як активного методу навчання на заняттях зі студентами спеціальності «Фізичне виховання». Актуальні проблеми педагогіки, психології та професійної освіти, Т. 1. Режим доступу: http://journals.uran.ua/apppfo. (Yarmoshchuk, O. O., Vasylyuk, V. M., Demchuk, O. O. (2017). Using scribing as an active learning method in classes with students of the "Physical Education" specialty. Actual problems of pedagogy, psychology and professional education, T. 1. Retrieved from: http://journals.uran.ua/apppfo).

**Nastechyk A. R., Mironets L. P. Methods of using video scripting with the purpose of stimulating cognitive interest in the students of 8-9 grades in the study of biology.**

***Summary.*** *The rapid renewal of the field of educational technologies is explained by the constant development of technical means of education. They do not stop in their own improvement, there by keeping up with the rapidly passing time. One of the current modern methods of stimulating cognitive interest in students of grades 6-9 is video scribing. The method of use for increasing the level of cognitive interest in the study of biology is considered in our exploration.*

*We got acquainted with the content of theoretical and methodological research on diagnostics and stimulation, experimentally tested the effect of video scribing on increasing the level of cognitive students` interest of grades 6-9 in studying biology for better knowledge` assimilation, skills and skills of the training program. For this, such theoretical methods were used as: analysis, generalization and explanation; such empirical methods as: experiment, observation and description.*

*Our experimental study is devoted to the use of video scribing as one of the methods of increasing the level of students` cognitive interest of grades 6-9 in the study of biology, as well as their better assimilation of knowledge, abilities and skills in this subject, defined by the training program.*

*Having analyzed the scientific and methodological works of modern researchers, we learned the essence of cognitive interest as an important component for stimulating motivation to study biology, the age characteristics` students of grades 6-9, the specifics of conducting research on the level of cognitive interest in students of the specified category, as well as the patterns of using video scribing as one on methods of increasing the level of cognitive interest of adolescents in the study of biology.*

*Based on the recommendations for conducting the specified technique, we created our own and implemented it during an experimental study. We investigated that the indicators of the level of cognitive interest of children were lower than they became after using the technique. So, we can state that the use of video scribing as a method of stimulating students' cognitive interest in studying biology and better assimilation of educational material from this subject is effective.*

***Key words.*** *Methodology of using videoscribing, videoscribing, cognitive interest, cognitive interest in studying biology, levels of cognitive interest, psychological features of adolescent development, methods of stimulating cognitive interest, modern problems of Ukrainian educational institutions.*

**УДК 514.12(07)**
**DOI 10.5281/zenodo.10213847**

**Н. П. Селезньова**
ORCID ID 0000-0003-0849-3092
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
**О. І. Кушлик-Дивульська**
ORCID ID 0000-0002-4999-6641
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

# КРИВІ ДРУГОГО ПОРЯДКУ. КАНОНІЧНИЙ ВИГЛЯД

*Проаналізовано стан математичної освіти в країні, рівень знань з математики за останні роки, її вивчення в провідному вузі.*

*Показано важливість вивчення такого розділу вищої математики як «Елементи аналітичної геометрії» для технічних спеціальностей вузів, також навчальної дисципліни «Аналітична геометрія» для фізико-математичних та математичних факультетів. Важливим розділом аналітичної геометрії є теорія кривих другого порядку, а в цьому розділі займає чільне місце – задача зведення рівняння кривої другого порядку до канонічного виду.*

*В статті проаналізовано особливості розв'язання цієї задачі, методики зведення квадратичних форм до канонічного вигляду. Проведено аналіз дослідження канонічного вигляду кривих в декартовій системі координат. Висвітлено і обґрунтовано особливості розв'язання таких задач у випадку задання кривої рівнянням в косокутній декартовій системі координат. Вказано на важливість інваріантів перетворення. Показано відмінності трьох основних інваріантів перетворення кривої при переході від косокутної системи координат до прямокутної канонічної від інваріантів ортогонального перетворення кривої при зведенні її до канонічного вигляду. Наведено приклад зведення кривої другого порядку, яка задана в косокутній системі координат, до канонічного вигляду різними способами.*

*Проведене теоретичне обґрунтування, аналітичні дослідження кривих другого порядку мають прикладне значення в теоретичній механіці. Запропонована практична задача суттєво підвищить зацікавленість студентів у вивченні курсу аналітичної геометрії, сприятиме кращому розумінню ролі інваріантів. Для подальших досліджень такого змісту задач пропонується зведення до канонічного вигляду різного типу кривих другого порядку. Також планується вивчення подання поверхонь другого порядку в косокутній декартовій системі координат.*

***Ключові слова:*** *аналітична геометрія, криві другого порядку, інваріанти, косокутна та прямокутна системи координат, квадратична форма, канонічний вигляд, головні напрямки кривої другого порядку, еліпс.*

**Постановка проблеми.** За останні роки система освіти України суттєво реформувалася. Недостатня математична освіта, низька математична культура у XXI ст. можуть стати серйозною перешкодою на шляху до формування професійних якостей майбутнього випускника вищого навчального закладу. В наш час відбувається постійне скорочення годин, виділених на вивчення математики, збільшується розрив між рівнем математичних знань випускників ВНЗ і об'єктивними потребами сучасної науки і техніки, існує певна невідповідність шкільного курсу математики з вимогами до знань студентів у вищій школі.

Якість вищої освіти сильно погіршилась за рахунок скорочення кількості не тільки аудиторних годин, а й зменшення обсягу матеріалу, що вивчається. Як зазначено в [9], «без фундаментальних знань неможливе розуміння природи навколишніх процесів і явищ…». На жаль, середня кількість аудиторних годин з математики по університету КПІ імені Ігоря Сікорського з 2016-2017 н.р. до 2022-2023 н.р. зменшилась з 324 до 293. Так, аналітичну геометрію на фізико-математичному факультеті в цьому вузі вивчають тільки протягом одного першого семестру (36 лекційних годин та 52 практичних) замість традиційних двох семестрів. Зрозуміло, що зі зменшеною кількістю годин неможливо подати студентам фізико-математичного факультету в повному обсязі весь матеріал. Проблемним у вивченні стає важливий розділ, як – теорія кривих та поверхонь другого порядку, який має широке практичне застосування. У Київському національному університеті імені Тараса Шевченка взагалі ліквідовано кафедру геометрії.

В результаті значна частина випускників вищих навчальних закладів стала неконкурентоспроможними на європейському ринку праці. Як відомо, конкурентоздатність економіки країни визначається інтелектуальним потенціалом працездатного населення, який формується у вищих навчальних закладах.

Втішним є той факт, що в порівнянні з рівнем підготовки вступників в країні з математики (середній бал ЗНО): 2019 р. – 139,4; 2020 р. – 138,4; 2021 р. – 137,9; 2022 р. – 148,1 для КПІ ім. Ігоря Сікорського маємо суттєво вищі показники: 2019 р. – 170,4; 2020 р. – 166,4; 2021 р. – 167,9; 2022 р. – 174,1. Останнього року середній показник з математики є вищим у зв'язку з проведенням НМТ зі спрощеними завданнями. Більше уваги слід приділяти вивченню такої фундаментальної дисципліни як математика, її розділів. Варто було б зосереджуватись на відомих методиках [1, 6], порівнювати їх, а також опрацьовувати, досліджувати та створювати нові. Власне це відноситься до вивчення кривих другого порядку, зведення їх рівнянь до канонічного вигляду у різних системах координат. Враховуючи оптичні властивості кривих другого порядку, застосування кривих в економіці, техніці, визначення типу кривої за її рівнянням має обґрунтовану зацікавленість для задач прикладного характера.

В умовах військового стану, проведення занять в змішаному режимі, який і буде надалі ще більш затребуваним (період відбудови країни) [3], потрібно навчання робити якомога більш цікавим для студентів. Для цього слід використовувати класичні методи, організовувати продуктивне вивчення математичних дисциплін і, водночас, не виснажливе для всіх учасників навчального процесу.

Звичайно, також варто затосовувати творчі новітні методики із використанням інноваційних технологій для розв'язування практичних задач. Для цього і потрібні ґрунтовні знання фундаментальних дисциплін.

**Аналіз актуальних досліджень.** Походження назви — аналітична геометрія пов'язують з тим, що французький математик Ф. Вієт буквену алгебру називав — аналітичним мистецтвом. Термін «аналітична геометрія» введено французьким математиком С. Лакруа в четвертому виданні книги «Курс математики» (1807). Першою книгою «Аналітична геометрія» був підручник француза Г. Гарньє (1808). Систематичний виклад аналітичної геометрії в просторі вперше міститься у другому томі швейцарського математика Л. Ейлера «Вступ до аналізу» (1748), який вважається першим курсом аналітичної геометрії. У XVIII ст. завершено формування аналітичної геометрії як науки і як навчального предмету.

Будь-який геометричний об'єкт, геометрична операція мають числову інтерпретацію. Вагомі результати в напрямку арифметизації геометрії були отримані такими відомими вченими як Ферма (не пізніше 1629 року) та Декартом (1637 р.). Основна ідея аналітичної геометрії полягає в застосуванні «координат» – чисел, пов'язаних з геометричним об'єктом, які повністю цей об'єкт характеризують. Усім, ще з шкільного курсу математики, відомі прямокутні або декартові координати, які фіксують положення довільної точки на площині чи у просторі. Більш вузькому колу людей відомі ще афінні координати, які відрізняються від прямокутних тим, що кут між координатними осями не є прямим.

Теоретичні відомості, пов'язані з кривими другого порядку, висвітлені у багатьох навчальних виданнях з аналітичної геометрії [2, 10].

Окремо слід відзначити підручник академіка Ґраве [4] початку XX століття, в якому ґрунтовно описана теорія кривих другого порядку. Значна увага приділяється інваріантам квадратичних та кубічних форм та їх застосуванню до вивчення властивостей кривих та поверхонь не тільки 2-го порядку, а і частково 3-го порядку. Слід зазначити, що інваріанти кривих другого порядку вказано в прямокутній декартовій системі координат. Також автор не обмежується тільки прямокутними координатами, а і застосовує косокутні декартові координати у тих випадках, коли це не призводить до певних ускладень. Також в підручнику містяться деякі відомості з теорії тензорів.

Для вивчення та дослідження кривих другого порядку, зведення їх до канонічного вигляду використовують в основному традиційні методики. Для технічних та економічних спеціальностей обмежуються виділенням повних квадратів в квадратичних формах, враховуючи паралельне перенесення системи координат, не завжди розглядають поворот осей системи координат. Для фізико-математичних та механіко-математичних, також фізичних спеціальностей спектр досліджень розширюється, розглядаються інші види рівнянь кривих другого порядку (параметричні рівняння, криві в полярній системі координат). В навчальному посібнику [5] розглянуто рівняння еліпса і гіперболи зі спільним фокальним параметром, досліджено сім'ї співфокусних еліпсів та гіпербол, показано зв'язок між декартовою та еліптичною системою координат. Доведена також класифікаційна теорема, сутність якої полягає в тому, що вибором прямокутної системи координат рівняння будь-якої кривої другого порядку може бути зведеним до рівняння

еліпса, гіперболи, параболи, уявного еліпса та рівнянь пар прямих, зокрема, і уявних (перетинаються, паралельні) та прямих, що співпадають, наприклад: $y^2 = 0$.

Проблемі методиці навчання аналітичної геометрії присвячені роботи багатьох науковців. Питанням методики викладання аналітичної геометрії присвячена робота Махомети Т. М. [8]. У статті розглянуто деякі форми, методики організації діяльності студентів педагогічних вузів при вивченні кривих та поверхонь другого порядку у курсі аналітичної геометрії.

В навчальній літературі добре вивчені питання ортогональної, афінної, проективної і топологічної класифікації кривих не лише другого порядку [1]. Однак з методичної точки зору ця тема привертає до себе неабиякий інтерес. А саме, у випадку ортогональної класифікації кривих другого порядку (з точністю до рухів площини), можна обійтись без інваріантів [6], які пропонуються в більшості навчальних посібників. В [7] для рівняння гіперболи крім канонічної системи координат (осі координат збігаються з осями симетрії гіперболи) розглянуто іншу систему, осями якої є її асимптоти (поворот декартової системи координат на кут $\alpha = \frac{\pi}{4}$).

В той же час у прикладних задачах часто зустрічаються ситуації, коли рівняння кривої задане в косокутній декартовій системі координат. Тоді зведення такої кривої до канонічного виду досягається за допомогою переходу до прямокутної системи координат, якщо координатні осі є головними діаметрами кривої [7]. Найпростіше це виконати за допомогою застосування інваріантів кривої, які будуть відрізнятись від добре відомих ортогональних інваріантів кривої.

Концепція інваріанта є однією із найважливіших в математиці, адже встановлення та вивчення інваріантів безпосередньо пов'язане з задачами класифікації об'єктів різних типів. Найпростішими прикладами інваріантів є інваріанти дійсних плоских кривих другого порядку при перетворенні координат. Слід зазначити, що теорія інваріантів має велике значення для розвитку загальних ідей геометрії. Швейцарський математик Габріель Крамер (1704-1752) практично розв'язував задачу дослідження кривої за її рівнянням, але ним не було встановлено існування зв'язку між геометричними властивостями самої кривої та її рівнянням, віднесеним до певної системи координат. Цей зв'язок було остаточно знайдено за допомогою теорії інваріантів.

Як відомо, загальне рівняння кривої другого порядку складається із квадратичної форми та лінійної частини. Спрощення квадратичної форми в прямокутній системі координат часто є непростим, трудомістким і супроводжується не врахуванням деяких важливих моментів. Крім того, існують випадки, коли дослідження можна провести простіше із застосуванням косокутної системи координат. Саме розгляду інваріантів кривої в косокутній системі координат та зведенні такої кривої до головних напрямків і присвячена ця стаття.

**Мета статті** – дослідження особливостей методик зведення кривої другого порядку до канонічного виду, заданої в косокутній системі координат.

**Виклад основного матеріалу.** Поняття кривої є одним із найважливіших понять у різних розділах не тільки геометрії, а і взагалі математики. Лінією (кривою) другого порядку називається геометричне місце точок площини, координати яких задовольняють загальне рівняння

$$a_{11}x^2 + 2a_{12}xy + a_{22}y^2 + 2a_{13}x + 2a_{23}y + a_{33} = 0, \qquad (1)$$

де $a_{12} = a_{21}, a_{13} = a_{31}, a_{23} = a_{32}$ .

Крива цілком визначається своїм рівнянням по відношенню до будь-якої системи координат, як за видом і геометричними властивостями, так і за положенням відносно координатної системи. При цьому, коли задано рівняння кривої, то це означає, що задано коефіцієнти рівняння (1).

Змінимо координатну систему, зсунувши початок координат та повернувши осі. Тоді та сама крива по відношенню до нової системи координат буде задаватись новим рівнянням. Положення кривої відносно координатної системи змінилось, але її вигляд та геометричні властивості не залежать від вибору координатної системи. При застосуванні методу координат для дослідження кривої, тобто її вид, параметри, мають певні числові характеристики, а тому кожна геометрична властивість кривої також характеризуватися числами. Крива визначається своїм рівнянням, але його окремі коефіцієнти змінюються при зміні координатної системи. Отже, для визначення геометричних властивостей ліній мають існувати такі вирази (функції), складені із коефіцієнтів рівняння кривої, які не змінюють своїх значень при зміні координатної системи. Ці незмінні функції коефіцієнтів рівняння лінії називаються інваріантами рівняння кривої.

***Теорема.*** Три функції

$I_1 = a_{11} + a_{22} = S$ – слід матриці $\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix}$,

$I_2 = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix} = \delta$ – малий визначник лінії,

$I_3 = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} = \Delta$ – великий визначник лінії

є *ортогональними інваріантами* лінії другого порядку (1).

Вираз $K_1 = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{13} \\ a_{31} & a_{33} \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} a_{22} & a_{23} \\ a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}$ називається *напівінваріантом* (семиінваріантом) лінії (1). Рівняння $\begin{vmatrix} a_{11} - \lambda & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} - \lambda \end{vmatrix} = 0$ називається характеристичним рівнянням лінії (1).

Поняття кривої другого порядку є афінним в тому сенсі, що якщо крива визначається рівнянням другого порядку в якійсь афінній системі координат [4], то вона також визначається рівнянням другого порядку і в будь-якій іншій афінній системі координат. З цієї точки зору відшукання геометричних властивостей лінії за її рівнянням алгебраїчно зводиться до відшукання інваріантів її рівняння.

Позначимо

$$F(x, y) = a_{11}x^2 + 2a_{12}xy + a_{22}y^2 + 2a_{13}x + 2a_{23}y + a_{33}. \qquad (2)$$

Функція від коефіцієнтів многочлена (2) називається ортогональним інваріантом, якщо вона не змінюється при переході від однієї прямокутної системи координат до іншої прямокутної системи координат (таке перетворення називається ортогональним). За раніше наведеною теоремою, функції $S, \sigma, \Delta$ є ортогональними інваріантами кривої.

Розглянемо косокутну систему координат. Згадаємо терміни коваріантність і контраваріантність, які були введені Сильвестром в 1853 році для досліджень з алгебраїчної теорії інваріантів.

Коваріантність і контраваріантність – поняття, які використовуються в математиці (лінійній алгебрі, диференціальній геометрії, тензорному аналізі) і у фізиці, для опису того, як тензори (скаляри, вектори, оператори, білінійні форми тощо) змінюються при перетвореннях базисів у відповідних просторах або многовидах. Контраваріантними називають «звичайні» компоненти, які при зміні базису простору змінюються за допомогою перетворення, оберненого до перетворення базису. Коваріантними − ті, які змінюються так само, як і базис.

Для досліджень в косокутній декартовій системі координат використовують коваріантні та контраваріантні декартові координати За загальною теорією відомо, що довільний вектор $\vec{a}$ за умови базисних неортогональних векторів $\vec{u},\ \vec{v}$ можна задати двома різними способами:

1) розкладом його за векторами базису $\vec{a} = x\vec{u} + y\vec{v}$;

2) за допомогою проекцій цього вектора на координатні осі.

У випадку прямокутної декартової системи координат $x,\ y$ можуть бути представлені у вигляді скалярних добутків векторів

$$x = \vec{u}\cdot\vec{a};\ y = \vec{v}\cdot\vec{a}.$$

Відповідно, узагальнення на випадок довільних неколінеарних координатних векторів $\vec{u},\vec{v}$: $x^* = \vec{u}\cdot\vec{a};\ y^* = \vec{v}\cdot\vec{a}$, причому у випадку прямокутної системи координат величини $x^*,\ y^*$ перетворюються на звичайні координати $x, y$. В загальному випадку цього співпадіння нема, оскільки

$$x^* = |\vec{u}|\cdot np_x\vec{a};\ y^* = |\vec{v}|\cdot np_y\vec{a},$$

де $np_x\vec{a},\ np_y\vec{a}$ −ортогональні проекції, за умови задання величин $x, y$ формулами:

$$x = np_x\frac{\vec{a}}{|\vec{u}|},\ y = np_y\frac{\vec{a}}{|\vec{v}|},$$

проектування є паралельними відповідним осям координат.

Координати $x, y$ називають звичайними або контрваріантними координатами, а $x^*,\ y^*$ – коваріантними координатами. Зауважимо, що задання координат $x^*,\ y^*$ визначає ортогональні проекції вектора $\vec{a}$ на осі координат. Вкажемо залежність між коваріантними та контраваріантними координатами. Позначимо кут між осями $OY$ та $OX$ через $\alpha$ і введемо позначення:

$$g_{11} = |\vec{u}|^2;\ g_{22} = |\vec{v}|^2;\ g_{12} = |\vec{u}|\cdot|\vec{v}|\cdot\cos\alpha \tag{3}$$

Тоді

$$\begin{gathered} x^* = g_{11}x + g_{12}y;\ y^* = g_{21}x + g_{22}y; \\ x = g_{11}^*x^* + g_{12}^*y^*;\ y = g_{21}^*x^* + g_{22}^*y^*. \end{gathered} \tag{4}$$

Звідси, враховуючи (3), маємо:

$$g_{11}^{*}=\frac{1}{|\vec{u}|^2\sin^2\alpha};\ g_{22}^{*}=\frac{1}{|\vec{v}|^2\sin^2\alpha};\ g_{12}^{*}=g_{21}^{*}=-\frac{1}{|\vec{u}|\cdot|\vec{v}|\sin^2\alpha}.$$

Слід зауважити, що скалярний добуток двох векторів $\vec{a}_1$ та $\vec{a}_2$, заданих контраваріантними та коваріантними координатами обчислюється за формулою:

$$\vec{a}_1\cdot\vec{a}_2=x_1^{*}y_1+x_2^{*}y_2=y_1^{*}x_1+y_2^{*}x_2.$$

Скалярний квадрат вектора $\vec{a}$ можна подати, як $|\vec{a}|^2=xx^{*}+yy^{*}$, також із врахуванням значень $x^{*},y^{*}$:

$$|\vec{a}|^2=g_{11}x^2+2g_{12}xy+g_{22}y^2.$$

Отже, $|\vec{a}|^2$ є квадратичною формою незалежних змінних $x,y$, причому додатно визначена квадратична форма, за винятком випадку, коли $x=y=0.$

Відомо, що квадратична форма додатна і неособлива [11], тоді і тільки тоді, коли виконуються умови:

$$g_{11}>0;\ g_{22}>0;\ g_{11}g_{22}-g_{12}^2>0.$$

Квадратичну форму

$$g_{11}x^2+2g_{12}xy+g_{22}y^2 \tag{5}$$

будемо називати основною метричною формою.

Формули, що визначають основні характеристики кривих другого порядку, такі як ексцентриситет, довжини осей для еліпса та гіперболи, параметр для параболи, фокальні параметри тощо, не залежать від розташування лінії відносно системи декартових координат. В той же час вони залежать від довжин координатних векторів $\vec{u},\vec{v}$ та кута між ними.

Форма та розміри системи координат цілком характеризуються коефіцієнтами квадратичної форми (5), яка визначає квадрат довжини довільного вектора $\vec{a}=(x,y)$. Величини (3) цілком визначають базисні вектори $|\vec{u}|,|\vec{v}|$ та кут між ними $\alpha$ $(0<\alpha<\pi)$.

Метричними інваріантами полінома $F(x,y)$ називають функції $f(a_{11},a_{12},a_{22},a_{13},a_{23},a_{33},g_{11},g_{12},g_{22})$, які залежать від коефіцієнтів полінома та від коефіцієнтів (4), що залишаються незмінними при заміні даної декартової системи довільною іншою декартовою системою.

У випадку неузагальненої косокутної декартової системи координат $(|\vec{u}|=|\vec{v}|=1)$ маємо: $g_{11}=g_{22}=1,\ g_{12}=\cos\alpha$.

Тоді $G=\begin{vmatrix}1 & \cos\alpha\\ cos\alpha & 1\end{vmatrix}=\sin^2\alpha$, а інваріанти кривої $S,\ \delta,\ \Delta$ набувають вигляду

$$\Delta^{*}=\frac{\Delta}{\sin^2\alpha};\ \delta^{*}=\frac{\delta}{\sin^2\alpha};\ S^{*}=\frac{a_{11}+a_{22}-a_{12}\cos\alpha}{\sin^2\alpha} \tag{6}$$

При $\alpha=\frac{\pi}{2}$ формули (6) задають звичайні ортогональні інваріанти кривої. Окремо зауважимо, що при повороті системи координат на кут $\beta$ навколо початку координат при

зведенні рівняння кривої до найпростішого вигляду, його обчислюють за формулою (із міркувань, що коефіцієнт $a_{12}$ має дорівнювати нулю):

$$\mathrm{tg}2\beta = \frac{a_{11}\sin 2\alpha - 2a_{12}\sin\alpha}{a_{11}\cos 2\alpha - 2a_{12}\cos\alpha + a_{22}} \tag{7}$$

При $\alpha = \frac{\pi}{2}$ ця формула перетворюється в відому формулу [2]:

$$\mathrm{tg}2\beta = \frac{2a_{12}}{a_{11} - a_{22}}.$$

Проілюструємо наведені теоретичні відомості на прикладі зведення рівняння кривої другого порядку до найпростішого вигляду. Нехай крива задана рівнянням

$$x^2 + y^2 = 4, \tag{8}$$

та кут між координатними осями $\alpha = \frac{\pi}{3}$.

За умовою маємо: $a_{11} = 1;\ a_{22} = 1;\ a_{12} = 0;\ a_{13} = 0;\ a_{23} = 0;\ a_{33} = -4$. Зведення рівняння кривої до головних осей означає перейти в даному прикладі від косокутної системи координат до прямокутної, щоб при цьому крива набула канонічного виду. Обчислимо основні інваріанти (6) для цієї кривої

$$\Delta^* = \frac{\begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -4 \end{vmatrix}}{\sin^2\frac{\pi}{3}} = -\frac{16}{3};\ \delta^* = \frac{\begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{vmatrix}}{\sin^2\frac{\pi}{3}} = \frac{4}{3};\ S^* = \frac{1+1}{\sin^2\frac{\pi}{3}} = \frac{4}{3}.$$

Для кривої, що не розпадається на пару прямих, завжди можна знайти таку прямокутну систему координат, щоб перетворене рівняння кривої не містило члена з добутком координат. Це означає, що можна підібрати кут повороту системи координат $\beta$ таким чином, що перетворення за формулами

$$x = \frac{x'\sin(\alpha-\beta) - y'\cos(\alpha-\beta)}{\sin\alpha};\ y = \frac{x'\sin\beta + y'\cos\beta}{\sin\alpha}$$

визначить новий коефіцієнт $a'_{12} = 0$.

Знайдемо кут $\beta$ за формулою (7), підставивши $\alpha = \frac{\pi}{3}$. Маємо $\beta = \frac{\pi}{6}$, тоді підставимо вказані $\alpha, \beta, x, y$ в рівняння кривої (1) та отримаємо:

$$\frac{2}{3}x'^2 + 2y'^2 + \frac{\Delta^*}{\delta^*} = 0,$$

де $\frac{\Delta^*}{\delta^*} = -4$.

Отже, остаточно маємо: $\frac{x'^2}{6}+\frac{y'^2}{2}=1.$ Зрозуміло, що це рівняння описує еліпс в канонічній системі координат.

Розв'язати запропонований приклад (8) можна також іншим способом. Розглянемо рівняння кривої другого порядку (1). Для заданої кривої в косокутній системі координат перейдемо від такої системи координат до прямокутної за допомогою формул:

$$x'=x+y\cos\alpha;\ y'=y\sin\alpha.$$

Справедливість формул видно із рис. 1, де представлено довільну точку $M$ в косокутній системі координат $XOY$ та прямокутній системі координат $X'OY'$, причому $X'=X$.

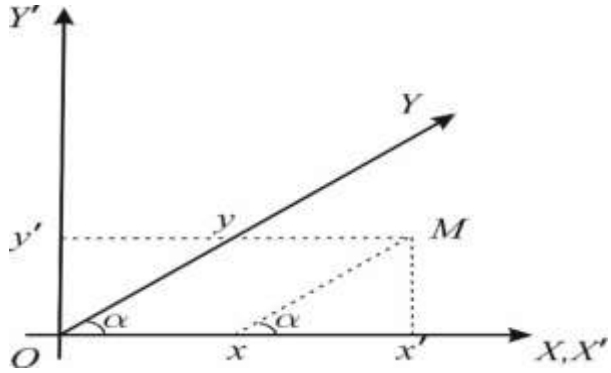



Рис. 1. Точка $M$ в двох системах координат.

Із рис. 1 слідує, що $y=\frac{y'}{\sin\alpha}$; $x=x'-y'\mathrm{ctg}\alpha.$

Підставимо значення $x, y$ в рівняння (8), отримаємо:

$$x'^2-\frac{2}{\sqrt{3}}x'y'+\frac{5}{3}y'^2-4=0.$$

Зведемо отримане рівняння кривої до канонічного виду. Для цього складемо характеристичне рівняння квадратичної форми цієї кривої [1, 2].

$$\begin{vmatrix}1-\lambda & -\frac{1}{\sqrt{3}}\\ -\frac{1}{\sqrt{3}} & \frac{5}{3}-\lambda\end{vmatrix}=0 \quad \text{або } 3\lambda^2-8\lambda+4=0.$$

Корені квадратного рівняння, як власні числа квадратичної форми, є дійсними: $\lambda_1=\frac{2}{3}, \lambda_2=2.$

Відомо, що після переходу до головних осей канонічне рівняння кривої (1) можна написати в такому вигляді [4]:

$$\lambda_1 x'^2+\lambda_2 y'^2+\frac{\Delta}{\delta}=0.$$

Інваріанти $\Delta, \delta$ обчислюють за наведеними формулами (6). Підставивши знайдені власні числа квадратичної форми та обчислені інваріанти, отримуємо канонічне рівняння в прямокутній системі координат для кривої, заданої рівнянням (8):

$$\frac{2}{3}x'^2 + 2y'^2 - 4 = 0, \text{ або } \frac{x'^2}{6} + \frac{y'^2}{2} = 1.$$

Як бачимо, отримано однаковий результат розв'язування прикладу, і досліджувана крива є еліпс (рис. 2).

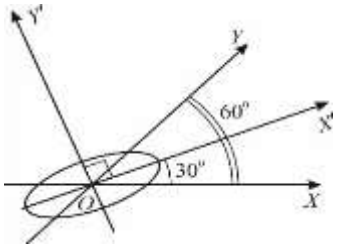



Рис. 2. Еліпс в косокутній системі координат.

Аналогічно можна зводити до канонічного виду інші типи кривих другого порядку.

**Висновки та перспективи подальших наукових досліджень**. Проведене теоретичне обґрунтування, аналітичні дослідження кривих другого порядку мають прикладне значення в теоретичній механіці. Запропонована практична задача суттєво підвищить зацікавленість студентів у вивченні курсу аналітичної геометрії, сприятиме кращому розумінню ролі інваріантів. Для подальших досліджень такого змісту задач пропонується зведення до канонічного вигляду різного типу кривих другого порядку. Також планується вивчення подання поверхонь другого порядку в косокутній декартовій системі координат.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Білоусова, В. П., Ільїн, І. Г., Сергунова, О. П., Котлова, В. М. (1973). Аналітична геометрія : навчальний посібник для студентів університетів і педагогічних інститутів. В. П. Білоусова (ред). Київ : Вища школа. (Bilousova, V.P., Ilyin, I.G., Sergunova, O.P., Kotlova, V.M. (1973). Analytic geometry: a study guide for students of universities and pedagogical institutes. V. P. Bilousova (ed.). Kyiv : Vyshcha shkola).
2. Борисенко, О. А., Ушакова, Л. М. (1993). Аналітична геометрія. Харків : Основа. (Borysenko, O. A., Ushakova, L. M. (1993). Analytical geometry. Kharkiv : Osnova).
3. Бурда, М., Васильєва, Д. (2022). Особливості навчання математики в умовах воєнного стану. Математика в рідній школі, 4–5, 6–15. (Burda, M., Vasilieva, D. (2022). Features of teaching mathematics under martial law. Mathematics in native school, 4–5, 6–15).
4. Ґраве, Д. О. (1933). Аналітична геометрія. Державне науково-технічне видавництво України. Харків-Київ. (Grave, D. O. (1933). Analytical geometry. State Scientific and Technical Publishing House of Ukraine. Kharkiv-Kyiv).
5. Драч, К. Д., Шугайло, О. О., Ямпольський, О. Л. (2020). Канонічна теорія кривих другого порядку: навчально-методичний посібник з аналітичної геометрії для студентів 1-го курсу факультету математики і інформатики. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна. Режим доступу: http://geometry.karazin.ua/resources/documents/20200406094041_e7217d744d0.pdf (Drach, K. D., Shugailo, O. O., Yampolskyi, O. L. (2020). Canonical theory of second-order curves: a teaching and methodical manual on analytical geometry for 1st year students of the faculty of mathematics and computer science. Kharkiv : V. N. Karazin Kharkiv National

University. Retrieved from: http://geometry.karazin.ua/resources/documents/20200406094041_e7217d744d0.pdf).

6. Зайцева, Л. Л. (2008). Аналітична геометрія в прикладах і задачах. Київ: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет». Режим доступу: http://matphys.rpd.univ.kiev.ua/downloads/courses/angem/AGLA.pdf. (Zaitseva, L. L. (2008). Analytical geometry in examples and problems. Kyiv: Publishing and Printing Center «Kyivskyi universytet». Retrieved from: http://matphys.rpd.univ.kiev.ua/downloads/courses/angem/ AGLA.pdf).
7. Збірник задач з аналітичної геометрії: навчальний посібник для проведення практичних занять з дисципліни «Аналітична геометрія та лінійна алгебра» : Навчальний посібник для студентів спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення». (2021). В. І. Сущук-Слюсаренко, Ю. В. Бухтіяров, В. В. Жабіна, Л. В. Дрозденко (укл). Київ : КПІ ім.Ігоря Сікорського. Режим доступу: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/46175/1/Zbirnyk_zadach_z_analitychnoi_heometrii.pdf. (Problem book on analytical geometry: a manual for practical classes in the discipline «Analytical geometry and linear algebra» : Study guide for students of specialty 121 "Software engineering". (2021). V. I. Suschuk-Slyusarenko, Yu. V. Bukhtiyarov, V. V. Zhabina, L. V. Drozdenko (incl.). Kyiv: Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute. Retrieved from: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/46175/1/Zbirnyk_zadach_z_analitychnoi_heometrii.pdf).
8. Махомета, Т. М. (2015). Організаційні форми і методи вивчення ліній і поверхонь у курсі аналітичної геометрії. Наукові записки Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти, вип. 8(1), 81-85. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nz_pmfm_2015_8(1)__21. (Makhometa, T. M. (2015). Organizational forms and methods of studying lines and surfaces in the course of analytical geometry. Scientific Notes of Kirovohrad Volodymyr Vynnychenko State Pedagogical University. Series: Problems of methods of physical, mathematical and technological education, Issue 8(1), 81–85. Retrieved from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nz_pmfm_2015_8(1)__21 ).
9. Решетняк, С. (2020). Фундаментальна підготовка в КПІ: стан та виклики. Режим доступу: https://osvita.kpi.ua/sites/default/files/files/2_Gundamentalna_pidgotovka_KPI.pdf. (Reshetnyak, S. (2020). Fundamental training at Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute: status and challenges. Retrieved from: https://osvita.kpi.ua/sites/default/files/files/2_Gundamentalna_pidgotovka_KPI.pdf ).
10. Яковець, В. П., Боровик, В. Н., Ваврикович, Л. В. (2004). Аналітична геометрія: навчальний посібник. Суми: ВТД «Університетська книга». (Yakovets, V. P., Borovik, V. N., Vavrikovich, L. V (2004). Analytical geometry: a manual, (Eds.). Sumy : VTD "University book").

**Seleznova N. P., Kushlyk-Dyvulska O. I. Second-order curves. Canonical form.**

***Summary.*** *The article analyzes the state of mathematical education in the country, the level of knowledge in mathematics in recent years, and its study in a leading university.*

*The importance of studying such a section of higher mathematics as "Elements of Analytic Geometry" for technical specialties of universities, as well as discipline "Analytic Geometry" for physical-mathematical and mathematical faculties is shown. An important section of analytical geometry is the theory of second-order curves, and in this section the problem of reducing the equation of a second-order curve to the canonical form occupies a prominent place.*

*The article analyzes the peculiarities of solving this problem and the methods of reducing quadratic forms to the canonical form. The analysis of the study of the canonical form of curves*

*in the Cartesian coordinate system is performed. The peculiarities of solving such problems in the case of setting the curve by an equation in the oblique Cartesian coordinate system are highlighted and substantiated. The importance of transformation invariants is emphasized. The differences between the three main invariants of the curve transformation when moving from the oblique coordinate system to the rectangular canonical coordinate system and the invariants of the orthogonal transformation of the curve when reducing it to the canonical form are shown. An example of reducing a second-order curve defined in the oblique coordinate system to the canonical form by various methods is given.*

*The conducted theoretical justification, analytical studies of second-order curves have applied value in theoretical mechanics. The proposed practical task will significantly increase the interest of students in studying the analytical geometry course, will contribute to a better understanding of the role of invariants. For further studies of this content of the problems, reduction to the canonical form of various types of second-order curves is proposed. It is also planned to study the presentation of second-order surfaces in the oblique Cartesian coordinate system.*

***Key words:*** *analytical geometry, second-order curves, invariants, oblique and rectangular coordinate systems, quadratic form, canonical form, main directions of a second-order curve, ellipse.*

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

**УДК 378.147**
**DOI 10.5281/zenodo.10214787**

**Л. В. Кондрашова**
ORCID ID 0000-0002-8876-7294
**М. М. Кондрашов**
ORCID ID 0000-0002-3411-22-09
Природничо-гуманітарний університет у Седльцях

# УПРАВЛІННЯ СТРУКТУРУВАННЯМ ЗМІСТУ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ПЕДАГОГІВ У СИСТЕМІ УНІВЕРСИТЕТСЬКОЇ ОСВІТИ

*У статті демонструються можливості управління структуруванням змісту професійної підготовки майбутніх педагогів як важливого ресурсу підвищення рівня їх професіоналізму. Розроблено концепцію управління структуруванням змісту підготовки майбутніх педагогів до професійної діяльності в умовах університетської освіти і теоретично обґрунтовано необхідність: а) оновлення й структурування її змісту; б) розроблення методичних засобів, що впливають на професійну адаптацію студентів до творчого оволодіння обраною професією; в)створення системи дидактичних засобів, що стимулюють активність і самостійність майбутніх педагогів. Доведено, що реалізація цілей професійної підготовки студентів в системі університетської освіти передбачає нову структуру навчальної інформації, яка об'єднує в собі інформаційно-змістову і процесуальну сторони процесу опанування предметної галузі знань. Її засвоєння передбачає не просте запам'ятовування вивчаємих положень, але й активні дії з застосування вивченого матеріалу для розв'язання практичних завдань.*

*Встановлено, що управління структуруванням змісту професійної підготовки студентів до педагогічної діяльності зумовлює необхідність внесення змін: оновлення знань, умінь і навичок і на їх основі стимулювання розвитку в майбутніх педагогів професійних якостей, що забезпечують результативність їх дій у професійній сфері діяльності; виділення не тільки основних, стрижневих ідей предметного знання, а й конкретизацію принципів, на яких будується самостійна пізнавальна діяльність студентів; чітка і конкретна побудова системи теоретичного і методичного знання, яку необхідно віддати на лекційне опрацювання; конкретизація видів самостійної діяльності та їх елементів.*

*Схарактеризовані завдання й управлінські функції викладача в освітньому процесі: планування, постановки мети і завдань, вибору конкретних способів їх досягнення; організації підготовки студентів до успішної професійної діяльності, забезпечення єдності всіх ланок освітнього процесу; управління навчальною роботою студентів, реалізація різних видів контролю навчальних досягнень студентів із послідовною корекцією їхніх дій для досягнення запланованих цілей; зворотного зв'язку, тобто регулювання прийняття рішень студентами; основні напрямки управління: виконавський, когнітивно-пізнавальний й емоційний. Обгрунтовано, що зміст підготовки передбачає процес перетворення студентом самого себе в ресурс педагогічної діяльності, перехід уваги з навчальної інформації на засоби і методи власної мисленнєвої діяльності, перетворення власної особистості в новий суб'єкт професійної праці.*

***Ключові слова:*** *управління, зміст професійної підготовки, управлінські функції, управлінські дії, управління структуруванням змісту, єдність інформаційно-змістового й процесуального аспектів змісту підготовки; напрямки управління.*

**Постановка проблеми.** Нині потрібна нова освітня стратегія, результатом якої має бути професійно-педагогічне зростання майбутніх фахівців. Підтверджується сучасними вченими, що її основою мають бути нові підходи і принципи структурування змісту

освіти, де важливе значення набуває управлінська культура майбутніх педагогів, що вможливлює нім обирати способи і раціональні прийоми розв'язання педагогічних задач і тактику професійних дій [9, с. 379]. У ході професійної підготовки майбутніх педагогів важливо акцентувати увагу на фундаменталізації теоретичних знань, управлінні структуруванням змісту її й опануванні технології управлінських дій.

Реалізація стратегії – це структурування змісту, організаційної діяльності, методичне і технологічне забезпечення, позиція викладача. Стратегія знаходить втілення у стратегічному плануванні, що визначає характер управління процесом формування професіоналізму як сукупності професійних рис особистості.

**Аналіз актуальних досліджень.** У сьогоденні актуалізується проблема якості людини, якості її професіоналізму, якості освіти. Якість освіти перетворюється на стратегічну мету, досягнення якої обумовлює розроблення освітніх стандартів, упровадження у практику закладів освіти системи управління якістю освітніми процесами Т. Лукіна відмічає, що якість освіти розглядається як основа конкурентоспроможності держави, а оцінювання досягнутої якості освіти є критерієм сучасного розвитку [12]. Підвищення результативності професійної підготовки пов'язано з процесами не тільки управління навчанням, а й структуруванням змісту її, оновленням форм і методів управління освітніми процесами в закладах освіти.

Аналіз літератури з досліджуваної проблеми свідчить про те, що в системах управління професійної підготовкою майбутніх педагогів недостатньо визначені їх управлінські функції і ступені їхньої готовності до творчої професійної діяльності. У чисельних публікаціях переважає макропедагогічний процес, що не дозволяє конкретизувати у складному ланцюгові забезпечення продуктивності управління професійною підготовкою студентів.

Проблеми підвищення продуктивності освітнім процесом на різних рівнях досліджують науковці: В. Бондар [2], Л. Даниленко [6], Г. Єльникова [7], О. Ляшенко [14], К. Пасинчук [15], Н. Чернящук [16] та ін. Дослідники розглядають продуктивність управління не тільки як результат діяльності, але як можливості його досягнення у вигляді внутрішнього потенціалу і зовнішніх умов, як процес формування творчої особистості майбутнього фахівця.

Теоретичні основи управління викладені у працях В. Адрущенка [1], Л. Калініної [8], В. Кременя [11], В. Лугового [12] та ін. Управлінський аспект освітньої діяльності досліджували Т. Гребеник [4], М. Гриньова [5], К. Гнезділова [3], Л. Малаканова [5], Г. Сорокіна [5] та ін. Ефективність освітнього процесу вони пов'язують з установленням зворотного зв'язку в системі відносин його учасників. Без установлення зворотного зв'язку в управлінні підготовкою неможливо досягнути результативності в формуванні творчої особистості.

Аналіз робіт різних авторів свідчить про їхнє бажання розглядати педагогічні процеси як різновид управлінської діяльності. Підготовка майбутніх педагогів трактуєтться як управлінський процес, педагогічна керована взаємодія викладача і студентів, що спрямована на набуття об'єктивно необхідних теоретичних знань і практичних умінь, розвиток і саморозвиток професійних і особистісних якостей студентів. Основою підготовки в умовах університету є оволодіння майбутніми педагогами взірцями різних видив професійно-педагогічної діяльності. Ефективність управлення професійною підготовкою обумовлюється тим, наскільки ураховується специфіка різних видив педагогічної діяльності, структуруванням її змісту, використанням технологій управління освітнім процесом.

**Мета статті** – обґрунтувати можливості управління структуруванням змісту професійної підготовки як важливого ресурсу підвищення рівня професіоналізму майбутніх педагогів

**Виклад основного матеріалу.** Продуктивність професійної підготовки майбутніх педагогів зумовлюється потребою студентів і викладачів у саморозвитку, оновленням змісту підготовки, застосуванням новітніх технологій у освітньому процесі. Для забезпечення продуктивності підготовки студентів до професійної діяльності необхідне: а) оновленні й структурування її змісту; б) розроблення методичних засобів, що впливають на професійну

адаптацію студентів до творчого оволодіння обраною професією; в)створення системи дидактичних засобів, що стимулюють активність і самостійність майбутніх педагогів.

Формування фахівця, здатного до творчої професійної діяльності – обумовлює новий підхід до структурування змісту навчального матеріалу. Практика свідчить про те, що відбір і структурування змісту підготовки до успішної діяльності зводиться до систематизації вузькопредметних знань, умінь і навичок, які мають бути засвоєнні майбутніми педагогами. Водночас випадає з поля зору викладача такий важливий аспект підготовки, як формування якостей особистості, без розвитку яких неможливі професійний успіх, успішне навчання учнів, успішна діяльність учителя. Увага викладача має акцентуватися не тільки на засвоєнні об'єму програмного матеріалу, а й які їхні установки на навчальні досягнення, передумови творчої професійної діяльності, рівень позитивної мотивації до навчальної діяльності.

Реалізація цілей професійної підготовки студентів в системі університетської освіти передбачає нову структуру навчальної інформації, яка об'єднує в собі інформаційно-змістову і процесуальну сторони процесу опанування предметної галузі знань. Її засвоєння передбачає не просте запам'ятовування вивчаємих положень, але й активні дії з застосування вивченого матеріалу для розв'язання практичних завдань.

Перевага інформаційно-змістового над процесуальним аспектом змісту підготовки студентів закріплює поверхове, формальне засвоєння предметного знання. Методика постійного репродуктивного заучування все ще має місце в університетській освіті. Методика передбачає мету відтворення інформації (вивчених положень, фактів, способів діяльності в предметному змісті) і веде до зниження, а, й інколи, і до зникнення пізнавального інтересу, утрати інтересу не тільки до процесу підготовки, а й до обраної професії, що ускладнює формування творчої особистості.

Управління професійною підготовкою студентів до педагогічної діяльності зумовлює необхідність внесення змін у її зміст: оновлення знань, умінь і навичок і на їх основі стимулювання розвитку в майбутніх педагогів професійних якостей, що забезпечують результативність їх дій у професійній сфері діяльності; виділення не тільки основних, стрижневих ідей предметного знання, а й конкретизацію принципів, на яких будується самостійна пізнавальна діяльність студентів; чітка і конкретна побудова системи теоретичного і методичного знання, яку необхідно віддати на лекційне опрацювання; конкретизація видів самостійної діяльності та їх елементів.

До основних елементів самостійної діяльності в університетській практиці відносять: а) студент – суб'єкт діяльності; б) предмет його діяльності; в) пізнавальний процес як сукупність дій студентів над предметними знаннями і переведення їх у професійні цінності та особистісні смисли; г) умови дій студентів; д) продукт як наслідок перетворення предметного знання; е) мета як проект професійних досягнень; ж) мотив як внутрішня умова успішної діяльності; з) раніше набутий практичний досвід, знання, уміння, навички і якості особистості як основи результативності дій студентів.

Практико орієнтований характер підготовки студентів до професійної діяльності значно ускладнює завдання й управлінські функції викладача в освітньому процесі. Ці функції активізують дії викладача в їх виконанні: планування, постановки мети і завдань, вибору конкретних способів їх досягнення; організації підготовки студентів до успішної професійної діяльності, забезпечення єдності всіх ланок освітнього процесу; управління навчальною роботою студентів, реалізація різних видів контролю навчальних досягнень студентів із послідовною корекцією їхніх дій для досягнення запланованих цілей; зворотного зв'язку, тобто регулювання прийняття рішень студентами.

Викладач, виконуючи управлінські функції, акцентує увагу на навчанні студентів: плануванні своїх дій, тобто виборі власних мети і завдань, програми і методів їх досягнення, вироблення стратегії індивідуального професійного розвитку; організації, тобто об'єднувати особистісні ресурси для виконання плану і досягнення мети; управлінні власною діяльністю,

тобто здійснювати самоконтроль із послідовною корекцією своїх дій; установленні зворотного зв'язку на основі передачі інформації, що дає змогу приймати рішення.

Зміст професійної підготовки має передбачати формування пізнавальної мотивації, яка є основою навчальної мотивації. Програмний матеріал, що стимулює розвиток пізнавальних здібностей студентів, створює основу для вдосконалення загальнонавчальних умінь, самооцінювання і самоконтролю (основних параметрів продуктивної діяльності).

У структуруванні навчальної інформації важливо враховувати її можливості в самореалізації майбутнього педагога на усіх етапах засвоєння й застосування набутих знань для розв'язання професійних проблем. Майбутній педагог, оволодіваючи програмним матеріалом, набуває необхідний досвід організації практичної діяльності, коли у структуруванні навчальної інформації розв'язуються важливі завдання:

- осмислення студентами професійних цінностей, які мають місце в програмовому матеріалі, їх значущості у професійному зростанні і формуванні професійних якостей особистості сучасного педагога;
- створення у процесі засвоєння необхідного обсягу навчального матеріалу, психологічного комфорту, умов для позитивного самопочуття кожного студента;
- моделювання подієво-рольових ситуацій в освітньому процесу, які розвивають ініціативу, самостійність, зацікавленість, самодіяльність, здатність студентів до творчого самовираження;
- активізація міжособистісного спілкування в різних формах співпраці і співтворчості з метою накопичення досвіду взаємодії, командних дій і прийняття колективних рішень.

Управлінські дії викладача мають бути спрямовані на допомогу студентам застосовувати навчальний матеріал у формуванні позитивної мотивації й відбору стимулів активізації різних видів пізнавальної діяльності в обраній професійній сфері. Структурування змісту навчального матеріалу передбачає його перероблення на основі особистісно-діяльнісного підходу, який орієнтує професійну підготовку на розвиток професійного образу майбутнього педагога й на працю, яка дає змогу кожному студенту самостверджуватися й самореалізовуватися в активної навчальної діяльності професійної спрямованості як майбутньому професіоналу. Завдання викладача вищої школи, який керує освітнім процесом, – створити його продуктивним для кожного студента, щоб він міг упоратися з навчальними проблемами, оптимально застосовувати набуті знання й уміння для їх розв'язання.

Важливо в процесі структурування змісту підготовки майбутніх педагогів до професійної діяльності виходити з того, що професіоналізм як складне особистісне утворення визначається об'єктивними законами розвитку професійного образу особистості й зразком педагогічної діяльності, а не винятково змістом освітньої системи.

Завдання викладача полягає в тому, щоб не тільки вміло організувати освітній процес і керувати ним, але й акцентувати увагу майбутніх педагогів на необхідності оволодіння вміннями організації й управління власними діями. Уміння організувати й керувати власними діями є важливою характеристикою професіоналізму майбутніх педагогів до результативного виконання професійних функцій. У змісті професійної підготовки студентів значне місце відводиться спеціально організованому і керованому процесу формування загально-навчальних умінь. На значимість умінь в практичній підготовці студентів вказував І. Елліот, який стверджував, що «педагогічні вміння – це засоби, той матеріал, який дає змогу йому будувати і реалізувати власну концепцію навчання» [17, с. 34], а організація підготовки вчителя має бути такою, щоб забезпечити умови для розвитку його здатності бути рефлексивним, аналітично мислити, готовим реагувати на унікальні навчальні ситуації в педагогічної діяльності [17, с. 53].

Д. Хартли у змісті підготовки педагога до практичної діяльності надає більше значення різним видам діяльності, долучаючись до яких, він доводить власні педагогічні вміння до високого рівня розвитку. Вчений у змісті підготовки педагога визначає виконавські вміння, оволодіння якими передбачає роботу у трьох напрямах: виконавському, когнітивно-пізнавальному й емоційному [19, с. 139].

У ході управління структуруванням змісту навчальної інформації необхідно забезпечити єдність когнітивних процесів і поведінкової реакції, що слугує основою запоруки досягнення запланованих цілей навчання. Зміст підготовки конкретизується трьома типами завдань: а) коригування, удосконалення раніше набутих студентами знань, умінь і навичок; б) розвиток і зміна професійних установок на підготовку до творчої професійної діяльності; в) адекватне формування Я-Концепції педагога. Розв'язання цих завдань забезпечує єдність змістової і процесуальної сторін підготовки студентів, практичного аспекту з розвитком професійної свідомості, сприйняття себе як теоретика, так і практика.

Управління професійною підготовкою майбутніх педагогів до професійної діяльності більшою мірою залежить від уміння структурувати навчальну інформацію. Викладач, організовуючи освітній процес, має акцентувати увагу на тому, щоб формувати у студентів необхідні вміння й навички самостійного структурування виучуваного матеріалу. Структурування навчального матеріалу відбувається на основі системного і змістово-процесуального підходів та реалізується на принципах одночасності, що пришвидшує темп навчання, застосування методів роботи з різними джерелами інформації, розгляд виучуваного матеріалу під різним кутом зору. У ході підготовки важливо акцентувати увагу майбутніх педагогів на оволодінні способами структурування навчальної інформації, будувати роботу на заняттях з метою оволодіння ними способами: алгоритмізації, змін послідовності викладання різних розділів навчальної теми, уведення нової інформації, узагальнення її, перенесення знань до практичних ситуацій.

У ході занять всі зусилля має бути спрямовані на розкриття різних аспектів управлінських дій, їх набуття та закріплення: аналітичного (дії зі структурування знань); цілеспрямованого (дії, що спрямовані на формування професійних цінностей і особистісних смислів, інтересу до навчання); організаційного (дії з формування й реалізації орієнтовної основи пізнавальної і практичної діяльності студентів, дії, що спрямовані на досягнення цілі й розв'язання навчальних завдань); контролюючого (дії з перевірки й оцінювання ефективності пізнавальних дій і результатів); коригувального (дії з регулювання пізнавальних дій із метою забезпечення ефективності навчальної діяльності, досягнення запланованої мети і розв'язання навчальних завдань за умов мінімізації витрат).

Усвідомлення майбутніми педагогами різних аспектів управлінських дій і оволодіння ними у процесі роботи з навчальним матеріалом на заняттях стимулюють набуття ними досвіду управління структуруванням змісту виучуваного матеріалу, який позитивно впливає на якість їхніх професійних знань і вмінь.

Водночас майбутні педагогі мають оволодівати управлінськими знаннями, уміннями не тільки у сфері професійно-педагогічної діяльності, а й у плані особистісного розвитку, їхнього професійного росту, перетворенні власного творчого потенціалу в людський капітал. «Важливо розвивати у студентів уміння керувати собою, об'єктивно оцінювати власні можливості й систематично вдосконалювати здібності; формувати в них готовність не лише до управлінської діяльності, а й навчати основам менеджменту і самоменеджменту» [10, с. 380]. Майбутні педагоги повинні мати чітке уявлення про шляхи просування професійної кар'єри, її етапи, способи і можливості подолання труднощів, зовнішні обставини, що перешкоджають їхньому професійному становленню й досягненню професійних цілей. Зміст підготовки передбачає процес перетворення студентом самого себе в ресурс педагогічної діяльності, перехід уваги з навчальної інформації на засоби і методи власної мисленнєвої діяльності, перетворення власної особистості в новий суб'єкт професійної праці.

У ході структурування змісту підготовки необхідно акцентувати увагу на: а) постановці професійних цілей і завдань (цілей особистісного розвитку, творчої індивідуальності, професійного самовираження й самоствердження); б) оволодінні прийомами планування професійної діяльності; в) набутті й закріпленні вмінь прийняття рішень і передбачення прогнозованих результатів; г) організації й реалізації запланованого обсягу роботи, досягненні цілей; д) контролі й самоконтролі результатів діяльності, корекції результатів професійної праці; е) проєктуванні нових професійних перспектив [10, с. 381].

Взаємодія базової частини навчального матеріалу з інформацією, яка є основою індивідуальної стратегії професійного розвитку майбутніх педагогів, дає змогу реалізувати подвійну мету підготовки до професійної діяльності й забезпечити позитивну динаміку рівня сформованості основ педагогічного професіоналізму. Р. Ноулз відзначав необхідність дидактичної взаємодії у процесі підготовки майбутніх педагогів до професійної діяльності. Діяльність викладача він розглядав як консультативну, відзначаючи, що «Основною турботою консультанта має бути завчасний відбір таких навчальних процедур, які дали б змогу йому долучити студентів до процесу: 1) створення сприятливого емоційного клімату; 2) розроблення механізму спільного планування; 3) діагностики професійних та індивідуально-психологічних особливостей і потреб; 4) формування цілей і завдань, які становлять зміст навчання; 5) планування і реалізація освітньої діяльності; 6) констатація досягнутого рівня засвоєння знань, умінь і аналізу причин успіху чи невдач; 7) повторної діагностики потреб і вибору напрямів подальшої роботи [20, с. 177].

Грамотне управління структуруванням навчальної інформації забезпечує не тільки необхідно засвоєння програмного матеріалу, а й на створення атмосфери емоційної підтримки, можливості висловити власну думку і погляди; обговорювати труднощі, які зустрічаються у хорді навчальної діяльності студентів, оволодіння досвідом творчої педагогічної діяльності.

**Висновки та перспективи подальших наукових розвідок.** Управління структуруванням змісту підготовки студентів до професійної діяльності позитивно впливає на: розвиток їхньої самостійності; надання студентам зразка професійно- педагогічної діяльності; контроль їхніх дій; конкретизація вимог до результатів діяльності; усвідомлення оптимальних умов освітньої, а в майбутньому і професійної діяльності; урахування індивідуальних можливостей і здібностей; розвиток здатності планувати власні дії й співвідносити їх із власними здібностями, практичним досвідом; можливість об’єктивно оцінювати власні досягнення, за необхідності коректувати дії й результати.

Перспективним вбачаємо дослідження проблеми управління структуруванням змісту оптимальних міжпредметних програм для різних сфер професійної діяльності, зумовлених специфікою факультету, обраного студентами. Навчальна програма повинна об’єднувати в собі не тільки чітко окреслена коло знань і вмінь, якими має оволодіти кожний студент, а й управлінські дії викладача і студентів, що забезпечить ним набуття досвіду управління навчальної діяльністю. При цьому в процесі визначення змісту предметної навчальної програми важливо розробити методичне забезпечення її змістової частини.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Андрущенко, В. (2011). Державно-громадський характер управління освітою. Вища освіта України, 3, 5–8. (Andrushchenko, V. (2011). State-public nature of education management. Higher education of Ukraine, 3, 5–8).
2. Бондар, В. І. (2002). Педагогічна технологія: становление, термінологія, сутність, структура. Школа першого ступеня: Теорія і практика. Переяслав-Хмельницький: Астон. Вип. 6, сс. 157–163. (Bondar, V. I (2002). Pedagogical technology: establishment, terminology, essence, structure. School of the first degree: Theory and practice. Pereyaslav-Khmelnytskyi: Aston. Vol. 6., pp. 157–163).
3. Гнезділова, К. М. (2018). Знання і технологія їх управління у сучасному університеті. Підготовка фахівців у сфері освіти та освітнього менеджменту: європейський вимір. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. (29-30 березня 2018 р., Черкаси). Черкаси: Видавець Чабаненко Ю. А., сс. 20–21. (Gnezdilova, K. M. (2018). Knowledge and technology of their management in a modern university. Training of specialists in the field of education and educational management: the European dimension. Materials of the International Scientific and Practical Conference. (March 29-30, 2018, Cherkasy). Cherkasy: Publisher Yu.A. Chabanenko, pp. 20–21).
4. Гребеник, Т. В. (2011). Управління процесом громадянського виховання студентів вищого навчального закладу (дис. … канд. пед. наук: 13.00.06). Суми. (Hrebenyk, T. V.

(2011). Management of the process of civic education of students of a higher educational institution (PhD thesis ). Sumy).

5. Гриньова, М. В., Малаканова, Л. В., Сорокіна, Г. Ю. (2016). Управління навчально-виховним процесом: навчальний посібник. Полтава: ТОВ «Фірма «Техсервіс». (Hrynyova, M. V., Malakanova, L. V., Sorokina, G. Yu. (2016). Management of the educational process: a study guide. Poltava: TOV «Firma «Tekhservis»).
6. Даниленко, Л. І. (2004). Управління інноваційною діяльністю в загальноосвітніх навчальних закладах : монографія. Київ : Міленіум. (Danylenko, L. I. (2004). Management of innovative activities in general educational institutions: monograph. Kyiv: Milenium).
7. Єльникова, Г. В. (2009). Розвиток адаптивного управління в освітніх системах. Імідж сучасного педагога, 8–9, 3–7. (Yel'nikova, G. V. (2009). Development of adaptive management in educational systems. The image of a modern teacher, 8–9, 3–7).
8. Калініна, Л. М. (2008). Інформаційне управління загальноосвітнім навчальним закладом: системи, процеси, технології : монографія. Київ : Інформатор. (Kalinina, L. M. (2008). Information management of a general educational institution: systems, processes, technologies: monograph. Kyiv: Informator).
9. Кондрашова, Л. В. (2006). Современный образовательный менеджмент в профессиональной подготовке студентов педагогических университетов. Вища освіта України. Додаток 3 (3 т.). Тематичний випуск «Вища освіта України у контексті інтеграції до європейського освітнього простору». сс. 378–383. (Kondrashova, L. V. (2006). Modern educational management in the professional training of students of pedagogical universities. Higher education of Ukraine. Appendix 3 (3 volumes). Thematic issue "Higher education of Ukraine in the context of integration into the European educational space", pp. 378–383).
10. Кондрашова, Л. В. (2014). Педагогика высшей школы: проблемы, поиски, решения. Кривой Рог: ЧНУ им. Богдана Хмельницкого. (Kondrashova, L. V. (2014). Higher school pedagogy: problems, searches, solutions. Kryvyi Rih: CHNU named after Bohdan Khmelnytskyi).
11. Кремень, В. Г. (2005). Освіта і наука в Україні – інноваційні аспекти. Стратегія. Реалізація. Результати. Київ: Грамота. (Kremen, V. G. (2005). Education and science in Ukraine – innovative aspects. Strategy. Realization. The results. Kyiv: Gramota).
12. Луговий, В. І. (2008). Управління освітою. Енциклопедія освіти: Академія педагогічних наук України. В. Г. Кремень (голов. ред.). Київ : Юрінком Інтер. сс. 944–945. (Lugovoi, V. I. (2008). Management of education. Encyclopedia of education: Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine. V. G. Kremen (Chief Ed.). Kyiv : Yurinkom Inter).
13. Лукіна, Т. О. (2006). Якість підготовки управлінських кадрів як основа поліпшення якості вищої освіти України. Вища освіта України у контексті інтеграції до європейського освітнього простору. Том 3. Київ, сс. 136–142. (Lukina, T. O. (2006). The quality of management training as a basis for improving the quality of higher education in Ukraine. Higher education of Ukraine in the context of integration into the European educational space. Volume 3. Kyiv. pp. 136–142).
14. Ляшенко, О. І. (2005). Якість освіти як основа функціонування й розвитку сучасних систем освіти. Педагогіка і психологія., 1 (46), 5–12. (Lyashenko, O. I. (2005). The quality of education as a basis for the functioning and development of modern education systems. Pedagogy and psychology, 1 (46), pp. 5–12).
15. Пасинчук, К. М. (2016). Управління якістю підготовки майбутніх фахівців з пожежної безпеки (дис. … канд. пед. наук: 13.00.06). Черкаси. (Pasynchuk, K. M. (2016). Management of the quality of training of future fire safety specialists (PhD thesis). Cherkasy).
16. Чернящук, Н. Л. (2017). Управління якістю підготовки майбутніх інженерів-педагогів в умовах магістратури технічного університету: монографія. Луцьк: Терен. (Chernyaschuk, N. L. (2017). Management of the quality of training of future engineers-pedagogues in the conditions of the master's degree of the technical university: monograph. Lutsk: Teren).
17. Elliot, I. (1993). Implications of classroom research for professional development. Professional development of education, Kogan Page.

18. Erikson, E., Joan, M. (1998). The life cycle completed. W.W. Norton & Cjmpany.
19. Hartley, D. (1994). Developed school management: the «Newdeal» in Scotish Education. Iournal of Education Policy, 9, 139.
20. Houle, C. O. (1984). Patterns of Learning. New Perspectives of Life-Span Education. Francisco.

**Kondrashova L. V., Kondrashov M. M. Management structure for professional training of future teachers in the university education system.**

***Summary.*** *The article demonstrates the possibilities of managing the structuring of the content of professional training of future teachers as an important resource for increasing their level of professionalism. The concept of managing the structuring of the content of the training of future teachers for professional activity in the conditions of university education has been developed and the need for: a) updating and structuring of its content has been theoretically substantiated; b) development of methodical tools affecting the professional adaptation of students to creative mastery of the chosen profession; c) creation of a system of didactic tools that stimulate the activity and independence of future teachers. It is proven that the realization of the goals of professional training of students in the university education system involves a new structure of educational information, which combines the information-content and procedural aspects of the process of mastering a subject area of knowledge. Its assimilation involves not only memorizing the learned provisions, but also active actions to apply the learned material to solve practical problems.*

*It has been established that the management of the structuring of the content of professional training of students for pedagogical activities necessitates the introduction of changes: updating knowledge, skills and abilities and, based on them, stimulating the development of future teachers' professional qualities that ensure the effectiveness of their actions in the professional sphere of activity; selection of not only the main core ideas of subject knowledge, but also the specification of the principles on which independent cognitive activity of students is built; clear and concrete construction of the system of theoretical and methodical knowledge, which must be submitted for lecture processing; specification of types of independent activity and their elements.*

*Characterized tasks and management functions of the teacher in the educational process: planning, setting goals and objectives, choosing specific ways to achieve them; organization of training students for successful professional activity, ensuring the unity of all links of the educational process; management of students' educational work, implementation of various types of control of students' educational achievements with consistent correction of their actions to achieve the planned goals; feedback, i.e. regulation of decision-making by students; main directions of management: executive, cognitive-cognitive and emotional. It is well-founded that the content of the training involves the process of the student transforming himself into a resource of pedagogical activity, the shift of attention from educational information to the means and methods of his own thinking activity, the transformation of his own personality into a new subject of professional work.*

***Key words:*** *management, content of professional training, management functions, management actions, management of content structuring, directions of management? unity of informational content and procedural aspects of the training content.*

# РОЗДІЛ 4. ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНИЙ СУПРОВІД РОЗВИТКУ ТВОРЧОЇ ОСОБИСТОСТІ В ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ДИСЦИПЛІН ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ

**УДК 376.016-056.36:51(045)**
**DOI 10.5281/zenodo.10214566**

**Г. В. Іщенко**
ORCID ID 0000-0002-8584-7125
Уманський державний педагогічний
університет імені Павла Тичини

## МЕТОДИЧНІ ВИМОГИ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ З СЛАБКОВСТИГАЮЧИМИ УЧНЯМИ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ

*Статтю присвячено одній з актуальних проблем освітнього простору – проблемі організації освітнього процесу із слабковстигаючими учнями на уроках математики. Зокрема, розкрито методичні вимоги до організації освітнього процесу із слабковстигаючими учнями на уроках математики. У роботі наголошено, що методична система навчання слабковстигаючих учнів з математики сприяє успішній реалізації Державного стандарту базової середньої освіти та Концепції Нової української школи. Науковці стверджують, що слабковстигаючих учнів характеризують наступні особистісні риси: нездатність до узагальнення, слабка усвідомленість розумової діяльності, інертність, косність, пасивність, наслідуваність розуму, явна невідповідність між рівнем інтуїтивно-практичного та словесно-логічного мислення. Відповідно до методичної системи навчання слабковстигаючих учнів на уроках математики проаналізовано наступні компоненти: цільовий, стимулюючо-мотиваційний, змістовий, операційно-діяльнісний, контрольно-регулятивний, оцінювально-результативний. Розглянуто методичні вимоги до організації кожного компонента освітнього процесу. Наголошено, що головною вимогою при цьому є знання і дотримання принципів навчання, дидактичних закономірностей про те, як здійснюється освітній процес, поряд з психологічними та іншими його характеристиками. На конкретних прикладах продемонстровано важливість та необхідність даних компонентів у процесі навчання. Встановлено, що дотримання запропонованих дидактичних вимог до організації освітнього процесу з слабковстигаючими учнями на уроках математики дозволяє підвищити ефективність уроку, формувати у здобувачів освіти позитивне ставлення до навчання, активізувати їх пізнавальну діяльність та запобігати відставанню у навчанні та низькій успішності здобувачів освіти.*

***Ключові слова:*** *слабовстигаючі учні, навчання математики, освітній процес, мотивація, Нова Українська школа, заклад загальної середньої освіти, компоненти.*

**Постановка проблеми.** Розвиток усіх сфер сучасного суспільства потребує росту та збільшення його інтелектуального потенціалу. Тому, одним із завдань закладу загальної середньої освіти (ЗЗСО) є створення необхідних умов для повноцінного духовного та інтелектуального розвитку підростаючого покоління. Шкільний предмет математики у силу своєї специфіки має широкі можливості для інтелектуального розвитку школярів, зокрема, розвитку логічного мислення, просторової уяви, пам’яті, алгоритмічної та інформаційної культури як особливого аспекту культури мислення, позитивних якостей особистості (розумової активності, пізнавальної самостійності, саморегуляції) та рис характеру (чесності і правдивості, наполегливості і творчого відношення до навчального процесу тощо).

Методична система навчання слабковстигаючих учнів з математики сприяє успішній реалізації Державного стандарту базової середньої освіти та Концепції Нової української школи [3, 6].

Аналіз стану навчання з математики в ЗЗСО, вказує на те, що у більшої частини учнів внаслідок різних об'єктивних та суб'єктивних причин падає інтерес до вивчення предмета, знижуються пізнавальні здібності і, як наслідок, показники якості знань з математики не відповідають державним стандартам. У зв'язку з цим, ми ставимо за мету досягти позитивної мотивації до вивчення математики, підвищити якість знань з предмета, розвивати й удосконалювати розумові здібності школярів, його особистість з врахуванням можливостей, потреб, інтересів. У процесі навчання повинен відбуватися не простий вплив педагога на учня, а їх взаємодія, а також реалізуватися єдність навчальних та особистісних впливів педагога і зусиль учня, спрямованих на оволодіння знаннями, навичками і вміннями, певними елементами розвитку.

Одна з головних проблем, яку доводиться вирішувати педагогам, - це робота з слабовстигаючими учнями. Немає чіткого уявлення про причини, що викликають неуспішність, про характер розумової діяльності учнів, про ставлення до школи і мотиви вчення. Активні форми навчання на уроці допоможуть вчителю домогтися позитивних результатів у ліквідації прогалин в знаннях учнів [1].

Труднощі в навчанні бувають тимчасовими. Тоді їх називають відставанням від шкільної програми. Коли у дитині «не входить» один або кілька предметів (наприклад, немає схильності до точних наук) — це часткова неуспішність. Ну і буває, що учень не знаходить цікавою / важливою / потрібною ні одну з дисциплін і відстає по всій програмі.

У середніх класах проблеми в навчанні можуть бути пов'язані з психологічними особливостями. Дитина не впевнена в собі, демотивована, тривожиться з різних причин. При цьому вона ще не навчилася боротися зі своїми проблемами та не завжди усвідомлює, що можна попросити допомоги у дорослих. У старших класах найчастіше до цього часу сім'ї вже розібралися, чому в їх підлітка виникають труднощі в навчанні. Але сюди накладаються всі складнощі перехідного віку. Тіло, гормони й мозок перебудовуються. З'являються перші закоханості. Плюс соціальні страхи бути відвертим в колі однолітків [9].

**Аналіз актуальних досліджень.** Проблема навчання слабковстигаючих учнів неодноразово привертало увагу як вітчизняних так і закордонних педагогів, психологів та методистів. Так, у своїх працях, дослідники Ю. Бабанський, Л. Божович, А. Бударний, А. Гельмонт, Ю. Гільбух, М. Данілов, І. Коробейников, Н. Локалова, Н. Лусканова, В. Цетлінта розглядають різні аспекти проблеми навчання слабковстигаючих учнів: виявлення типів та характерних ознак слабковстигаючих; аналізуються можливості підвищення успішності відстаючих учнів з окремих предметів, показується необхідність диференційованого та індивідуального підходу, вивчається навченість дітей, особливості проявів різних психічних функцій, загальні та специфічні розумові здібності. Науковці стверджують, що слабковстигаючих учнів характеризують наступні особистісні риси: нездатність до узагальнення, слабка усвідомленість розумової діяльності, інертність, косність, пасивність, наслідуваність розуму, явна невідповідність між рівнем інтуїтивно-практичного та словесно-логічного мислення.

**Метою статті** сформувати та обґрунтувати методичні вимоги до організації освітнього процесу з слабковстигаючими учнями на уроках математики.

**Виклад основного матеріалу.** Сучасна педагогіка освітнього процесу виділяє в методичній системі навчання такі компоненти: цільовий, стимулюючо-мотиваційний, змістовий, операційно-діяльнісний, контрольно-регулятивний, оцінювально-результативний [4]. Практика підтверджує їх необхідність в освітньому процесі. Отже, наявність у процесі навчання згаданих компонентів є вимогою до його організації. Розглянемо методичні вимоги до організації кожного компонента освітнього процесу з слабковстигаючими учнями, але зауважимо, що головною вимогою при цьому є знання і дотримання принципів навчання, дидактичних закономірностей про те, як здійснюється освітній процес, поряд з психологічними та іншими його характеристиками.

*Цільовий компонент* процесу навчання математики відображає усвідомлення вчителем і прийняття учнями мети й завдань вивчення предмета. Мета вивчення навчального матеріалу з математики слабковстигаючими учнями (як і всіма іншими)

визначаються метою і завданнями шкільної математичної освіти, Державним стандартом базової середньої освіти в Україні.

Наявність значної групи дітей, у яких в силу впливу біологічних та соціальних факторів комплекс адаптаційних механізмів порушений, у тому числі механізмів емоційно-вольової регуляції діяльності, механізм включення у навчальну діяльність, оволодіння знаннями і навичками та механізм самопізнання й саморегуляції, вимагає корекційно-розвивальної спрямованості освітнього процесу. Відсутність у слабковстигаючих учнів необхідного для підвищення їх навчального рівня фонду знань з математики, несформованість прийомів навчальної діяльності, основних операцій мислення не дають їм можливості активно включитися в освітній процес, а також формують негативне ставлення до навчання.

На основі сказаного приходимо до висновку, що основним завданням для подолання слабкої успішності з математики є: стимулювання і розвиток пізнавального інтересу; розвиток інтелектуального, логічного мислення, просторової уяви та інших якостей мислення, які оптимально формуються засобами математики; систематична корекційна робота із слабковстигаючими школярами; формування основних предметних загальнонавчальних умінь; ліквідація прогалин у фонді дійових знань і просунення у рівні навчання математиці; розвиток математичної мови (усної і письмової); створення умов для загальної адаптації учнів (враховувати об'єктивні та суб'єктивні особливості життєдіяльності учня – періоди активності, самопочуття, самопізнання, особливості циклів навчальної діяльності, емоційний стан тощо).

*Стимулюючо-мотиваційний компонент* передбачає здійснення вчителем заходів, спрямованих на стимулювання в учнів інтересу, потреби в розв'язанні визначених завдань.

Вирішення проблеми забезпечення успішної навчально-пізнавальної діяльності як основного засобу корекції особистості та формування позитивної спрямованості до навчання, вимагає попередньої роботи з відновлення довіри дитини до оточуючих його дорослих, з формування мотиваційної готовності до включення у навчальні заняття. Враховуючи властивості особистості та поведінки учнів, які слабковстигають з математики, створення ситуації успіху, заохочення, співчування стає ведучим мотивом у навчанні, засобом формування інтересу до предмета, засобом усвідомлення значущості знань, що отримують школярі. Вказані обставини роблять необхідним побудувати навчально-виховну роботу як цілісний реабілітаційний процес, який спочатку має перевагу психотерапевтичного компоненту з посиленням освітнього, розвиваючого компоненту у наступному.

Провідною психологічною ідеєю, що покладена в основу методики формування фонду дійових знань і вмінь слабковстигаючих учнів, є зміна «безпосередньо спонукальних мотивів» і видів діяльності як джерела мотивації навчання, оскільки згадана категорія учнів слабо піддається мотивації. Важливо не лише забезпечити потребу у вивченні теми на початку уроку, розкриваючи її значимість, але й продумати прийоми стимулювання, що надасть можливість зробити навчальний процес більш насиченим і результативним. Це робиться у процесі уроку і особливо у другій його частині, коли наступить природна стомлюваність слабковстигаючих учнів, і вони потребуватимуть впливів, що сприяли б зняттю напруги та перевантаження, засвоєнню навчального матеріалу. Для практичного здійснення зміни мотивів необхідно враховувати варіативність способів, які їх спонукають. Зауважимо, що в реальному педагогічному процесі мотиви використовуємо з врахуванням конкретних дидактичних умов і зокрема індивідуальних особливостей учнів. Наприклад, для того, щоб виникло прагнення до вивчення нового, потрібно обачливо використовувати проблемну ситуацію, додержуючись таких умов: наявність у школярів, які розв'язують дану проблему, необхідних для цього знань, відповідного рівня трудності завдань, надання допомоги з боку вчителя (при необхідності), яка дасть можливість подолати «бар'єр минулого негативного досвіду» і розв'язати проблему. Слід відмітити, що і вдала організація діяльності безпосередньо її мотивує. Особливо результативно дане положення реалізовано у теорії поетапного формування розумових дій. У психологічній та педагогічній літературі приділяється значна увага мотивам, які безпосередньо можуть спонукати до навчальної діяльності учнів [8].

Стимулювання пов'язано з використанням тих чи інших мотивів (відповідальності, перспективи, комунікативного, пізнавального). Особливо треба відзначити мотив самовдосконалення, який дає можливість підвищити частоту впливів, створити можливості для тренування вольових якостей, самооцінки.

*Змістовий компонент* визначається державними навчальними програмами і навчальним планом. Зміст уроків, позакласних заходів конкретизується вчителем з урахуванням визначених завдань: забезпечити міцне засвоєння всіма учнями базового змісту шкільної освіти. Слід звернути увагу на те, що розділ «Зміст навчального матеріалу» програми з математики і Державний освітній стандарт включають для вивчення мінімальний обов'язковий обсяг матеріалу.

Виділення рівня обов'язкової підготовки робить серйозний внесок у розв'язування проблеми підвищення ефективності процесу навчання – це той інструмент, який при правильному використанні дає можливість перетворити навчання з примусового в добровільне, що супроводжується відчуттям радості від успішного подолання труднощів, задоволення від усвідомлення того, що справляєшся з роботою. Досягнення обов'язкових результатів навчання учнями повинно бути безумовною вимогою, підлягати контролю і гарантувати учню отримання позитивної оцінки за його успіхи, що є стимулом навчання.

Реалізацію стимулюючо-мотиваційного і змістового компоненту забезпечує *операційно-діяльнісний компонент*, який найповніше відображає процесуальну сутність навчання.

За останні роки суттєво збільшилась зацікавленість психологів та педагогів до категорії взаємодії вчителя з учнями у процесі навчання. Характерною рисою сучасної педагогіки є тенденція до переосмислення зв'язку педагога й вихованця, вчителя й учня: із односпрямованого впливу до можливості активного залучення усіх включених в освітній процес, перехід на суб'єкт-суб'єктну організацію побудови взаємодії і взаємостосунків в освітньому просторі [10] .

Науковець І.В. Малафіїк під час навчання виділяє три види взаємодії, кожна з яких створює свої характерні впливи на процес навчання: суб'єктно-суб'єктна взаємодія (учитель – учень, як суб'єкт навчання); суб'єктно-об'єктна взаємодія (учитель – учень, як об'єкт навчання); суб'єктно-об'єктна взаємодія (учень – об'єкт вивчення) [7].

Біляковська О. зазначає, що в умовах сучасного навчального середовища дидактична взаємодія передбачає узгоджену діяльність учителя і учня для досягнення спільних навчальних цілей і результатів. У процесі дидактичної взаємодії вчитель і учень є суб'єктами навчального середовища, а їхні взаємовідносини будуть суб'єктно-суб'єктними. Дидактична взаємодія містить два взаємообумовлених компоненти: дидактичний вплив і зворотну реакцію учня [2].

Науковці стверджують, що провідною повинна бути така форма дидактичної взаємодії, яка забезпечує творчу продуктивну діяльність учнів на початковому етапі усвідомлення навчального матеріалу і впродовж всього його вивчення. Зазначеним формам дидактичної взаємодії сприяє діалогова система навчання. Наведемо кілька загальних вимог, яких потрібно дотримуватися вчителю використовуючи її: а) у центрі уваги вчителя повинні бути потреби і можливості учнів, у нашому дослідженні це врахування психологічної характеристики класу та окремих учнів, їх можливості, потреби; б) необхідно пояснювати навчальний матеріал так, щоб було присутнє особистісне (найчастіше емоційне) відношення вчителя до матеріалу, що вивчається. Такий підхід викликає адекватну реакцію учнів; в) у процесі навчання головну увагу приділяти не тільки поясненню, а й самостійній роботі учнів, саме в самостійній роботі виникають запитання і здійснюється пошук відповідей на ці запитання.

Отже, пояснюючи навчальний матеріал потрібно дотримуватися принципу: не пояснювати те, в чому діти самостійно можуть розібратися та зрозуміти.

Головним завданням вчителя при організації освітнього процесу з слабковстигаючими учнями є організація такої навчальної роботи, яка б давала можливість проводити корекцію і досягнення обов'язкового рівня навчання. Для цього під час засвоєння знань слабковсти-

гаючими учнями треба дотримуватися технології рівневого навчання математики. Організації рівневого навчання математики як технологічного процесу приділяє увагу А.М. Капіносов [5].

Корекційна діяльність вчителя математики, спрямована на досягнення обов'язкових результатів навчання слабковстигаючими учнями, повинна враховувати закономірності проходження етапів процесу навчального пізнання, які головним чином полягають у більшій витраті часу на сприймання, обмірковування і запам'ятовування інформації, у труднощах щодо використовування набутих знань, їх переносу у нову ситуацію. Виходячи з цього, у плануванні роботи вчителя повинна використовуватися і кількість годин варіативної частини навчального плану, що передбачена на індивідуально-групове навчання та корекційні заняття. Це пояснюється необхідністю поєднувати навчальні завдання з корекційними. Недостатня корекційна робота створює підстави для виникнення прогалин у навчанні. Етап корекції знань з постійно діючим оберненим зв'язком, обробкою отриманої інформації і подання необхідної допомоги учням ми розглядаємо як обов'язкову частину процесу навчання математики слабковстигаючих учнів. Для виконання цих завдань доцільно використовувати індивідуальну додаткову роботу.

План і заходи корекційної роботи з слабковстигаючими учнями розробляються на основі результатів діагностики. Конкретизації цих завдань сприяє *контрольно-регулюючий компонент*, який дає можливість отримати інформацію про оволодіння учнями навчальним матеріалом, передбаченим програмою, встановити якість його засвоєння, скласти уявлення про те, наскільки правильні, міцні та гнучкі знання, надбані учнем, проаналізувати недоліки в організації пізнавальної діяльності учнів, внести корекцію в її зміст та форму, продіагностувати математичні здібності учнів. Основними вимогами до організації цього компоненту є дотримування найважливіших принципів діагностування і контролю успішності учнів: об'єктивності, систематичності, наочності (гласності), диференційованості та індивідуальності, вимогливості учителя, єдності вимог тощо.

Під час поточного контролю від учнів слід вимагати знання тільки на тому пізнавальному рівні, який передбачається певним етапом оволодіння навчальним матеріалом (відтворення та використання знань в стандартних ситуаціях, у зміненій ситуації). Завищувати і занижувати вимоги, коли знання та вміння учнів не сформувалися повністю, недопустимо: це приводить до необґрунтованих оцінок результатів навчання, до зниження мотивації і зацікавленості до навчання слабковстигаючих учнів.

Основою управління і контролю процесу засвоєння знань є реалізований зворотний зв'язок. Зворотний зв'язок повинен давати відомості не тільки про правильність чи неправильність кінцевого результату, але і давати можливість здійснювати контроль за ходом навчального процесу, слідкувати за діями учнів. Наведемо приклади.

1. Для контролю засвоєння прийому порівняння:

*Чи правильно виконано порівняння об'єктів; якщо ні, то в чому помилка:*

1) *при порівнянні трикутників ABC і MKL, встановили, що ΔABC прямокутний, а ΔMKL – рівнобедрений;*
2) *при порівнянні двох прямокутників встановили, що $S_1 = 48$ м$^2$, $P_2 = 36$ м;*
3) *при порівнянні двох кіл встановили, що $r_1 = 6$ см, $r_2 = 8$ см;*
4) *при порівнянні двох многочленів встановили, що степінь першого з них дорівнює 3, а другий є сумою трьох одночленів.*

2. Для контролю засвоєння поняття:

*Знайдіть і виправте помилки у таких означеннях:*

1) *Діаметром кола називається найбільша хорда, що проходить через центр.*
2) *Паралелограмом називається многокутник, у якого протилежні сторони рівні і паралельні.*
3) *Чотирикутник, у якого протилежні сторони паралельні і рівні, називається паралелограмом.*

Серед способів організації зворотного зв'язку при поточному контролі поширені усні запитання. В цьому зв'язку виникає проблема – як професійно задавати запитання? У

практиці зустрічається два способи. Вчитель запитує, а потім після деякої паузи оголошує, хто буде відповідати. Це не спрямоване запитання або безадресне. І навпаки: спочатку називається хто буде відповідати, а потім формулюється запитання. Це спрямоване або адресне запитання. Який вид запитання більш ефективний? У першому випадку вважається, що всі учні починають думати, а потім порівнюють відповідь учня, який відповідав, із своїм варіантом. Дослідження і спостереження показують, що це не зовсім так. У слабковстигаючого учня спочатку переважає думка «Хто? Аби не я!», а потім виникає релаксація (це подих полегшення після напруженої паузи) і відповідь вони вже не слухають. Другий спосіб більш ефективний, оскільки в учнів виникає зацікавленість: «Чи відповість?». Внаслідок цього і сама відповідь, і реакція вчителя вислуховується класом. Практика показує, що найкраще співвідношення – на два спрямованих запитання одне не спрямоване.

Наступна вимога в технології поставити запитання – його планування і знаходження способу похвалити учня. Як правило, коли вчитель запитує – він вже знає, хто буде відповідати, знає навіть більше: дасть відповідь учень чи ні і навіть, як відповість. Якщо мета вчителя полягає не в демонстрації розумової нікчемності учня, а у навчанні і його особистому розвитку, то краще задати школяру таке запитання, на яке він може дати відповідь. Наприклад, учні часто плутають вирази: «квадрат двочлена» і «різниця квадратів», – не зважаючи на те, що знають самі формули. Тому завдання «Записати формулу квадрата двочлена» для слабковстигаючого учня краще сформулювати так: «Визначити який з виразів $a^2 - b^2$ чи $(a - b)^2$ є квадратом двочлена, а який різницею квадратів і записати чому вони дорівнюють». І якщо учень не відповість правильно на першу частину питання, а тільки запише формули, у вчителя є привід, щоб похвалити його і вказати на недоліки в знаннях. Таким чином, в учня формуються навички відрізняти ці вирази, закріплюються відповідні формули, і у вчителя є можливість дати цілеспрямовану настанову відносно усунення недоліків у знаннях.

Важливою складовою постановки запитання є вміння його сформулювати таким чином, щоб воно спрямовувало учня до роздумів, аналізу, вибору варіантів і при цьому залучало до діалогу не одного учня класу. Для порівняння розглянемо декілька варіантів постановки питання.

- *Яка фігура називається рівнобедреним трикутником?*
- *Який трикутник називається рівнобедреним?*
- *Які властивості дають можливість стверджувати, що трикутник рівнобедрений?*
- *Як впевнитись, що даний трикутник – рівнобедрений?*

Легко побачити, що перші два варіанти передбачають тільки відтворення означення, наступні два припускають варіативні відповіді, які містять як означення, так і ознаки рівнобедреного трикутника.

Учні також повинні знати, що процес засвоєння знань має певні межі і повинен закінчуватися конкретним результатом, який буде оцінюватися. Це, певною мірою, спонукає їх до навчальної діяльності. Отже, наявність *оцінювально-результативного компоненту* є також однією з вимог в організації навчального процесу з слабковстигаючими учнями. При цьому вимогливість учителя до оцінювання роботи учня – обов'язкова умова кращої якості навчання.

**Висновки та перспективи подальших наукових розвідок.** Дотримання запропонованих дидактичних вимог до організації освітнього процесу з слабковстигаючими учнями на уроках математики дозволяє підвищити ефективність уроку, формувати у здобувачів освіти позитивне ставлення до навчання, активізувати їх пізнавальну діяльність та запобігати відставанню у навчанні та низькій успішності здобувачів освіти. Подальші наукові розвідки будуть спрямовані на дослідження засобів діагностики математичної підготовки слабковстигаючих учнів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Активні форми роботи з невстигаючими учнями на уроках математики. Режим доступу: https://naurok.com.ua/stattya-na-temu-aktivni-formi-roboti-zi-nevstigayuchimi-

uchnyami-na-urokah-matematiki-15022.html. (Active forms of work with late students in mathematics lessons). Retrieved from: https://naurok.com.ua/stattya-na-temu-aktivni-formi-roboti-zi-nevstigayuchimi-uchnyami-na-urokah-matematiki-15022.html).

2. Біляковська, О. (2016). Особливості дидактичної взаємодії вчителя і учня в освітньому середовищі сучасної школи. Prace naukove Akademii im. Jana Długosza w Częstochowie Pedagogika, XXV, 2, 109–119. (Bilyakovska, O. (2016) Peculiarities of didactic interaction between teacher and student in the educational environment of a modern school. Prace naukove Akademii im. Jana Długosza w Częstochowie Pedagogika, XXV, 2, 109–119).
3. Державний стандарт базової середньої освіти. Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/898-2020-%D0%BF#Text. (State standard of basic secondary education) (2020). Retrieved from: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/898-2020-%D0%BF#Text).
4. Зайченко, І. В. (2003). Педагогіка. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів : Чернігів: Деснянська правда. (Zaichenko, I. V. (2003). Pedagogy. Study guide for students of higher educational institutions. Chernihiv: Desnyanska Pravda).
5. Капіносов, А. М. (2001). Основи технології рівневого навчання математики : Кам'янець-Подільський: Абетка. (Kapinosov, A. M. (2001). Basics of the technology of level teaching of mathematics. Kamianets-Podilskyi: Abetka).
6. Концепція Нової української школи. Режим доступу: https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkolacompressed.pdf. (The concept of the New Ukrainian School). (2016). Retrieved from: https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkolacompressed.pdf).
7. Малафіїк, І. В. (2015). Дидактика новітньої школи: навчальний посібник для студентів ВНЗ : Київ. Режим доступу: https://bigfish.academy/news/skilna-neuspisnist-pricini-ta-sposobi-podolannya. (Malafiik, I. V. (2015). Didactics of the modern school: a study guide for university students, Kyiv. Retrieved from: https://bigfish.academy/news/skilna-neuspisnist-pricini-ta-sposobi-podolannya.
8. Скворцова, С. А. (1992) Система навчання і виховання частково невстигаючих п'ятикласників (дис. … канд. пед. наук.: 13.00.01). Київ. (Skvortsova, S. A. (1992). The system of education and upbringing of partially underachieving fifth-graders (PhD thesis). Kyiv).
9. Шкільна неуспішність: причини та способи подолання. Режим доступу: https://bigfish.academy/news/skilna-neuspisnist-pricini-ta-sposobi-podolannya (School failure: causes and methods of overcoming). Retrieved from: https://bigfish.academy/news/skilna-neuspisnist-pricini-ta-sposobi-podolannya
10. Яковишина, Т. В. (2011). Педагогічна взаємодія: ретроспективний аналіз та сучасний стан проблеми. Наука і освіта, 4, 487–490. (Yakovyshyn, T. V. (2011). Pedagogical interaction: retrospective analysis and current state of the problem. Science and education. 4, 487–490).

**Ishchenko H. V. Methodological requirements for the organization of the educational process with low achieving students in mathematics lessons.**

***Summary.*** *The article is devoted to one of the current problems of the educational space - the problem of organizing the educational process with low-achieving students in mathematics classes. In particular, methodical requirements for the organization of the educational process with underachieving students in mathematics lessons are revealed. The work emphasizes that the methodical system of teaching low-achieving students in mathematics contributes to the successful implementation of the State Standard of Basic Secondary Education and the Concept of the New Ukrainian School. Scientists claim that low-achieving students are characterized by the following personal traits: inability to generalize, weak awareness of mental activity, inertia, inertia, passivity, imitability of the mind, a clear discrepancy between the level of intuitive-practical and verbal-logical thinking.*

*In accordance with the methodical system of teaching low-achieving students in mathematics lessons, the following components were analyzed: target, stimulating-motivational, substantive, operational-activity, control-regulatory, evaluation-resultative. Methodological requirements for the organization of each component of the educational process are considered.*

*It is emphasized that the main requirement is knowledge and compliance with the principles of learning, didactic laws on how the educational process is carried out, along with its psychological and other characteristics. Concrete examples demonstrate the importance and necessity of these components in the learning process. It has been established that compliance with the proposed didactic requirements for the organization of the educational process with underachieving students in mathematics lessons allows to increase the effectiveness of the lesson, to form a positive attitude towards learning in students, to activate their cognitive activity and to prevent learning lags and low success rates of students.*

***Key words:*** *underachieving students, teaching mathematics, educational process, motivation, New Ukrainian School, institution of general secondary education, components.*

**УДК 378.147::373.5.016:[51+336]**
**DOI 10.5281/zenodo.10548882**

**В. Г. Моторіна**
ORCID 0009-0003-6736-858X
**О. І. Папач**
ORCID 0000-0002-8960-5457
Державний заклад «Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К.Д. Ушинського»

# ДЕЯКІ АСПЕКТИ МЕТОДИКИ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ ДО ФОРМУВАННЯ ПІДПРИЄМЛИВОСТІ ТА ФІНАНСОВОЇ ГРАМОТНОСТІ УЧНІВ БАЗОВОЇ ШКОЛИ

*У статті розкриваються деякі аспекти методики підготовки майбутніх вчителів математики до формування наскрізної змістової лінії «Підприємливість та фінансова грамотність» на основі досвіду кафедри математики і методики її навчання ДЗ «Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К.Д. Ушинського».*

*Досвід накопичено за умов відсутності окремої методичної дисципліни, в рамках якої б відбувалась підготовка майбутніх вчителів математики до формування підприємливості та фінансової грамотності учнів базової школи. Тому було здійснено певний трансфер методики формування цієї ключової компетентності в курс методики математики та дисципліни «Технології навчання математики в умовах НУШ» в ході їх вивчення.*

*Для створення цілісного сприйняття змістової лінії «Підприємливість та фінансова грамотність» та моделювання відповідних видів навчальної діяльності учнів студенти проводили порівняльний аналіз модельних навчальних програм з математики для 5-6 класів та модельних навчальних програм з алгебри для 7-9 класів щодо способів реалізації наскрізної лінії «Підприємливість та фінансова грамотність», запропонованих авторами; аналізували очікувані результати навчання до окремих тем та розділів; підбирали математичні задачі фінансового змісту та методику їх розв'язування.*

*У якості індивідуальних завдань бакалаври і магістри розробляли проєкти, спрямовані на різні аспекти формування фінансової культури як учнів, так і майбутніх учителів математики; створювали конспекти уроків з математики для 5-6 класів та алгебри для 7-9 класів, на яких відбувається формування та розвиток ключової компетентності «Підприємливість та фінансова грамотність».*

*Результатом роботи стало колективне портфоліо, яке допоможе в подальшій професійній діяльності. Подальші наукові розвідки потребуватимуть аналогічного трансферу методики формування підприємливості та фінансової грамотності учнів в методику навчання математики в профільній школі.*

***Ключові слова:*** *наскрізна змістова лінія «Підприємливість та фінансова грамотність», ключова компетентність «Підприємливість та фінансова грамотність», підготовка майбутніх вчителів математики, математичні задачі з фінансовим змістом, порівняльній аналіз модельних навчальних програм, економічні задачі.*

**Постановка проблеми.** Реформування освіти, яке вже другий рік поспіль реалізується у базовій школі, серед інших завдань передбачає підготовку майбутніх фахівців, яка забезпечить їх готовність до кваліфікованої професійної діяльності. Методична компетентність майбутніх вчителів впродовж навчання формується в ході квазіпрофесійної діяльності з відтворення відповідної освітньої. Тому підбір завдань та їх змістове наповнення під час вивчення дисциплін методичного циклу мають чітко відповідати сучасним освітнім реаліям.

Компетентнісний підхід є одним з тріади провідних підходів, завдяки впровадженню яких підвищується якість надання освітніх послуг. Його використання передбачає предметну інтеграцію ресурсів змісту різних шкільних дисциплін. В 2017 році в навчальних програмах були виокремлені чотири наскрізні змістові лінії: «Екологічна безпека і сталий розвиток», «Громадянська відповідальність», «Здоров'я і безпека», завдяки яким реалізація компетентнісного підходу на предметному тлі стала більш доречною і природньою. Очевидно, що опанування методики формування наскрізних змістових ліній, їх дидактичного наповнення компетентнісно орієнтованими та компетентнісними завданнями сприятимуть підвищенню ефективності процесу підготовки майбутніх вчителів математики.

У державному стандарті базової середньої освіти (2020) компетентність підприємливості та фінансової грамотності була визначена ключовою. В листопаді 2023 року була затверджена модельна навчальна програма «Підприємництво та фінансова грамотність. 8 – 9 класи», спрямована на підвищення рівня фінансової культури та розвиток підприємництва. Необхідним і доречним є формування та розвиток цієї компетентності у школярів засобами різноманітних шкільних предметів та їх інтеграції. Однак найбільші можливості для цього є в межах викладання математики. Ця методична проблема є однією з актуальних в ході підготовки майбутніх вчителів математики.

**Аналіз актуальних досліджень.** Відповідно до державного стандарту базової середньої освіти «метою базової середньої освіти є … формування компетентностей, необхідних для їх соціалізації та громадянської активності, свідомого вибору подальшого життєвого шляху та самореалізації…». У зв'язку з надзвичайно швидким розвитком науково-технічного прогресу у світі в останні роки затребуваними для роботодавців стали такі уміння як критичне мислення, здатність виявляти ініціативу та брати відповідальність за прийняті рішення, навички роботи в команді, такі особистісні риси як креативність, лідерство. Завдяки формуванню та розвитку компетентності підприємливості та фінансової грамотності випускники ЗЗСО зможуть стати конкурентоспроможними, готовими до застосування всього, опанованого в школі. Це перегукується з оцінкою М. Паоло Бачигалупі, П. Кампіліс, І. Пьюн, Г. Ван ден Бранде, розробників проекту EntreComp, які визначають підприємливість наскрізною компетентністю, яка застосовується у всіх сферах життя: від турботи про власний розвиток до активної участі в житті суспільства, входження на ринок праці як працівника чи самозайнятої особи, а також до установи будь-якого підприємства (культурного, соціального або комерційного характеру) [12].

Саме тому впродовж двох останніх десятиліть не згасає наукова зацікавленість до різних аспектів розвитку підприємливості та фінансової грамотності у різних верст населення. Аналізуючи підприємницьку діяльність, Шепард Дін А.; Хольгер Патцельт (2015) вважають, що стійке підприємництво зосереджено на збереженні природи, життєзабезпеченні та спільноті у пошуках передбачуваних можливостей для створення майбутніх продуктів, процесів та послуг з метою отримання вигоди, де вигода у

широкому розумінні розуміється як така, що включає економічні та неекономічні вигоди для окремих осіб, економіки та суспільства [16].

Роберт Хизрич (Robert Hisrich), Майкл Пітерс (Michael Peters) та Дін А. Шепард (2017) трактують підприємництво як процес створення чогось нового, що володіє цінністю; процес, поглинаючий час і сили, що припускає прийняття на себе фінансової, моральної та соціальної відповідальності; процес, що приносить в результаті грошовий дохід та особисте задоволення досягнутим [14].

Джейсон Фернандо, професійний інвестор і письменник, вважає, фінансова грамотність – це здатність розуміти, чи ефективно ви використовуєте різні фінансові навички, включаючи управління особистими фінансами, складання бюджету та інвестування. Фінансова грамотність, на його думку, є основою відносин з грошима, і це подорож на все життя. Чим раніше ви почнете, тим краще вам буде, бо освіта є запоруко. Успіху, коли справа стосується грошей [13].

Найбільшої уваги вітчизняні фахівці приділяли проблемам виховання та формування відповідної компетентності учнів. Деякі з питань, пов'язані з вихованням підприємливості в межах середньої освіти розкриваються у роботах Ю. Білової, А. Гельбак, І. Пронікової, питанням підвищення фінансової грамотності присвячено праці Т. Смовженка, С. Юрія, Н. Слав'янської, А. Незнамова, Б. Приходько, Т. Кізими та інших. Наприклад, А. Козакевич, оцінюючи фінансову грамотність населення, обґрунтування умов ефективного формування підприємливості та фінансової грамотності у школярів ЗЗСО, відзначила низький рівень знань з фінансових питань серед населення та недовіру фінансово-банківським установам. На думку вченої залишається невирішеним питання підвищення фінансової обізнаності молоді як потенційних інвесторів у розвиток та забезпечення стабільності суспільства [4].

Вітчизняні вчені також аналізують визначення та досліджують сутність підприємницької компетентності. Так, Ю. Білова на основі аналізу понять «підприємництво» та «компетентність» пропонує визначати її як інтегральну психологічну якість особистості, яка проявляється в мотивованій здатності до творчого пошуку та реалізації нових ідей та дає змогу вирішувати різноманітні проблеми в повсякденному, професійному, соціальному житті [1]. О. М. Пискун та Н. В. Сокол аналізували структуру підприємницької компетентності та фінансової грамотності випускника загальноосвітньої школи та розкривали шляхи їх розвитку у процес технологічної освіти старшокласників [9]. О. Ліскович досліджувала структуру та сутність підприємницької компетентності, розглядала зміст компонентів даної ключової компетентності у контексті навчання фізики [6]. О. Шпак, С. Булавенко, Н. Примаченко визначали фінансову грамотність як запоруку майбутньої життєвої успішності учнів.

Окремо слід відмітити наукові дослідження, які стосуються формування підприємливості та фінансової грамотності під час вивчення шкільного курсу математики. Розглядаючи можливості розвитку фінансової грамотності учнів на уроках математики науковці Д. Васильєва та Н. Василюк аналізували вміст підручників на наявність та якість задач фінансового змісту, перспективи формування фінансової грамотності учнів під час вивчення нового навчального матеріалу [3]. Н. Кугай розглядала можливості реалізації наскрізної лінії «Підприємливість і фінансова грамотність» під час вивчення функцій у базовій школі [5].

Впровадження методики викладання фінансової грамотності у вищій школі вивчали Т. Кізика, І. Крупяк, Н. Коломийчук, Л. Ребуха, О. Наумчук, В. Письменний. Н. Морзе та Н. Балик, простежуючи шляхи формування підприємницької компетентності у студентів-інформатиків, дійшли висновку, що підприємницька компетентність – це інтегрована якість особистості, яка проявляється у мотивованій здатності до творчого пошуку, реалізації нових ідей та дає змогу вирішувати різноманітні проблеми у повсякденному, професійному, соціальному житті [7].

Важливим є також вивчення різних поглядів на методику формування підприємливості та фінансової грамотності учнів на уроках математики під час підготовки майбутніх вчителів. Так, Г. Фесенко визначила вимоги до підготовки майбутніх учителів математики до підвищення фінансової грамотності школярів у контексті нових навчальних програм з математики та з'ясовувала можливості здійснення цього процесу на етапі їх вузівського опанування методикою її викладання в школі [10].

**Мета статті –** презентація досвіду методики підготовки майбутніх вчителів математики до формування підприємливості та фінансової грамотності учнів на тлі курсу методики математики та дисципліни «Технології навчання математики в умовах НУШ» в ході їх вивчення.

**Виклад основного матеріалу.** У державному стандарті базової середньої освіти ключова компетентність підприємливості і фінансової грамотності передбачає ініціативність, спроможність використовувати можливості реалізовувати ідеї, створювати цінності для інших у будь-якій сфері життєдіяльності; здатність до активної участі в житті суспільства, керування власним життям і кар'єрою; уміння розв'язувати проблеми; готовність брати відповідальність за прийняті рішення; здатність працювати в команді для планування і реалізації проєктів, які мають культурну, суспільну або фінансову цінність. Результатом формування та розвитку цієї ключової компетентності школярів, реалізації змістової лінії «Підприємливість та фінансова грамотність» є набута спроможність діяти в умовах промислового та економічного середовища, що постійно розвивається та змінюється, вміння розумітися у фінансових питаннях від побутового до професійного рівня. Цей процес традиційно забезпечується в ході розв'язування практичних задач господарського, економічного та екологічного характеру, ощадливого ставлення до природних ресурсів.

В рамках підготовки майбутніх учителів математики до професійної діяльності в ДЗ «Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К. Д. Ушинського» навчання методики формування підприємливості та фінансової грамотності відбувається наступним чином. Нині в освітньо-професійних програмах бакалаврів і магістрів відсутня окрема дисципліна чи курс за вибором, спрямовані на формування підприємливості та фінансової грамотності. На кафедрі математики і методики її навчання накопичено досвід трансферу методики формування цієї ключової компетентності в курс методики математики та дисципліни «Технології навчання математики в умовах НУШ» в ході їх вивчення.

Для створення цілісного сприйняття змістової лінії «Підприємливість та фінансова грамотність» та моделювання відповідних видів навчальної діяльності учнів студентам було запропоновано:

- провести порівняльний аналіз модельних навчальних програм з математики для 5-6 класів та модельних навчальних програм з алгебри для 7-9 класів щодо способів реалізації наскрізної лінії «Підприємливість та фінансова грамотність», запропонованих авторами;
- проаналізувати очікувані результати навчання до окремих тем та розділів, запропонованих авторами модельних навчальних програм;
- проаналізувати підручники з математики для 5-6 класів на види та достатність математичних задач фінансового змісту;
- створити банк математичних задач фінансового змісту та розробити методику їх розв'язування відповідно до видів задач;
- визначити теми проєктів, спрямованих на формування фінансової культури майбутнього учителя математики;
- створити конспекти уроків з математики для 5-6 класів та алгебри для 7-9 класів, на яких відбувається формування та розвиток ключової компетентності «Підприємливість та фінансова грамотність».

Порівняльний аналіз модельних навчальних програм з математики для 5-6 класів та модельних навчальних програм з алгебри для 7-9 класів дозволив вирішити декілька методичних проблем. По-перше, робота з модельними навчальними програмами

дозволила удосконалити нормативну компетентність як складову методичної компетентності майбутніх учителів. По-друге, здобувачі освіти виявили різні способи реалізації наскрізної лінії, запропоновані авторами. Цей вид навчальної діяльності не лише навчив здобувачів освіти працювати з нормативною літературою, але й закріпив розуміння того, що майже завжди існує декілька варіантів реалізації методичних завдань.

Нижче запропоновані таблиці 1 та 2 із узагальненими результатами порівняльних аналізів модельних навчальних програм, зроблених бакалаврами та магістрами.

Таблиця 1

**Порівняльний аналіз модельних навчальних програм з математики для 5-6 класів щодо способів реалізації наскрізної лінії «Підприємливість та фінансова грамотність»**

| № | Вступна частина | Основна частина |
|---|---|---|
| 1. | *Автори: Беденко М. В.,Клочко І. Я., Кордиш Т. Г., Тадеєв В. О.* | |
| | Розв'язування задач на аналіз спеціально адаптованих сучасних реальних або перспективних економічних, екологічних, транспортних, фінансових та інших проєктів (с. 3). | |
| 2. | *Автори: Бурда М. І., Васильєва Д. В.* | |
| | Компетентнісний потенціал математичної освітньої галузі представлено через ключову компетентність (компоненти і ставлення) (с. 9) | Передбачено розділ програми «Створення моделей до задач та життєвих ситуацій. Робота над проєктами у групах. Розв'язування цікавих задач» |
| 3. | *Автори: Мерзляк А. Г., Номіровський Д. А., Пихтар М. П., Рубльов Б. В., Семенов В. В., Якір М. С.* | |
| | Компетентнісний потенціал математичної освітньої галузі представлено через ключову компетентність (компоненти, ставлення, навчальні ресурси) (с. 12)<br>Виділена змістова лінія – математичні задачі як засіб дослідження реальних життєвих ситуацій та реальних процесів.<br>Визначені шляхи реалізації наскрізної лінії – через розв'язування практичних задач щодо планування господарської діяльності та реальної оцінки власних можливостей, складання сімейного бюджету та інших практичних аспектів фінансових питань, до яких можуть бути залучені діти відповідного віку (закупівля продуктів харчування, оплата проїзду, комунальних послуг) (с. 17) | Передбачена змістова лінія «Математичні задачі як засіб дослідження реальних життєвих ситуація» з визначеними очікуваними результатами, пропонованим змістом навчального предмета та видами навчальної діяльності. (с. 25-26) |
| 4. | *Автор: Істер О. С.* | |
| | Компетентнісний потенціал математичної освітньої галузі представлено через ключову компетентність (компоненти і ставлення) (с. 7) | Реалізація змістової лінії дається через очікувані результати навчання здобувачів освіти до окремих тем «Дробові числа і дії над ними» (5 клас), «Звичайні дроби», «Відношення та пропорції» (6 клас). |
| 5. | *Автори: Скворцова С. О., Тарасенкова Н. А.* | |
| | Виділена та описана наскрізна лінія «Математичне моделювання», яка включає знакові моделі (с. 6) проблемних ситуацій | Програмою передбачена змістова лінія «Математичне моделювання», яка відслідковується в кожному розділі. |

| | | |
|---|---|---|
| 6. | *Автори: Василишин М. С., Миляник А. І., Працьовитий М. В., Простаков Ю. С., Школьний О. В.* | |
| | | Передбачено тему «Інтеграція математики з соціальною та здоров'язбережувальною галуззю «Застосування математичних знань у побуті». |

Таблиця 2

**Порівняльний аналіз модельних навчальних програм з алгебри для 7-9 класів щодо способів реалізації наскрізної лінії «Підприємливість та фінансова грамотність»**

| № | Вступна частина | Основна частина |
|---|---|---|
| 1. | *Автори: Істер О.С.* | |
| | Компетентнісний потенціал математичної освітньої галузі представлено через ключову компетентність (компоненти і ставлення) (с. 7) | Реалізація змістової лінії дається через очікувані результати навчання здобувачів освіти до окремих тем «Лінійні рівняння з одною змінною», «Системи лінійних рівнянь з двома змінними», «Квадратні рівняння», «Числові послідовності». |
| 2. | *Автори: Бурда М.І., Тарасенкова Н.Г., Васильєва Д.В.* | |
| | Компетентнісний потенціал математичної освітньої галузі представлено через ключову компетентність (компоненти і ставлення) (с. 8-9).<br>Відмічається, що за змістовим наповненням курс алгебри інтегрує навчальний матеріал, в тому числі елементи прикладної математики, зокрема фінансові розрахунки та відсотки (с. 9). | Програмою передбачено, що під час вивчення курсу доцільно використовувати задачі практичного змісту, в тому числі щодо:<br>- розпорядження власними та родинними фінансами, фінансового змісту крізь призму історичних подій (с. 18);<br>- на використання взаємозв'язків економічних явищ; види та розрахунки податків, платежів; продуктивність праці, вартість товару (с. 24);<br>- розрахунок та аналіз фінансової спроможності родини; розрахунок обсягу сплачених податків; прийняття рішень стосовно особистих та колективних фінансових питань (с. 32) |
| 3. | *Автори: Мерзляк А.Г., Норміровський Д.А., Пихтар М.П., Рубльов Б.В., Семенов В.В., Якір М.С.* | |
| | Компетентнісний потенціал математичної освітньої галузі представлено через ключову компетентність (компоненти, ставлення, навчальні ресурси) (с. 11).<br>Визначений зміст наскрізною лінії «Підприємливість і фінансова грамотність», яка реалізується під час вивчення відсоткових обчислень, рівнянь та функцій шляхом розв'язування практичних задач щодо планування господарської діяльності та реальної оцінки власних можливостей, складання сімейного бюджету, виконання банківських операцій та розгляду практичних аспектів фінансових питань. | Програмою передбачена змістова лінія «Математичні задачі як засіб дослідження життєвих ситуацій та реальних процесів. Математичне моделювання». Очікуваними результатами навчання передбачено:<br>- розв'язування сюжетних задач з реальними даними щодо використання природних ресурсів рідного краю, безпеки руху; відсоткових розрахунків, прийняття рішень у сфері фінансових операцій, розрахунку сімейного бюджету та комунальних платежів, можливості здійснення покупок; обліку ресурсів, потрібних для вирішення побутово-господарчих задач, у тому числі з використанням прикидок (7 клас); |

| | | |
|---|---|---|
| | | - розв'язування сюжетних задач з реальними даними щодо використання природних ресурсів рідного краю; використання взаємозв'язків економічних явищ; безпеки руху; відсоткових розрахунків, прийняття рішень у сфері фінансових операцій, розрахунку сімейного бюджету та комунальних платежів, можливості здійснення покупок; продуктивності праці; вартості товару; сумісної роботи; обліку ресурсів, потрібних для вирішення побутово-господарчих задач (8 клас);<br>- розв'язування сюжетних задач з реальними даними щодо використання природних ресурсів рідного краю; використання взаємозв'язків економічних явищ; безпеки руху; відсоткових розрахунків, прийняття рішень у сфері фінансових операцій, розрахунку сімейного бюджету та комунальних платежів, можливості здійснення покупок, продуктивності праці, вартості товару; сумісної роботи; сумішей та сплавів; обліку ресурсів, потрібних для вирішення побутово-господарчих задач |

Аналіз очікуваних результатів навчання до окремих тем та розділів, запропонованих авторами модельних навчальних програм, показав, які види навчальної діяльності має забезпечити учитель для формування умінь розв'язувати задачі з планування господарської діяльності, складання сімейного бюджету та інших фінансових питань, до яких можуть бути залучені учні 5-6 класів.

Аналіз підручників з математики для 5-6 класів на різноманітність та достатність математичних задач фінансового змісту дозволив зробити наступні висновки. О. Овчар [8], розглядаючи математичні задачі з фінансовим змістом виділяє наступний поділ задач: 1) задачі на оподаткування, 2) задачі на цінні папери, 3) задачі на банківську діяльність, 4) задачі на сімейний бюджет. На думку здобувачів освіти, які одночасно з навчанням вже працюють в закладах загальної середньої освіти, підручники пропонують недостатню кількість задач вказаних видів. Тому постала проблема створення банку математичних задач фінансового змісту та розробки методики їх розв'язування відповідно до видів задач. При цьому деякі умови задач фінансового змісту доопрацьовувалися для того, щоб надати їм компетентнісний характер. Враховуючи те, що задачі фінансового змісту є складником прикладних задач, для їх розв'язання використовувалась методика рішення прикладних задач, що ґрунтується на засадах математичного моделювання. Вона передбачає організацію навчальної діяльності учнів за схемою: *актуалізація* раніше усвідомлених знань, вмінь та навичок, *вивчення* умови задачі й здійснення її структурного аналізу (виділення об'єктів задачі та відношень піж ними; виділення величин, які розглядаються в даній задачі; пригадування і встановлення співвідношень між величинами; тлумачення фінансових термінів, які використовуються в задачі, та знаходження математичних зв'язків між ними), *побудова математичної моделі* (складання числових виразів, рівнянь, нерівностей, використання відомих співвідношень, формул, тотожностей), *розв'язання задачі* в межах побудованої моделі, яке передбачає залучення учнів до таких дій: з'ясування сутності фінансових понять, за допомогою яких

розкривається певна фінансова операція, та їх позначень; обговорення закладеної в задачі проблеми та висування пропозицій щодо її розв'язання; розробка плану розв'язання задачі; пошук відомостей, які необхідні для розв'язування; уточнення плану розв'язування задачі та здійснення розв'язку; проведення підрахунків та отримання остаточного результату; *аналіз отриманого результату* та пошук інших, більш раціональних, способів розв'язання задачі; підведення підсумків виконаної роботи [10, с. 61- 62]

Крім того вона була збагачена застосуванням тривимірної моделі оцінки, яка використовується в дослідженнях PISA [15, с. 14], змістовим наповненням якої є: тематичний зміст; пізнавальні процеси (вміння і навички); контексти або життєві ситуації.

Таблиця 3

**Тематичні блоки значущих фінансових тем відповідно до досліджень PISA**

| Зміст | Характеристика |
|---|---|
| Гроші та грошові операції | Охоплює повсякденні покупки товарів, платежі, витрати, банківські картки, валюти. |
| Планування та управління фінансами | Включає в себе завдання, пов'язані з сімейним бюджетом, плануванням витрат та формуванням доходів. |
| Ризики і винагороди | Ключова область фінансової грамотності. Орієнтує на управління фінансами з урахуванням двох видів ризиків: фінансові витрати, викликані непередбачуваними обставинами та ризики, властиві фінансовим продуктам. |
| Фінансове середовище (окремі питання з області фінансів) | Включає знання/розуміння прав та обов'язків споживачів фінансових продуктів. |

Переважна більшість фахівців схиляється до думки, що впровадження наскрізних ліній на уроках математики передбачає актуалізацію набутих під час вивчення інших предметів знань, умінь і способів діяльності для розв'язування практичних завдань, розвиток умінь здійснювати інформаційний пошук, знаходити і перетворювати необхідну інформацію, використовувати додаткову література [11, с. 223]. Цілісно це можна реалізувати під час виконання навчальних проєктів, тому здобувачам освіти було запропоновано розробити тематику проєктів для учнів та здобувачів освіти. Серед найбільш вдалих – проєкти практичного змісту «Кишенькові гроші», «Родинні фінанси», дослідницькі проєкти «Фінанси і волонтерська діяльність», «Фінансові задачі економічних задач» та «Основи фінансової грамотності сучасної людини», творчі проєкти «Скільки треба грошей, щоб бути щасливим?» та «Шкільне підприємництво від ідеї до реалізації», історичні проєкти «Скарби Чорного моря», «Формування фінансової культури на уроках математики».

У якості індивідуальних завдань було запропоновано створити конспекти уроків з математики для 5-6 класів та алгебри для 7-9 класів, на яких відбувається формування та розвиток ключової компетентності «Підприємливість та фінансова грамотність». Враховуючи компетентнісний та діяльнісний підходи НУШ до організації освітнього процесу, студенти отримували навички моделювання уроків різних типів, підбору задач різних видів та опанування методики їх розв'язання, використання інтерактивних педагогічних технологій, в тому числі і цифрових інструментів.

Таким чином, впродовж вивчення навчальних дисциплін «Методика навчання шкільного курсу математики» та «Технології навчання математики в умовах НУШ» було створено спільне портфоліо з напрацюваннями щодо наповнення змістової наскрізної лінії «Підприємливість та фінансова грамотність», куди увійшли наробки всіх студентів – результати аналізу модельних навчальних програм для базової школи, банк математичних задач фінансового змісту, конспекти уроків, розроблені проєкти для учнів та майбутніх учителів.

Окрема увага була приділена пропедевтичним завданням. Оскільки задачі фінансового змісту є складовою частиною задач економічного змісту, ми почали їх вводити ще до початку вивчення дисципліни «Методика навчання математики в ЗЗСО (профільна школа)» та плануємо продовжити в подальшому.

Задачі економічного змісту відображають реальні економічні ситуації, а їх розв'язування дозволяє учням ознайомитися з економічними поняттями та зв'язками, математичними моделями в економіці та можливостями використання математичних методів для дослідження економічних ситуацій та закономірностей. Основними видами задач економічного змісту є задачі на відсоткові розрахунки, акредитування, касове розрахункове обслуговування, оптимізацію, фінансову математику. До основних економічних понять, що найчастіше використовуються в сюжетних задачах, відносяться продуктивність праці, собівартість, кредит, курс акції, рента, бюджетний дефіцит, позичкова заробітна плата, амортизаційні відрахування, рентабельність, дохід, витрати, прибуток, окупність та інше.

Задачі з економічним змістом мають сприяти логічному, аналітичному мисленню, осмисленню математичних понять, методів та прийомів. Задача має бути зрозумілою для учнів, викликати інтерес до розв'язання.

Вміння застосовувати математичні знання на практиці є одним із суттєвих завдань сучасної освіти. Особливо це стосується прикладних задач економічного змісту, розв'язування яких в умовах переходу до ринкової економіки сприятиме розвитку учнів вирішувати практичні господарчі проблеми та ситуації, які їх можуть очікувати в майбутньому. Саме тому ознайомлення майбутніх вчителів математики з економічними задачами в контексті формування та розвитку підприємливості та фінансової грамотності учнів профільної школи вважаємо надзвичайно актуальним.

**Висновки та перспективи подальших наукових розвідок.** Формування та розвиток підприємливості та фінансової грамотності молоді залишається однією з актуальних соціальних та економічних проблем в Україні. Потребує подальшого опрацювання аспект, пов'язаний з підготовкою майбутніх учителів математики щодо формування цієї ключової компетентності на уроках математики в профільній школі. У зв'язку з тим, що з 2025 року в 8-9 класах запроваджується введення нової навчальної дисципліни, завданням якої є безпосереднє надання школярам знань та практичних навичок в управлінні особистими фінансами та реалізації підприємницьких ідей, подальші наукові розвідки можуть стосуватися інтеграції даної дисципліни та математики в питаннях фінансової грамотності.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Білова, Ю. А. (2013) Поняття та структура підприємницької компетентності майбутніх фахівців економічного профілю. Оновлення змісту, форм та методів навчання і виховання в закладах освіти, 7, 15–17. (Bilova, Yu. A. (2013) The concept and structure of entrepreneurial competence of future specialists in the economic profile. Updating the content, forms and methods of education and upbringing in educational institutions, 7, 15–17).
2. Беспалько, І. В., Войтицька, Л. В., Тригуб, О. В., Ролік, В. А. (2023) Модельна начальна програма «Підприємництво та фінансова грамотність. 8-9 класи». Режим доступу: http://surl.li/pawgc. (Bespalko, I. V., Voytytska, L. V., Trygub, O. V., Rolik, V. A. (2023) Model initial program «Entrepreneurship and financial literacy. 8-9 grades». Retrived from: http://surl.li/pawgc).
3. Васильєва, Д., Василюк, Н. (2017). Розвиток фінансової грамотності учнів на уроках математики. Математика в рідній школі, 6, 5–7. (Vasylieva, D., Vasylyuk, N. (2017). Development of students' financial literacy in mathematics lessons. Mathematics in native school, 6, 5–7).
4. Козакевич, А. С. (2022). Формування підприємливості та фінансової грамотності як фундамент економічної освіти дітей шкільного віку. Економіка та суспільство, 38. Режим доступу: https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-38-43. (Kozakevych, A. S. (2022). Formation of entrepreneurship and financial literacy as the foundation of economic education of school-aged children. Economy and society, 38). (Electronic specialist publication. Retrived from: https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-38-43).

5. Кугай, Н., Володько, А. (2022). Реалізація наскрізної лінії «Підприємливість і фінансова грамотність» під час вивчення функцій у базовій школі. Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету, 3, 49–58. (Kugai, N., Volodko, A. (2022). Implementation of the cross-cutting line «Entrepreneurship and financial literacy» during the study of functions in basic school. Collection of scientific papers of the Uman State Pedagogical University, 3, 49–58).
6. Ліскович, О. (2016). Структура та сутність підприємницької компетентності учнів у контексті навчання фізики. Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти, 10(2), 69–72. (Liskovich, O. (2016). The structure and essence of entrepreneurial competence of students in the context of physics education. Proceedings. Series: Problems of the methodology of physical, mathematical and technological education. 10 (2), 69–72).
7. Морзе, Н., Балик, Н. (2015). Шляхи формування підприємницької компетентності майбутніх інформатиків. Інформатика та інформаційні технології в навчальних закладах. 1, 8–17. (Morse N., Balik N. (2015). Ways of forming the entrepreneurial competence of future computer scientists. Informatics and information technologies in educational institutions. 1, 8–17).
8. Овчар, О. І. (2010). Математичні задачі з фінансовим змістом. Молодь і ринок, 12, 113–117. (Ovchar, O. I. (2010). Mathematical problems with financial content. Youth and the market, 12, 113–117).
9. Пискун, О. М., Сокол, Н. В. (2018). Розвиток підприємливості та фінансової грамотності учнів старшої школи в процесі технологічної освіти. Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки, 151(2), 118–122. (Pyskun, O. M., Sokol, N. V. (2018). Development of entrepreneurship and financial literacy of high school students in the process of technological education. Herald of the Chernihiv National teacher university Series: Pedagogical sciences, 151(2), 118–122).
10. Фесенко, Г. А. (2017). Підготовка майбутніх вчителів математики до підвищення фінансової грамотності школярів у контексті вимог освітнього стандарту нової української школи. Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти, 12 (1), 43–48. (Fesenko, G. A. (2017). Preparation of future mathematics teachers to increase the financial literacy of schoolchildren in the context of the requirements of the educational standard of the new Ukrainian school. Proceedings. Series: Problems of the methodology of physical, mathematical and technological education, 12 (1), 43–48).
11. Хохлова, Л. Г., Бочаг, О. О. (2021). Підприємливість і фінансова грамотність в процесі вивчення математики основної школи. Збірник тез доповідей ІІІ Міжнародної науково-практичної конференції «Підготовка майбутніх вчителів фізики, хімії, біології та природничих наук в контексті вимог Нової української школи, сс. 227–230. (Khokhlova, L. G., Bochag, O. O. (2021). Entrepreneurship and financial literacy in the process of learning elementary school mathematics. Collection of abstracts of reports of the 3rd International scientific and practical conference "Training of future teachers of physics, chemistry, biology and natural sciences in the context of the requirements of the New Ukrainian school", pp. 227–230).
12. Bacigalupo, M., Kampylis, P., Punie, Y., Van den Brande, G. (2016). EntreComp: The Entrepreneurship Competence Framework. Luxemburg: Publication Office of the European Union. Retrived from: http://ipq.org.ua/upload/files/files/03_Novyny/2016.07.89_EntrComp/ EntreCompFramework UKR.pdf
13. Jason, F. Financial Literacy. Retrived from: https://www.investopedia.com/terms/f/financial-literacy.asp
14. Hisrich, R., Peters, M., Shepherd, D. (2017). Entrepreneurship, Tenth edition. Published by McGraw-Hill Education, 2 Penn Plaza, New York, NY 10121. Retrived from: https://pdfcoffee. com/entrepreneurship-by-robert-hisrich-michael-peters-dean-shepherd-z-liborg-pdf-free.html

15. Schleicher, A. (2019). PISA 2018: Insights and Interpretations. Retrived from: https://www.oecd.org/pisa/PISA%202018%20Insights%20and%20Interpretations%20FINAL%20PDF.pdf
16. Shepherd, D. A., Holger P. (2015). Harsh Evaluations of Entrepreneurs Who Fail: The Role of Sexual Orientation, Use of Environmentally Friendly Technologies, and Observers' Perspective Taking. Journal of Management Studies, 52, 253–84.

**Motorina V. G., Papach O. I. Some aspects of the methods of training future teachers of mathematics for the formation of entrepreneurship and financial literacy of primary school students.**

***Summary.*** *The article reveals some aspects of the methodology of future training teachers of mathematics for the formation of cross-cutting content lines «Entrepreneurship and financial literacy» based on the experience of the mathematics department and its teaching methods of the «South Ukrainian National Pedagogical University named after K.D. Ushinsky».*

*Experience has been accumulated under the conditions of the absence of a separate methodical discipline, within the framework of which training of future mathematics teachers would take place for the formation of entrepreneurship and financial literacy of basic school students. Therefore, a certain transfer of the method of formation of this key competence was carried out in the course of mathematics methodology and the discipline «Technology of teaching mathematics in the conditions of NUS» in the course of their study.*

*In order to create a holistic perception of the content line «Entrepreneurship and financial literacy» and to model the relevant types of educational activities of students, students conducted a comparative analysis of model curricula in mathematics for grades 5-6 and model curricula in algebra for grades 7-9 regarding the ways of implementing the cross-cutting line «Entrepreneurship and financial literacy» proposed by the authors; analyzed the expected learning outcomes for individual topics and sections; selected mathematical problems of financial content and methods of solving them.*

*As individual tasks, bachelors and masters developed projects aimed at various aspects of forming the financial culture of both students and future teachers of mathematics; created lesson notes for mathematics for grades 5-6 and algebra for grades 7-9, where the key competence "Entrepreneurship and financial literacy" is formed and developed.*

*The result of the work was a collective portfolio that will help in further professional activities. Further research will require a similar transfer of the method of forming entrepreneurship and financial literacy of students into the method of teaching mathematics in a specialized school.*

***Key words:*** *cross-cutting content line «Entrepreneurship and financial literacy», key competence «Entrepreneurship and financial literacy», training of future teachers of mathematics, mathematical problems with financial content, comparative analysis of model educational programs, economic problems.*

**УДК 378.016 : [159.9+[159.9 : 37]] : [316.48 : 005.336.3] : [316.48 : 008] : 37.018.43**
**DOI 10.5281/zenodo.10214768**

**С. В. Пухно**
ORCID ID 0000-0001-9862-5145
Сумський державний педагогічний
університет імені А. С. Макаренка

# ФОРМУВАННЯ КОНФЛІКТОЛОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ЯК СКЛАДОВОЇ КОНФЛІКТОЛОГІЧНОЇ КУЛЬТУРИ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ - МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІН «ПСИХОЛОГІЯ» І «ПСИХОЛОГІЯ ОСВІТИ» В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

*У дослідженні проаналізовано поняття «компетентність», «професійна успішність», «конфліктологічна культура», «конфліктологічна компетентність». Визначені основні компоненти професійної успішності майбутнього педагога, етапи формування професійної успішності педагога. Охарактеризована специфіка дистанційного навчання здобувачів вищої освіти. Визначені категорії населення, для яких можливо здобуття вищої освіти виключно в форматі дистанційного навчання. Проаналізовано складнощі, які переживають здобувачі вищої освіти під час дистанційного навчання. Представлено особливості формування конфліктологічної компетентності як складової конфліктологічної культури майбутніх педагогів – студентів і магістрантів Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка в ході вивчення дисципліни «Психологія» і «Психологія освіти» за умов дистанційного навчання. Згідно результатам дослідження з'ясовано, що в результаті вивчення складових дисциплін «Психологія» і «Психологія освіти», у магістрантів продовжується формування компонентів конфліктологічної компетентності. В результаті дослідження стратегій поведінки в конфлікті майбутніх педагогів визначено, що у більшості майбутніх вчителів типовою стратегією поведінки в конфлікті є співпраця і компроміс, що свідчить про усвідомлене відношення магістрантів до процесу як конструктивної, так і деструктивної взаємодії, емоційний самоконтроль, конструктивну позицію у спілкуванні, орієнтацію на співпрацю у взаємодії. Визначено, що впровадження інтерактивних методів навчання в освітній процес під час вивчення дисциплін «Психологія» і «Психологія освіти», ефективно впливає на процес формування конфліктологічної компетентності майбутніх педагогів.*

***Ключові слова:*** *компетентність, професійна успішність, конфліктологічна культура, конфліктологічна компетентність, стратегії поведінки в конфлікті, інтерактивні методи навчання.*

**Постановка проблеми**. Професійна підготовка вчителів закладу загальної середньої освіти ґрунтується на компетентнісному підході і формування психологічної компетентності є його складовою. Визначене – пріоритетне завдання сьогодення щодо організації освітнього процесу в закладі вищої освіти. Поняття «компетентність» розглядається дослідниками як здатність та можливість людини виконувати професійну діяльність і містить систему знань, вмінь їх застосування в нестандартних умовах професійної діяльності, спосіб мислення, гуманістичні цінності, а також, – відповідні професійні якості. Підготовка майбутнього вчителя в закладі вищої освіти за умови дистанційного формату навчання – проблема, яка не втрачає на сьогодні актуальності, зокрема, – в контексті розробки ефективних методів дистанційного навчання.

**Аналіз актуальних досліджень.** Згідно досліджень О. Сергійчук, під поняття «компетентність» розуміється інтегрована особистісна характеристика, яка характеризує можливості розв'язання проблем та типових завдань життя в різних сферах діяльності. Ці здатності ґрунтуються на основі системи знань фахівця, досвіду, норм та цінностей демократичного суспільства [9, с. 198]. Підготовка майбутнього вчителя в умовах освітнього

процесу в закладі вищої освіти (ЗВО), згідно аналізу сучасних досліджень з кола визначених проблем, представленому в дослідженні О.А. Бакаленко, є підготовкою професіонала, який володіє критичним мисленням, прогностичністю, сформованими комунікативними і організаційними здібностями, є компетентним з питань аналізу сучасної інформації, розуміє необхідність постійної самоосвіти з метою удосконалення професійних компетентностей [3, с. 133]. Це є необхідністю в зв'язку з тим, що загострення професійної конкуренції є характеристикою сьогодення, а професійна успішність людини, в свою чергу, ґрунтується на сформованості психологічних компетентностей фахівця.

За результатами досліджень А. Авер'янової, категорія «успіх» в соціології характеризується особливостями суспільного життя суб'єкта соціальної діяльності. Дослідженні категорії «успіх» зосереджуються на аналізі актуальних уявлень в суспільстві про успіх і, відповідно до цього, характеристик «успішних» людей, ідеалів, ціннісних орієнтацій, що пов'язані з трактовкою поняття «успіху», критеріїв поняття «успіх», чинників, що впливають на досягнення успіху, факторів, що впливають на досягнення успіху, стратегій успішної діяльності [1, с. 9]. В українській мові поняття «успіх» трактується як: досягнення позитивного результату діяльності; значні досягнення; суспільне визнання досягнень. Таким чином, успішність можна розглядати як наявність певних успіхів – здобутків, досягнень, перемог, тощо в конкретному виді діяльності [1, с. 9]. Професійна успішність, згідно дослідження А. В. Алєксєєвої, розглядається в сучасних дослідженнях як соціально-особистісний феномен, який містить певні складові, а саме, – соціально обумовлені показники результативності діяльності (задоволеність працею в цілому, можливості і здійснення творчого підходу до виконання діяльності). Серед критеріїв професійної успішності людини: професійний статус, визнання в соціальному плані професійних досягнень, задоволеність процесом діяльності, переживання людиною натхнення, відчуття щастя, захопленості працею та ін. [2, с. 137]. Професійна успішність розглядається в контексті з поняттям професійної компетентності (рівень професійної освіти, сформованість здібностей, специфіка мотивації, творче ставленням до виконання завдань діяльності, досвід, можливість ефективного здійснення завдань професійної діяльності в нестандартних умовах життя, тощо), що формується в процесі підготовки фахівця [8, с. 87]. Згідно дослідження Б. М. Євтуха, пріоритетність щодо показників професійної успішності педагога, відповідно оцінок з точки зору професійних досягнень, то це:

- педагогічна майстерність;
- результативність успішності учнів;
- професійна компетентність;
- показник досягнення щодо реалізації особистісних прагнень вчителя; самореалізація [4, с. 81].

Серед чинниками становлення професійної успішності дослідник виділяє наявність у людини здібностей до педагогічної діяльності; сформованість професійних компетентностей; особливості мотивації (усвідомлений вибір професії); наявність гуманістичної спрямованості; особистісні якості (справедливість, чесність, чемність, цілеспрямованість, вимогливість, наполегливість, працездатність, тощо). Крім визначено, на становлення професійної успішності педагогів впливають і зовнішні чинники, серед яких – безпечне освітнє середовище, сприятливий психологічний клімат професійного педагогічного середовища, підтримка педагогічного колективу, співпраця членів педагогічного колективу, тощо).

Згідно результатам досліджень науковців щодо проблеми професійної успішності педагогів в межах акмеологічного підходу (Г. Данилова, В. Максимова), визначено наступне. Згідно конструкту акмеологічної моделі, розробленої Г. Даниловою, виділено наступні компоненти сучасного педагога, що забезпечують його професійне зростання:

- компетентність, що передбачає наявність психологічних, педагогічних і соціальних знань, теоретичних, практичних і методичних знань, педагогічних вмінь, педагогічних здібностей;

– особистісна орієнтація щодо бачення динаміки саморозвитку в професійній діяльності, бачення перспектив;
– морально-духовна культура (високий рівень свідомості – «моральна свідомість», «моральна діяльність», «моральні взаємовідносини») [4, с. 82].

Згідно розробок В. Максимової, складовими акмеологічної моделі сучасного педагога – професійна і особистісна зрілість, що передбачає наявність готовності педагога до інноваційної педагогічної діяльності, яка ґрунтується на:
– професійній компетентності – системі знань і вмінь педагога; педагогічної майстерності, що полягає у здатності до творчого вирішення завдань професійної діяльності;
– педагогічної спрямованості професійної діяльності – системі домінуючих мотивів працювати в закладі освіти, мотивації входження і здійснення завдань педагогічної діяльності [4, с. 82].

Відповідно акмеологічного підходу, в процесі становлення професійності людина проходить наступні етапи оволодіння професією:
– початковий рівень – етап оволодіння професією (соціально-психологічна адаптація, засвоєння чинних норм, технологій, тощо);
– рівень фахової майстерності (використання в професійній діяльності найкращих зразків професійного досвіду, індивідуальний і особистісно-орієнтований підхід в процесі взаємодії з суб’єктами взаємодії);
– самоактуалізація в професії (усвідомлення можливостей професійної діяльності для особистісного розвитку);
– вищий рівень – рівень творчості (особистісний творчий внесок, авторські пропозиції щодо завдань, форм, методів організації і засобів здійснення завдань освітнього процесу).

Останній є тим рівнем, при якому особистість досягає рівня професійної успішності, це – рівень професіоналізму, яких характеризується тим, що професійна діяльність стає творчою.

Таким чином, згідно сучасних досліджень, основними компонентами професійної успішності майбутнього педагога є:
– установка і готовність до професійного і особистісного зростання, що передбачає розвиток когнітивної і емоційно-вольової сфери особистості, емпатії, педагогічної рефлексії; здатності до самопізнання;
– актуалізація здатності до особистісного розвитку: розвиток можливостей саморегуляції психічних процесів, емоційний самоконтроль;
– здатність до особистісної і професійної самореалізації.

Процес становлення професійної успішності майбутнього вчителя проходить наступні етапи. Підготовчий етап полягає у формуванні мотиваційної сфери майбутнього педагога, що характеризується формуванням установки на професійне і особистісне зростання. Наступний – діагностичний етап, що передбачає розвиток здатності до особистісної і професійної саморефлексії, самопізнання власних потреб і здібностей. Третій етап – розвиваючий, що передбачає актуалізацію здатності до саморозвитку, сформованість емоційного самоконтролю, вміннями саморегуляції внутрішніх станів. Останній, четвертий етап, характеризується потребою, вміннями і навичками самовираження, само презентації [4, с. 82].

Становлення професійної успішності майбутнього пов’язується дослідниками з розвитком когнітивного і емотивного компонентів студентів – здобувачів вищої освіти, мотивації їх навчання, що забезпечує здатність до професійного «зростання» в педагогічній діяльності і самореалізації.

Серед вимірів професійної успішності, згідно досліджень А. В. Алексєєвої: офіційний професійний статус особистості, рівень соціального визнання професійних досягнень особистості, рівень задоволеності людини процесом професійної діяльності, серед складових якого – натхнення, захопленість працею, відчуття щастя та ін. [2, с. 137]. Професійна успішність розглядається в контексті з поняттям професійної компетентності, що визначається рівнем професійної освіти, розвинутими здібностями людини,

мотивацією, творчим ставленням до справи, досвідом. Визначені складові формуються під час підготовки педагогів у педагогічних закладах вищої освіти.

Професійна успішність взаємопов'язана з конфліктологічною культурою фахівця, що, згідно дослідженням М. І. Кабачинського, О. С. Жук, Н. В. Самсонової, Н.В. Підбуцької визначається ефективністю використання професійно-орієнтованих знань, які є необхідними в процесі сприйняття конфліктів і наступній реалізації професійних функцій в конфліктних ситуаціях і за умов конфлікту [5, с. 300]. Структура конфліктологічної культури фахівця, за Н. В. Самосоновою, містить обізнаність і грамотність людини в галузі сучасної конфліктології, що виявляється в наявності соціального досвіду використання знань на практиці та сформованих компетентностях, на основі яких фахівець здатен до конструктивного вирішення конфліктів [7, с. 589]. Наступним компонентом конфліктологічної культури є здатність діагностики конфліктної ситуацію, прогнозування наслідків; вміння «керувати» конфліктом в професійному середовищі.

Проблеми підготовки компетентних педагогів в ЗВО пов'язані з складними умовами сьогодення, військовими діями на території України, навчання в більшості закладів освіти здійснюється, переважно, в дистанційному форматі або в змішаній формі. Дослідженню проблем, пов'язаних з формуванням компетентностей фахівця в умовах дистанційного навчання присвячено праці О. А. Бакаленко, Г. Корінної, О. Лаврентьєвої, Н. В. Москалюк, О. М. Лутаєнко, І. Проценко, Т. Собченко, О. Сергійчук, С. Філь, І. В. Цісарук, В. Ю. Цісарук, П. Якименко, С. Якименко та інших. Особливої актуальності набувають питання формування конфліктологічної компетентності майбутніх педагогів як складової їх конфліктологічної культури в умовах дистанційного навчання.

**Мета статті** полягає у вивчені особливостей формування конфліктологічної компетентності як складової конфліктологічної культури здобувачів вищої освіти – майбутніх вчителів під час вивчення дисциплін «Психологія» і «Психологія освіти» в умовах дистанційного навчання. Для досягнення визначеної мети використано метод комплексного аналізу, теоретичний аналіз джерел, систематизації даних; проведення емпіричної частини дослідження з використанням психологічної методики «Стратегія поведінки в конфлікті» (К. Томас, адаптація Н. В. Гришиної). Вважаємо, що показником рівня розвитку конфліктологічної компетентності є певні сформовані стратегії поведінки в конфліктів майбутніх вчителів.

**Виклад основного матеріалу.** В дослідженні ми спирались на визначення поняття «компетентності» за О. Сергійчук, а саме: компетентність є інтегрованою характеристикою особистості, як здатність на основі системи цінностей, системи знань, досвіту, розв'язувати проблеми реального життя в різних сферах діяльності [9, с. 198]. Професійна компетентність вчителя полягає в можливостях ефективного вирішення завдань педагогічної діяльності [11, с. 205]. Структура компонентів професійної компетентності майбутнього педагога містить мотиваційно-ціннісну, когнітивно-технологічну, комунікативну, рефлексивно-діяльнісну і морально-етичну складові. Конфліктологічна компетентність, що є основою конфліктологічної культури, і входить, як компонент, до професійної компетентності, ґрунтується на системі наукових знань майбутнього вчителя з питань сучасної конфліктології, навичок і вмінь взаємодії в конфлікті, розвитку відповідних особистісних якостей, прогностичних можливостях щодо реалізації різних стратегій поведінки в конфлікті [12, с. 20-24]. Визначені складові формуються в процесі навчання майбутнього вчителя в закладі вищої освіти, виконання останнім завдань педагогічної практики.

Успішність навчання студентів закладу вищої освіти – майбутніх педагогів залежить від ефективності організації освітнього процесу. Дистанційний формат навчання потребує підготовки платформи дистанційної освіти, вибір оптимального співвідношення навантаження виконання завдань самостійної і аудиторної роботи, організації ефективної взаємодії учасників освітнього процесу, організація і проведення консультативної підтримки учасникам освітнього процесу, які взаємодіють в дистанційному форматі. Метою створення системи дистанційної освіти є забезпечення загальнонаціонального доступу до всіх освітніх ресурсів на основі використання сучасних інформаційних технологій. Під час роботи в

умовах дистанційної форми навчання, організація освітнього процесу передбачає значну кількість часу самостійної роботи здобувачів освіти. Серед труднощів, які є у студентів, які навчаються в дистанційному режимі, – проблеми саморегуляції життя, самоорганізації процесу виконанням завдань, організація самоосвіти, відсутність активного реального міжособистісного спілкування під час занять. Організація такого навчання потребує технічного забезпечення, достатній рівень володіння учасниками освітнього процесу сучасними комп'ютерними технологіями; навички самоорганізації життя здобувачами освіти. До переваг дистанційного навчання відноситься те, що здобувачі освіти можуть самостійно регуляція та коректувати навантаження, формування навичок і вмінь самоорганізації, вільний доступ до навчального матеріалу, можливості додаткової самоосвіти.

До категорії здобувачів освіти, які зацікавлені в «дистанційному» навчанні відносяться здобувачі освіти, які територіально знаходяться віддалено від закладу освіти; громадяни іноземних держав; студенти, які бажають отримати декілька спеціальностей; учні «профільних» класів закладів загальної середньої освіти з метою підготовки до вступу до ЗВО. Контингент потенційних здобувачів освіти, що здійснюється в дистанційному форматі, як правило, складається з військовослужбовців; здобувачів освіти територіально віддалених від закладів освіти; громадян України, які знаходяться у декретній відпустці; людей з особливими освітніми потребами та тих, що поєднують роботу і навчання; фахівців, що потребують підвищення кваліфікації [10, с. 193].

Згідно результатів дослідження О. Лутаєнко, Т. Собченко та ін., організація освітнього процесу закладу вищої освіти в умовах дистанційного і змішаного навчання надає наступні переваги: доступ до електронних бібліотек; можливість бути учасником «гостьових» лекцій представників інших вітчизняних та закордонних закладів вищої освіти; розвиток інформаційно-комунікаційних компетентностей; здійснення здобувачами знань безперервної освіти; дистанційна участь в регіональних, всеукраїнських і міжнародних наукових заходах, тощо [6, с. 303]. В умовах дистанційного формату навчання викладач може оперативно надавати та отримувати методичну допомогу; приймати участь у вебінарах, семінарах, конференціях та інших наукових і науково-методичних освітніх заходах; підвищувати кваліфікацію, тощо.

Організація вивчення навчальної дисципліни «Психологія» студентами першого курсу СумДПУ імені А. С. Макаренка побудована на основі освітньо-професійних програм підготовки майбутніх вчителів фізики і математики, є складовою блоку професійної підготовки. Вивчення складових навчальної дисципліни «Психологія» студентами СумДПУ імені А. С. Макаренка, а саме – загальна, соціальна і педагогічна психологія, передбачає формування конфліктологічної компетентності у здобувачів освіти. Блок загальна психологія передбачає опанування студентами знань з наступних тем:

1. «Емоційно-вольові властивості особистості», що передбачає вивчення психофізіологічної основи емоційних станів, форм їх переживання, зокрема, – стресів, їх наслідків для психологічного здоров’я людини, можливостей самодопомоги в стресових ситуаціях.
2. «Складні індивідуальні властивості особистості», що містить знання психофізіологічної природи темпераменту, типів темпераменту і їх основних властивостей, ролі темпераменту в навчанні та діяльності; поняття про характер, акцентуації характеру, можливості психологічної корекції;
3. «Діяльність та спілкування особистості». Тема містить ключові поняття спілкування, характеристику структури спілкування, видів спілкування, функцій спілкування. Тема передбачає оволодіння студентами знаннями щодо вербальних та невербальних засобів комунікації, поняття соціальної ролі, рольового конфлікту, соціальної перцепції, основних перцептивних механізмів процесу спілкування.

В результаті вивчення тем з блоку соціальної психології відбувається розширення конфліктологічної компетентності, а саме:

1. «Психологія груп», що передбачає розуміння студентами роль конфлікту процесах групової динаміки.
2. «Особистість в групі. Міжособистісні стосунки». Тема містить розуміння поняття конформізму, його сутності та різновидів, Поняття соціалізації, аналіз Факторів та етапів соціалізації, особливостей входження зрілої особистості у групу.
3. «Агресія та конфлікти». Тема є базовою в процесі формування кофліктологічної компетентності здобувачів вищої освіти – майбутніх вчителів. Передбачає вивчення психологічні характеристики агресії, її видів, сучасних теорій агресії, дослідження поняття альтруїзму, підходів до пояснення альтруїзму, поняття емпатії як джерела альтруїзму. В темі детально аналізується поняття конфлікту, функції конфлікту, причини виникнення, види конфліктів (конструктивних/деструктивних, внутрішньо-особистісного, соціально-психологічних, тощо), динаміка проходження конфлікту. Аналізується психологічна сутність соціально-психологічних конфліктів, їх класифікація. Окремо вивчаються моделі розв'язання конфліктів, стратегії поведінки людини у конфліктних ситуаціях, поняття профілактики виникнення конфліктів.

У процесі вивчення тем вікової психології, аналізується проблема конфлікту як чинника розвитку особистості, особливості виникнення і специфіка проходження конфліктів в різних вікових періодах. Вивчення складових визначених тем формує конфліктологічну грамотність майбутніх вчителів. В процесі виконання практичних завдань, студенти оволодівають навичками роботи з психодіагностичними методиками, відповідно до тематики вивчення складових дисципліни, проводять дослідження власних психологічних особливостей, формують вміння самоаналізу.

Дисципліна «Психологія освіти» входить до основного блоку освітньо-професійних програм: Середня освіта (Фізика. Математика) підготовки здобувачів вищої освіти на другому (магістерському) рівні за спеціальністю 014 Середня освіта (Фізика) галузі знань 01 Освіта / Педагогіка; Середня освіта (Математика. Фізика) підготовки здобувачів вищої освіти на другому (магістерському) рівні за спеціальністю 014 Середня освіта (Математика) галузі знань 01 Освіта / Педагогіка. Метою вивчення дисципліни «Психологія освіти» є: формування у студентів знань про психологічні особливості процесу навчання та виховання як цілеспрямованого керування цією діяльністю, а також – формування у студентів компетентностей щодо визначення продуктивності освітнього процесу і оптимальності умов досягнення значних результатів у професійній педагогічній діяльності.

Дисципліна «Психологія освіти» містить теми, які сприяють продовженню формування компонентів конфліктологічної компетентності, а саме:

1. «Психологія педагогічної діяльності», що містить інформацію щодо можливостей здійснення психологічного аналізу педагогічного спілкування. Досліджуються проблеми конфліктів у педагогічному спілкуванні, особливості психологічного клімату в колективі, явищ стресу в професійній діяльності, питання професійної деформації особистості і успіху в професійній діяльності, специфіка підготовки майбутнього педагога до роботи з дорослими.
2. «Психологія здобувачів освіти», що передбачає оволодіння магістрантами знаннями вікових психологічних особливостей здобувачів освіти закладу дошкільної, загальної середньої освіти, професійно-технічної і вищої освіти, розуміння причин конфліктної поведінки представників вказаних вікових періодів і можливостей конструктивної взаємодії в процесі здійснення завдань педагогічної діяльності.
3. «Психологічна безпека освітнього середовища». Тема передбачає формування знань щодо розуміння поняття «психологічна характеристика безпеки освітнього середовища», оволодіння знаннями щодо протидії явищ булінгу в закладах освіти, форм відповідальності за порушення безпеки освітнього середовища учасниками освітнього процесу.

Формування компонентів конфліктологічної компетентності майбутніх вчителів залежать від впровадження під час вивчення дисциплін «Психологія» і «Психологія освіти»

методів роботи в мікрогрупах, що працюють над реалізацією проектів або вирішення проблемних питань теми дисциплін з подальшою публічною інтерактивною презентацією здобутків в дистанційному форматі; інтерактивних методів навчання («мозковий штурм», комунікативні, конфліктологічні тренінги, тренінги самопрезентації, тощо), виконання індивідуальних навчально-дослідних завдань з проблемних питань дисциплін.

Відповідно до аналізу складових компетентностей педагога, вважаємо, що показником рівня розвитку конфліктологічної компетентності є певні сформовані стратегії поведінки в конфліктів майбутніх вчителів фізики і математики – магістрантів СумДПУ імені А.С. Макаренка. З метою вивчення стратегій поведінки в конфліктів майбутніх педагогів організовано і проведено дослідження з використанням психологічної методики «Стратегія поведінки в конфлікті» (К. Томас, адаптація Н. В. Гришиної). Учасники експерименту вивчали дисципліну «Психологія», вивчають дисципліну «Психологія освіти» в умовах дистанційного формату навчання з використанням інтерактивних методів, приймали і продовжують приймати участь у різнорівневих наукових конференціях та інших наукових і науково-методичних заходах.

Аналіз результатів дослідження надає підстави для наступних висновків. У 46% учасників дослідження визначено стратегію поведінки співпраця, у 40% – компроміс, у 15% стратегія поведінки в конфлікті – пристосування. Така стратегія поведінки в конфлікті, як співпраця, характерна тим, що партнери конфліктної взаємодії сприймаються не як супротивники, а як особистості з власними індивідуально-психологічними особливостями, усвідомлюються і враховуються їх інтереси, є цікавою мотивація в конфлікті. Для людей, взаємодія в конфлікті яких характеризується як співпраця, є важливим як досягнення власних інтересів в конфлікті, так і досягнення інтересів протилежною стороною. Стратегія компромісу характеризується частковою взаємною поступкою партнерів по конфліктній взаємодії, обговорення проблемних питань, знаходження спільних позицій, врахування інтересів в конфлікті кожного учасника. Визначені стратегії свідчить про високий рівень емоційного самоконтролю, особистісної самоповаги, об’єктивної самооцінки, орієнтації на конструктивну взаємодію в процесі спілкування та діяльності. Пристосування є такою стратегією поведінки в конфлікті, яка характеризується поступкою своїх інтересів протилежній стороні на певний період часу, якщо в пріоритеті збереження ресурсу, «нецінність» особистісних інтересів в конфлікті, пріоритетом є міжособистісні відносини з учасниками конфлікту. Проте, ця стратегіє є непостійною, як правило, – в пріоритеті виграш часу з метою досягнення більше значимих інтересів в наступному.

**Висновки та перспективи подальших наукових розвідок**. Згідно результатам дослідження, завданням закладу вищої освіти є підготовка педагогів, здатних до виконання завдань професійної діяльності в складних умовах життя, що володіють комплексом професійних якостей, які розуміють і прагнуть до професійного розвитку, володіють сформованими професійними компетентностями, зокрема, – конфліктологічною компетентністю.

Результати проведеного дослідження стратегій поведінки в конфліктів майбутніх педагогів свідчать, що у більшості майбутніх вчителів типовою стратегією поведінки в конфлікті є співпраця і компроміс, що свідчить про усвідомлене відношення магістрантів до процесу як конструктивної, так і деструктивної взаємодії, емоційний самоконтроль, конструктивну позицію у спілкуванні, орієнтацію на співпрацю у взаємодії.

Впровадження в процес вивчення студентами і магістрантами фізико-математичного факультету СумДПУ імені А. С. Макаренка навчальних дисциплін «Психологія» і «Психологія освіти» інтерактивних методів навчання, тренінгових програм, роботи в мікрогрупах, публічних презентацій результатів індивідуальних навчально-дослідних завдань, залежить ефективність формування складових конфліктологічної компетентності майбутніх вчителів. На сьогодні перспектива подальших досліджень полягає у розробках методичного забезпечення організації освітнього процесу в умовах дистанційного формату з метою підготовки компетентного вчителя закладу загальної середньої освіти.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES


1. Авер'янова, А. (2017). Професійний успіх як основа самореалізації особистості. Науковий вісник МНУ імені В. О. Сухомлинського. Психологічні науки, 1 (17), 7–12. (Averianova, A. (2017). Professional success as the basis of individual self-realization. Scientific Bulletin of V. O. Sukhomlynskyi MNU. Psychological Sciences, 1 (17), 7–12.
2. Алєксєєва, А. В. (2022). Феномен професійної успішності особистості: психологічний вимір. Габітус, 38, 136–141. (Alieksieieva, A. V. (2022). The phenomenon of professional success of the individual: psychological dimension. Habitus, 38, 136–141.
3. Бакаленко, О. А. (2018). Психологічна компетентність як ключова компетентність сучасного фахівця. Вісник ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 58, 132–138. (Bakalenko, O. A. (2018). Psychological competence as the key competence of a modern specialist. Bulletin of KhNU named after V. N. Karazina, 58, 132–138.
4. Євтух, М. Б. (2020). Професійна успішність майбутнього вчителя. Стратегічні напрямки розвитку науки: фактори впливу та взаємодії: матеріали міжнародної наукової конференції, Т. 3. (22 травня, 2020 рік. Суми). МЦНД. сс. 81–82. (Yevtukh, M. B. (2020). Professional success of the future teacher. Strategic directions of the science development: factors of influence and interaction: materials of the international scientific conference, Vol. 3. (May 22, 2020. Sumy). MTsND, pp. 81–82.
5. Кабачинський, М. І., Жук О. С. (2010). Конфліктологічна культура як умова професійної успішності сучасного фахівця сфери обслуговування. Вісник Хмельницького національного університету, 6, Т. 4, 300–303. (Kabachynskyi, M. I., Zhuk, O. S. (2010). Conflictological culture as a condition for professional success of a modern specialist in the field of service. Bulletin of the Khmelnytskyi National University, 6, Vol. 3, 300–303.
6. Лутаєнко, О. М. Формування професійної компетентності майбутніх учителів в умовах сучасної освіти: теоретичні аспекти. Режим доступу: http://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/2304/1/O_Lutayenko_GI.pdf. (Lutaienko, O. M. Formation of professional competence of future teachers in the conditions of modern education: theoretical aspects. Retrieved from: http://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/2304/1/O_Lutayenko_GI.pdf).
7. Пухно, С. В. (2022). Особливості формування конфліктологічної культури майбутніх вчителів в системі вищої освіти. Science and education for sustainable development. Series of monographs Faculty of Architecture, Civil Engineering and Applied Arts University of Technology, Katowice. Monograph 50. Publishing House of University of Technology, Katowice, pp. 589–607. (Pukhno, S. V. (2022). Peculiarities of the formation of conflictological culture of future teachers in the system of higher education. Series of monographs Faculty of Architecture, Civil Engineering and Applied Arts University of Technology, Katowice. Monograph 50. Publishing House of University of Technology, Katowice, pp. 589–607).
8. Пухно, С. В., Щербак, Т. І. (2022). Емоційний інтелект як складова конфліктологічної компетентності майбутніх вчителів. Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Психологія. Том 33 (72), 5, 87–93. (Pukhno, S. V., Shcherbak, T. I. (2022). Emotional intelligence as a component of conflictological competence of future teachers. Academic notes of the Tavrida National University named after V. I. Vernadskyi. Series: Psychology. Volume 33 (72), 5, 87–93).
9. Сергійчук, О. (2011). Професійна компетентність майбутнього учителя у системі підготовки до педагогічної діяльності. Проблеми підготовки сучасного вчителя, 4 (2), 198–206. (Serhiichuk, O. (2011). Professional competence of the future teacher in the system of training for pedagogical activities. Problems of modern teacher training, 4 (2), 198–206).
10. Самолюк, Н., Швець, М. (2013). Актуальність і проблемність дистанційного навчання. Нова педагогічна думка, 1.1, 193. (Samoliuk, N., Shvets, M. (2013). Relevance and problems of distance learning. A new pedagogical thought, 1.1, 193).
11. Якименко, С., Якименко, П. (2011). Професійна компетентність майбутнього вчителя як загальна умова його педагогічної діяльності. Проблеми підготовки сучасного

вчителя, 4 (Ч. 1), 205–211. (Yakymenko, S., Yakymenko, P. (2011). Professional competence of the future teacher as a general condition of his pedagogical activity. Problems of modern teacher training, 4 (Part 1), 205–211).

12. Філь, С. С. (2011). Визначення, зміст та структура конфліктологічної компетентності студентів – майбутніх фахівців соціономічних професій. Наукові записки НаУКМА. Педагогічні, психологічні науки та соціальна робота, 123, 20–24. (Fil, S. S. (2011). Definition, content and structure of conflictological competence of students – future specialists of socionomic professions. Scientific notes of NaUKMA. Pedagogical, psychological sciences and social work, 123, 20–24).

**Pukhno S. V. The formation of conflictology competence as a component of the conflictology culture of higher education students – future teachers during the study of the disciplines "psychology" and "education psychology" under the conditions of distance learning.**

***Summary.*** *The concepts of "competence", "professional success", "conflictological culture", "conflictological competence" were analyzed in the research. The main components of the professional success of the future teacher, the stages of the formation of the teacher's professional success are determined. The specifics of distance learning for higher education students are characterized. There are defined categories of the population for which it is possible to obtain higher education exclusively in the format of distance learning. Difficulties experienced by students of higher education during distance learning are analyzed. Features of the formation of conflictological competence as a component of the conflictological culture of future teachers – students and master's students of Sumy Makarenko State Pedagogical University during the study of the discipline "Psychology" and "Educational Psychology" under the conditions of distance learning are presented. According to the results of the study, it was found that as a result of studying the components of "Psychology" and "Educational Psychology" disciplines, the formation of the conflictological competence components continues among master's students. As a result of the study of conflict behavior strategies of future teachers, it was determined that cooperation and compromise are typical conflict behavior strategies of most future teachers, which indicates the conscious attitude of master's students to the process of both constructive and destructive interaction, emotional self-control, a constructive attitude in communication, orientation towards cooperation in interaction. It was determined that the introduction of interactive teaching methods into the educational process during the study of the disciplines "Psychology" and "Educational Psychology" effectively affects the process of conflictological competence formation of future teachers.*

***Key words:*** *competence, professional success, conflictological culture, conflictological competence, conflict behavior strategies, interactive methods of instruction.*

**УДК 374.31**
**DOI 10.5281/zenodo.10457858**

**Н. А. Тарасенкова**
ORCID ID 0000-0002-6418-6380
Черкаський національний університет
імені Богдана Хмельницького

## ЗАСОБИ ФОРМУВАЛЬНОГО ОЦІНЮВАННЯ У НАВЧАННІ МАТЕМАТИКИ

*Стаття присвячена дослідженню проблеми суті, способів і засобів організації формувального оцінювання в навчанні математики. У статті наведено деякі історичні дані про становлення наукового розуміння суті формувального оцінювання, про його місце і роль в сучасному освітньому процесі, про його базові етапи та відповідний інструментарій.*

*Визначено та детально проаналізовано такі базові етапи формувального оцінювання: постановка цілей на певний період; інформування учнів про критерії оцінювання; надання учням зворотного зв'язку щодо досягнення поставлених цілей; створення умов для рефлексії, самоаналізу та проспективного аналізу; корегування освітнього процесу з урахуванням результатів оцінювання та освітніх потреб учнів.*

*За результатами дослідження зроблено висновок, що формувальне оцінювання є внутрішнім за своєю природою і може здійснюватися виключно учнем. Роль учителя стає суттєво іншою порівняно з традиційними видами оцінювання. У ході дослідження було виявлено, що для забезпечення п'яти базових етапів формувального оцінювання потрібний специфічний інструментарій. Наведено авторські приклади такого інструментарію для курсу математики 6 класу НУШ.*

*Зазначено, що самооцінювання учнем своїх зусиль і здобутків у освітньому процесі в Новій українській школі набуває особливого значення та впливає на всі аспекти підготовки й проведення уроків та організації домашньої роботи учнів, методики навчання нового математичного змісту та роботи з окремими об'єктами засвоєння – поняттями, математичними фактами (аксіомами, теоремами, властивостями й ознаками, формулами), способами діяльності (правилами, алгоритмами, способами розв'язування задач та доведення математичних тверджень).*

***Ключові слова:*** *базова школа, навчання математики, оцінювання, формувальне оцінювання, засоби оцінювання, базові етапи формувального оцінювання.*

**Постановка проблеми.** Сучасне реформування загальної середньої освіти спирається на Закони України «Про освіту», «Про повну загальну середню освіту», Державні стандарти ІІІ покоління початкової освіти, базової середньої освіти, Концепцію Нової української школи.

У нормативних документах реформи НУШ зазначається, що «освітній процес – це система науково-методичних і педагогічних заходів, спрямованих на розвиток особистості шляхом формування та застосування її компетентностей» [1], а його серцевиною, центральною метою, якій мають бути підпорядковані всі компоненти нової методичної системи, є *учень, який свідомо змінює себе*. За таких умов змінюються акценти під час контролю й оцінювання навчальних досягнень учня. Все більше уваги привертається до формувального оцінювання. Однак його тлумачення не завжди є правильним. А відтак, виникають хиби й у його реалізації.

**Аналіз актуальних досліджень.** Поняття формувального оцінювання («formative assessment»), за даними О. Локшиної [2], у 1967 р. уперше виокремив М. Скрайвен – на той час президент Американської асоціації з оцінювання. А остаточне розуміння цього поняття утвердилось у 1971 р. з виходом у світ праці Б. Блума, Т. Хастінга і Дж. Мадауса «Посібник з формувального та підсумкового оцінювання навчання учнів» [3].

Упродовж наступних десятиліть проблема впливу формувального оцінювання на результативність навчання широко досліджується в усьому світі. За даними А. Сбруєвої [4], найбільш активними дослідниками цієї проблематики були британські вчені П. Блек і Д. Уільям, які опублікували понад 580 праць у цьому напрямі. З їх статті [5] утвердився короткий і ємний аналог поняття «формувальне оцінювання» – «оцінювання для навчання».

У 2002 р. були опубліковані результати роботи групи британських вчених, де обґрунтовано *десять принципів формувального оцінювання* [цит. за 2]:

1) враховуватися при плануванні уроків;
2) фокусуватися на тому, як учні вчаться;
3) розглядатись як центральний компонент навчального процесу;
4) розглядатись як ключове професійне вміння вчителя;
5) бути конструктивним та гнучким, оскільки будь-яке оцінювання справляє серйозний емоційний вплив на учня;
6) мотивувати учня;

7) забезпечувати реалізацію навчальних цілей;
8) надавати учням можливість отримувати конструктивну допомогу з боку вчителя для покращання навчальних результатів;
9) розвивати навички учня здійснювати самооцінювання, що забезпечить самоуправління його власним процесом навчання;
10) вимірювати навчальні досягнення всіх учнів [6].

Ці принципи мали реалізовувати у своїй практиці вчителі британських закладів освіти. Згодом вони набули поширення і в інших країнах.

У науково-педагогічній спільноті України питання теорії і методики формувального оцінювання обговорюється досить широко. З початком реформи НУШ до обговорення стали долучатися і вчителі-практики. Дослідження набули галузево-предметного спрямування: для початкової освіти (Л. Кабан, О. Онопрієнко, О. Топольницька, О. Фідкевич та ін.); для базової і старшої профільної школи – з інформатики (Н. Морзе, О. Барна, В. Вембер та ін.), із циклу гуманітарних дисциплін (О. Пометун, Т. Ремех, І. Безена та ін.), із циклу природничо-математичних дисциплін (Д. Засєкін, Л. Зеленська, Л. Михайленко та ін.); для вищої освіти (Г. Генсерук і С. Мартинюк, Н. Деньга, В. Вембер, Н. Шиян та ін.). Однак відкритими залишаються питання суті формувального оцінювання в навчанні математики учнів базової школи, особливостей його організації, створення та реалізації його інструментарію.

**Мета цієї статті** полягає в дослідженні суті, способів і засобів організації формувального оцінювання в навчанні математики.

**Виклад основного матеріалу.** Для розкриття суті формувального оцінювання в навчанні математики щонайперше звернемося до канонів дидактики.

***Основні поняття***:

– *контроль* – нагляд, спостереження, перевірка;
– *оцінювання* – встановлення кількісного еквівалента якісних змін в особистому досвіді учня;
– *діагностика* – контроль, перевірка, облік, оцінювання, аналіз статистичних даних, виявлення динаміки, уточнення, коригування, прогнозування.

Тож, як бачимо, діагностика включає в себе і контроль, і оцінювання. Останнім часом термін «діагностика» використовується в освітньому процесі дещо в іншому значенні – в медичному, коли діагностика трактується як встановлення вихідного наявного стану знань і умінь учнів. На наш погляд, таке звуження суті діагностики, з одного боку, є більш звичним, бо всі ми маємо якісь стосунки з медициною. Але, з іншого боку, воно не відповідає поняттю «діагностика». Тому поширена назва «діагностична контрольна робота» є суперечливою, бо в цьому терміні компонент «діагностична» вказує на різновид контрольної роботи, тобто встановлює підрядність «контроль: а) діагностичний; б) інший» і тим самим суперечить означенню діагностики, яке передбачає іншу підрядність. Думається, відомий здавна термін «вхідна контрольна робота» є цілком адекватним і нівелює цю суперечність.

***Мета оцінювання*:**

– виявлення досягнень, успіхів;
– виявлення недоліків, прогалин;
– визначення шляхів удосконалення.

Звідси випливає, що, за канонами дидактики, оцінювання зорієнтоване не на виявлення невідповідності еталону, а на виявлення приросту досвіду в тій царині, яку опановують учні. Не менш важливим компонентом системи оцінювання є визначення шляхів удосконалення виявлених навчальних втрат – і великих, і малих. Інакше гештальт залишиться незакритим. Отже, оцінювання як система тримається на таких трьох китах: Чого ти досяг, у чому ти успішний? Що саме ти не доопрацював? Що зробити, щоб ці недоліки виправити? Ці запитання як цілі мають бути атрибутом будь-якого оцінювання, незалежно від того, як ми його назвемо – поточне, тематичне, підсумкове чи формувальне. Їх має знати і застосовувати не лише вчитель, а й учень.

***Види оцінювання*:**

– *зовнішнє оцінювання*:
  - за місцем в освітньому процесі (поточне; тематичне; підсумкове);
  - за діяльністю суб'єкта (за кінцевим результатом; покроковий; за окремим параметром);
– *внутрішнє оцінювання (**формувальне**)*:
  - самоконтроль;
  - взаємоконтроль.

Зовнішній контроль і оцінювання здійснює вчитель як зовнішній споглядач за процесом опанування учнем нового навчального змісту. ***Формувальним може бути виключно внутрішнє оцінювання***. Формувати в учня крім самого учня ніхто фактично нічого не може. Учитель може стимулювати, допомагати здійснювати самоконтроль, надавати інструментарій для того, щоб учень навчався, тобто змінював себе. Але без участі учня в цьому процесі ніяких змін в його особистому досвіді апріорі відбутися не може. Значить, результат формування чогось може відбутися тільки якщо учень в тому активний учасник. Формувальне оцінювання відбувається виключно свідомо, оскільки все, що осідає в досвіді в результаті навчання, осідає здебільшого внаслідок свідомої діяльності. Може бути й стихійне, некероване привласнення. Але брати це до уваги та сподіватися на нього не варто. У навчанні математики нам потрібно, щоб якась інформація не просто закарбувалася в пам'яті учня. Нам потрібно, щоб учень зміг застосувати цю інформацію, а значить, вона має бути свідомо привласнена й відпрацьована. Тільки тоді формування нового знання й уміння завершить свій цикл – так званий «золотий цикл» опанування об'єкта засвоєння, що містить п'ять компонентів:

1) сприймання та осмислення;
2) закріплення;
3) застосування;
4) упізнавання;
5) розпізнавання.

Отже, формувальне оцінювання – це виключно прерогатива учня. Учитель не може провести формувальне оцінювання. Він може його підготувати, організувати, керувати ним, але здійснювати не може.

***Суть формувального оцінювання*** можна подати так: систематичне *самооцінювання учнем власного прогресу* на основі інтерактивного формування потреби й готовності до самооцінювання.

Отже, формувальне оцінювання – це внутрішня робота учня, хід і результати якої не мають виноситися назовні. Воно не повинно здійснюватися в інтерактивному форматі, оскільки за умов відкритого обговорення не буде правдивим. А от формування в учнів потреби й готовності до самооцінювання можна і треба здійснювати інтерактивно.

***Ролі суб'єктів формувального оцінювання*:**

| **Роль учня:** | **Роль учителя:** |
|---|---|
| - зацікавлена особа | - організатор |
| - виконавець | - керівник |
| - контролер | - помічник |

***Базові етапи формувального оцінювання*:**

1. Постановка цілей на певний період.
2. Інформування учнів про критерії оцінювання.
3. Надання учням зворотного зв'язку щодо досягнення поставлених цілей.
4. Створення умов для рефлексії, самоаналізу та проспективного аналізу.
5. Корегування освітнього процесу з урахуванням результатів оцінювання та освітніх потреб учнів.

Зупинимося на цьому детальніше.

***Постановка цілей на певний період***. А якими можуть бути періоди? Йдучи за звуженням обсягу навчального змісту, отримуємо:

- курс математики/алгебри/геометрії певного класу (період вивчення – навчальний рік);
- програмова тема (здебільшого – це розділ підручника, період вивчення – до 20 уроків);
- навчальна тема (параграф підручника, період вивчення – до 6 уроків);
- смисловий блок (часто – це пункт у параграфі підручника, період вивчення – 1 урок або частина уроку);
- смислова одиниця (завершена одиниця змісту, що охоплює один або кілька абзаців у пункті підручника, період вивчення – частина уроку);
- окреме запитання чи завдання (період виконання – дрібний фрагмент уроку).

На початку кожного періоду вчитель має ставити перед учнями мету. Це можна робити прямо чи опосередковано. При цьому головне – не перемудрити. Бо можна, захопившись описом нового навчального змісту, вийти за межі зони найближчого розвитку учня. А це неодмінно створить підстави для того, щоб в учня виникла підспудна думка: «Я ніколи цього не опаную». А таку установку учня зламати майже неможливо. Тож їй треба запобігати.

Виникає запитання: *Де знайти матеріал для постановки цілей на певний період*? У наших підручниках такий матеріал є для кожного етапу. На рік – це переднє слово до учнів; на програмову тему – це спеціальна рубрика «У розділі дізнаєтеся» на початку розділу, а також рубрика «Перевірте, як засвоїли матеріал розділу» наприкінці розділу; на навчальну тему – це вхідна ситуація до параграфа та запитання рубрики «Пригадайте головне» наприкінці параграфа; на смисловий блок і смислову одиницю параграфа – це запитання в тексті параграфа, які передують розгортанню відповідного змісту. Найбільш детальний опис найдрібніших цілей у цій ієрархії, так звані «атомарні» очікувані результати, міститься: а) для вчителя – у е-журналі спостережень [7]; б) для учня – у «Щоденнику самооцінювання учня» [8].

***Другий базовий етап*** формувального оцінювання передбачає інформування учнів про критерії оцінювання. Матеріал для цього етапу, тобто опис критеріїв за 12-бальною шкалою, є доступним в мережі Інтернет у різних варіаціях. Його доцільно обговорити з учнями та оприлюднити в кабінеті математики на дошці оголошень. Однак, на наш погляд, такий, деталізований перелік критеріїв оцінювання, є не зовсім зручним для учнів. Щоб ним користуватися повсякчас, учню треба добре розбиратися в суті кожного з 12 критеріїв і, можливо, запам'ятати їх. А це може призвести до відмови учня проводити самооцінювання, чого ніяк не можна допустити. Ми пропонуємо для учнів інший, адаптований перелік критеріїв оцінювання – рівневий. Кожен з них сформульовано як слоган, початкова літера якого збігається з початковою літерою назви рівня навчальних досягнень. Вони прописані в кожному чеклісті «Щоденника самооцінювання учня» [7] як заголовний рядок (рис. 1).

| **Мої досягнення** | **Рівень моїх досягнень** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ***Поки що важко, потрібна детальна допомога*** | ***Сам ще не можу, але зможу з деякою допомогою*** | ***Допомога майже не потрібна*** | ***Все можу сам*** |

Рис. 1. Рівневі критерії оцінювання

***Третій базовий етап формувального оцінювання*** передбачає надання учням зворотного зв'язку щодо досягнення ними поставлених цілей. Традиційно, для цього призначені самостійні й контрольні роботи, які проводяться зазвичай через 4-5 та 10-12 уроків відповідно. Таке інформування учнів є системним і систематичним, як того вимагають

нормативні документи. Але воно значно віддалено в часі одне від одного, надає не повні, а вибіркові відомості учню, бо жодна самостійна чи контрольна робота не може охопити детально всі очікувані результати. А це означає, що функції формувального оцінювання фактично не можуть реалізуватися через такі способи надання зворотного зв'язку учням.

Інформування учнів про стан його справ має бути деталізованим і всеохопним, а значить, прив'язаним до атомарних навчальних результатів. І це стосується кожного учня класу. Отже, потрібні особливі засоби, що надаватимуть учню інформацію про стан своїх надбань. У нашому навчально-методичному комплекті цьому слугують два посібники. Один із них містить завдання для експрес-контролю [9]. Такий контроль ми пропонуємо проводити наприкінці кожного уроку й виділяти на нього 3 хв. Усі завдання кожного ЕК ми будуємо з опорою на ті основі уміння, які формувалися під час відповідного уроку. Практика показує, що такий вид роботи цілком забезпечує *компетентнісний підсумок уроку* та стає основою для змістово якісного, а не лише емоційного самооцінювання. Наприклад, до першого уроку за § 7 «Зведення дробів до спільного знаменника. Порівняння дробів» нашого підручника з математики для 6 класу [9], ми пропонуємо ЕК-18 «Зведення дробу до нового знаменника» і такі завдання в ньому:

1. Дріб $\frac{7}{9}$ треба звести до знаменника 36. Яким буде додатковий множник?

   **А.** 2. **Б.** 6. **В.** 3. **Г.** 4.

2. Якщо $\frac{13}{15} = \frac{c}{105}$, то $c$ = ….

   **А.** 51. **Б.** 78. **В.** 91. **Г.** 65.

3. Зведіть дріб $\frac{4}{7}$ до знаменника 35.

   **А.** $\frac{4}{35}$. **Б.** $\frac{16}{35}$. **В.** $\frac{20}{35}$. **Г.** $\frac{30}{35}$.

Другий посібник – це «Щоденник самооцінювання учня» [8]. Роботу з ним доцільно проводити одразу після виконання учнями експрес-контролю. І тут доречними є три етапи: 1) самоперевірка кожним учнем результатів експрес-контролю за ключами відповідей до нього; 2) самооцінювання успішності та міри самостійності під час виконання кожного завдання експрес-контролю (за рівневими критеріями, відображеними в щоденнику); 3) самооцінювання атомарних результатів за урок, які також прописані в щоденнику. На рис. 2 наведено приклад чекліста до § 7 «Зведення дробів до спільного знаменника. Порівняння дробів» нашого підручника з математики для 6 класу [10]. Наприкінці першого уроку за цим параграфом учням пропонується спочатку оцінити ЕК-18, а потім – перші три результати в чеклісті.

Як бачимо, така робота на уроці фактично розпочинає ***четвертий базовий етап формувального оцінювання*** – створення умов для рефлексії, самоаналізу та проспективного аналізу. Якщо учень оцінив якийсь свій атомарний результат, наприклад, на середньому рівні (сам ще не можу, але зможу з деякою допомогою) і поставив навпроти нього позначку в другому стовпці, то в чеклісті перед ним є наочна перспектива для покращення своїх здобутків – ще два рівні. А для того, щоб ця перспектива набувала конкретного горизонту і тим самим фактично переконувала учня в його досяжності, доцільно пропонувати позначати в чеклісті наявний стан не галочкою чи іншим якимось значком, а ставити в цій комірці чекліста дату, коли відбувалось самооцінювання. Тоді учень бачить, що його поки що середній результат у вересні має всі шанси на покращення до кінця грудня та неодмінно буде покращений до кінця навчального року. Більш потужного мотиватора годі й шукати.

§ 7. Зведення дробів до спільного знаменника. Порівняння дробів

| Мої досягнення | | Рівень моїх досягнень | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | *Поки що важко, потрібна детальна допомога* | *Сам ще не можу, але зможу з деякою допомогою* | *Допомога майже не потрібна* | *Все можу сам* |
| *пояснюю*, що таке зведення дробу до нового знаменника | | | | | |
| *розумію*, яке число називають додатковим множником | | | | | |
| *пояснюю*, як знайти додатковий множник | | | | | |
| *розумію*, яке число називають НСЗ двох дробів | | | | | |
| *пояснюю*, як звести два дроби до НСЗ | | | | | |
| *виконую* зведення дробів до спільного знаменника | | | | | |
| *порівнюю* дроби з різними знаменниками | | | | | |
| *упорядковую* дані за зростанням | | | | | |
| *упорядковую* дані за спаданням | | | | | |
| *розміщую* звичайні дроби на КП | | | | | |
| *зчитую* дані із зображення КП | | | | | |
| Експрес-контроль № 18 | 1. | | | | |
| | 2. | | | | |
| | 3. | | | | |

Рис. 2. Фрагмент чекліста до параграфа

Для забезпечення рефлексії і на емоційному рівні в нагоді стануть набори відповідних запитань (рис. 3-4). У наших підручниках для НУШ такі набори містяться в презентаціях до уроків, лінки на які розміщуються біля назви параграфа або біля кожного пункту параграфа, якщо на цей пункт відведено окремий урок.

Рис. 3

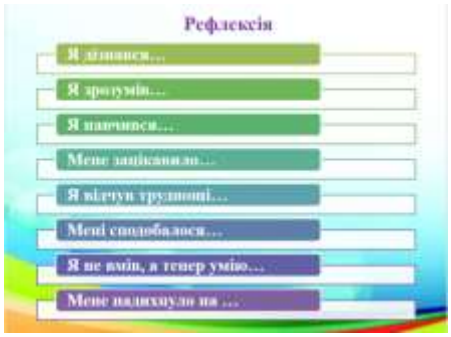



Рис. 4

***П'ятий базовий етап формувального оцінювання*** передбачає корегування освітнього процесу з урахуванням результатів оцінювання та освітніх потреб учнів. Таке корегування може здійснюватися:

- за місцем в освітньому процесі (поточне; тематичне; підсумкове);
- за діяльністю суб'єкта (за кінцевим результатом; покрокове; за певним параметром);
- за суттю (зміна запланованого обсягу годин; зміна методики пояснення; індивідуальні завдання).

Способи і засоби реалізації п'ятого етапу формувального оцінювання потребують окремої розмови, яка виходить за межі цієї статті.

**Висновки та перспективи подальших наукових розвідок.** У Новій українській школі на передній план виходить самооцінювання учнем своїх зусиль і здобутків у освітньому

процесі та його організація. І це неодмінно впливає на всі аспекти підготовки й проведення уроків та організації домашньої роботи учнів, методики навчання нового математичного змісту та роботи з окремими об'єктами засвоєння – поняттями, математичними фактами (аксіомами, теоремами, властивостями й ознаками, формулами), способами діяльності (правилами, алгоритмами, способами розв'язування задач та доведення математичних тверджень). Кожен із цих аспектів потребує подальших наукових студій.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES


1. Закон України «Про освіту» (2017). Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text. (Law of Ukraine "On Education" (2017). Retrieved from: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text).
2. Локшина, О. (2009). Інновації в оцінюванні навчальних досягнень учнів у шкільній освіті країн Європейського союзу. Порівняльно-педагогічні студії, 2, 107–113. (Lokshina, O. (2009). Innovations in the evaluation of educational achievements of students in school education in the countries of the European Union. Comparative pedagogical studies, 2, 107–113).
3. Bloom, B., Hastings, T., Madaus, G. (1971). Handbook on formative and summative evaluation of student learning. New York: McGraw-Hill.
4. Сбруєва, А. А. (2004). Тенденції реформування середньої освіти розвинених англомовних країн в контексті глобалізації (90-ті рр. XX – початок XXI ст.) : монографія Суми : ВАТ «Сумська обласна друкарня», Видавництво «Козацький вал». (Sbruyeva, A. A. (2004). Trends in the reform of secondary education in developed English-speaking countries in the context of globalization (90s of XX - beginning of XXI century): monograph. Sumy: VAT «Sumska oblasna drukarnia», Vydavnytstvo «Kozatskyi val»).
5. Black, P., Wiliam, D. (1998). Inside the Black Box: Raising Standards through Classroom Assessment, 80, 2 (October), pp. 1–12.
6. Assessment for Learning: 10 principles. Research-based Principles to Guide Classroom Practice. (2002). Oxford: Assessment Reform Group.
7. Журнал спостережень: е-таблиця для фіксації поточних та підсумкових обов'язкових результатів навчання математики учнів 6 класів згідно з Державним стандартом базової середньої освіти. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://docs.google.com/spreadsheets/d/1e8jqG1vfLKWHpf2M05h_v1Drc2TMNIfLFJfpID7dN1Q/edit?usp=drive_link. (Journal of observations: an e-table for recording the current and final mandatory results of mathematics learning for 6th grade students according to the State Standard of Basic Secondary Education. [Electronic resource]. Retrieved from: https://docs.google.com/spreadsheets/d/1e8jqG1vfLKWHpf2M05h_v1Drc2TMNIfLFJfpID7dN1Q/edit?usp=drive_link).
8. Тарасенкова, Н. А. (2023). Щоденник самооцінювання навчальних досягнень з математики учня/учениці 6 класу : навчальний посібник для 6 класу. Київ : УОВЦ «Оріон». (Tarasenkova, N. A. (2023). Diary of self-assessment of educational achievements in mathematics of the 6th grade student: study guide for the 6th grade. Kyiv: UOVTs "Orion").
9. Тарасенкова, Н. А., Богатирьова, І. М., Коломієць, О. М. Сердюк, З. О., Рудніцька, Ю. В. (2023). Експрес-контроль з математики для 6 класу : навчальний посібник для 6 класів НУШ; за ред. Н. А. Тарасенкової. Київ : УОВЦ «Оріон». (Tarasenkova, N. A., Bogatyreva, I. M., Kolomiets, O. M. Serdyuk, Z. O., Rudnitska, Yu. V. (2023). Express control in mathematics for the 6th grade: study guide for the 6th grade of NUS; N. A. Tarasenkova (ed.). Kyiv: UOVTs "Orion").
10. Тарасенкова, Н. А., Богатирьова, І. М., Коломієць, О. М. Сердюк, З. О., Рудніцька, Ю. В. (2023). Математика, 6 клас : підручник для 6 класів Нової української школи; за ред. Н. А. Тарасенкової. Київ: УОВЦ «Оріон». (Tarasenkova, N. A., Bogatyreva, I. M., Kolomiets, O. M. Serdyuk, Z. O., Rudnitska, Yu. V. (2023). Mathematics, 6th grade: textbook for 6th grade of the New Ukrainian School; under the editorship N. A. Tarasenkova. Kyiv: UOVTs "Orion").

**Tarasenkova N. Means of formative assessment in teaching mathematics.**

*The article is devoted to the study of the problem of the essence, ways and means of organizing formative assessment in teaching mathematics. The article provides some historical data on the formation of a scientific understanding of the essence of formative assessment, its place and role in the modern educational process, its basic stages and the relevant tools.*

*The following basic stages of formative assessment are identified and analyzed in detail: setting goals for a certain period; informing students about assessment criteria; providing students with feedback on achieving their goals; creating conditions for reflection, introspection and prospective analysis; adjustment of the educational process taking into account the assessment results and the educational needs of students.*

*Based on the results of the research, it was concluded that formative assessment is internal in nature and can be carried out exclusively by the student. The role of the teacher becomes significantly different compared to traditional types of assessment. In the course of the study, it was found that a specific toolkit is needed to provide the five basic stages of formative assessment. The author's examples of such tools for the mathematics course of the 6th grade of NUS are given.*

*Student's self-assessment of his efforts and achievements in the educational process in the New Ukrainian School acquires special significance and influences all aspects of preparing and conducting lessons and organizing students' homework, methods of teaching new mathematical content and working with individual objects of learning - concepts, mathematical facts (axioms, theorems, properties and characteristics, formulas), methods of activity (rules, algorithms, methods of solving problems and proving mathematical statements).*

***Key words:*** *elementary school, teaching mathematics, assessment, formative assessment, assessment means.*

**УДК 372.851.2 +378 +376.68+37.01+37.02+37.04**
**DOI 10.5281/zenodo.10713085**

**О. С. Чашечникова**
ORCID ID 0000-0003-1101-5534
**Я. О. Плечій**
Сумський державний педагогічний
університет імені А.С. Макаренка

## СПЕЦИФІКА НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ У ЛІЦЕЯХ СПОРТИВНОГО ПРОФІЛЮ

*У статті розглянуто проблеми навчання математики у спортивних інтернатах: низький рівень мотивації учнів, відсутність у підручниках математики завдань, які б продемонстрували застосування предмета у спорті. На основі аналізу режимів функціонування закладів інтернатного типу спортивного профілю можна виділити також проблеми, пов'язані з частими від'їздами учнів на тренувальні збори, змагання; з нестачею часу на виконання домашніх завдань. Результати проведеного анкетування учнів «Обласного ліцею спортивного профілю «Барса» підтверджують, що при виконанні домашніх завдань 10% користуються друкованими ГДЗ, 30% шукають відповіді в інтернеті. Навчання відбувається після виснажливих тренувань, отже важко не лише переключитися з фізичної активності на інтелектуальну, але й втома (фізична та емоційна) погіршує концентрацію на завданнях, іноді є проблеми з запам'ятовуванням, із необхідністю працювати зосереджено. Тому на запитання про те, чи важко виконувати завдання з математики, 20% відповіли, що їм важко виконувати завдання з математики, але вони намагаються це робити; інші відмітили, що деякі завдання є такими, що їх важко виконувати, а деякі ні.*

*Зміст математичної освіти відірваний від професійної спрямованості, потребує вдосконалення належне науково-педагогічне забезпечення навчання математики із врахуванням специфіки спортивного профілю (і це не лише проблема конкретного закладу, а є об'єктивною проблемою відсутності такого забезпечення на рівні держави). Наявність підручників різних рівнів не знімає проблеми необхідності створення навчально-методичних посібників, які б містили задачний матеріал, за своїм змістом близький для майбутніх спортсменів). Великі утруднення в учнів ліцею-інтернату викликало запитання щодо наведення прикладів застосування математики у реальному житті. Для респондентів не зрозуміла як сама сутність прикладного застосування математики.*

*Отже актуальною є розробка відповідної методики навчання математики через переусвідомлення підходів для визначення головної мети, відбору змісту, форм, методів навчання, створення та використання дидактичних матеріалів, навчальних засобів (спрямованих на краще засвоєння знань, відпрацювання умінь, контролю та оцінки здобутих результатів). Учні-спортсмени легше сприймають необхідність повторень дій задля їх відпрацювання (вони звикли до виснажливих тренувань). Але переписувати умови завдань для них – це втрата часу (за їх переконанням), тому для них пропонуються завдання з друкованою основою, а у перспективі – зошити з друкованою основою.*

*Використання презентацій та відеороліків в ході самопідготовки дає можливість вчителю пропонувати учням різноманітну наочність, використовувати історичні довідки, економити час на виконання побудов. Зосередженню учнів на презентації / відео сприяють звукові ефекти, анімація. Доцільно демонструвати презентацію з оптимальною на конкретному етапі роботи швидкістю, за потреби повертаючись до деяких слайдів / фрагментів відео або повторюючи презентацію декілька разів. Це більше підходить для учнів, які вміють працювати самостійно з математики. 80% ліцеїстів відмічають, що в процесі роботи з відеороліками їм необхідна додаткова допомога вчителя математики. Результат первинного сприймання, проблеми, які виникають, важливо продіагностувати одразу. Для цього доцільно застосувати тести на платформах https://novatika.org/ua (на даний момент по 8 клас включно), https://justclass.com.ua (для всіх класів), тести на платформі ВШО (https://lms.e-school.net.ua). Стають ці платформи і у нагоді для відпрацювання вмінь, для оперативного контролю результатів навчання.*

***Ключові слова**: навчання математики, навчання математики спортсменів, інтернати спортивного профілю, методика навчання математики, рівень успішності з математики, мотивація до вивчення математики.*

**Постановка проблеми.** Реформування вітчизняної системи освіти спрямоване на оновлення її змісту, удосконалення технологій навчання і виховання, що ставить перед загальноосвітніми навчальними закладами (ЗНЗ) різних рівнів специфічні завдання. У нашій державі сформовано мережу освітніх закладів, зокрема й інтернатів спортивного профілю.

Розгалужена система спортивних інтернатів почала розвиватися в Україні з середини XX сторіччя та за часи незалежності була вдосконалена. Серед діючих зараз – «Київський спортивний ліцей-інтернат», Олімпійський фаховий коледж імені Івана Піддубного, Державний експериментальний навчально-спортивний центр України з легкої атлетики в м. Харкові, військово-спортивний ліцей-інтернат у смт Богородчани (Івано-Франківська обласна адміністрація), «Запорізька спеціалізована загальноосвітня школа-інтернат спортивного профілю», Бердичівський ліцей-інтернат спортивного профілю Житомирської обласної ради, Хмельницький спортивний ліцей-інтернат та інші. Отже, у таких закладах навчається достатньо велика кількість сучасних школярів. Багато хто з них зробить кар'єру спортсмена, але дехто, з тих чи інших причин, обере іншу професію. Крім того, не всі, навіть достатньо успішні спортсмени, завершивши свою кар'єру, стають тренерами. Отже, існує проблема подальшого працевлаштування, часто, на основі професійної переорієнтації, що неможливо без отримання якісної загальної освіти, що, в свою чергу, неможливо без якісної математичної освіти. Але проблема якісного навчання математики у спортивних інтернатах практично не висвітлена у сучасних вітчизняних дослідженнях, отже актуальною є розробка

відповідної методики навчання математики через переусвідомлення підходів для визначення головної мети, відбору змісту, форм, методів навчання, створення та використання дидактичних матеріалів, навчальних засобів (спрямованих на краще засвоєння знань, відпрацювання умінь, контролю та оцінки здобутих результатів).

Тому метою статті є на основі аналізу специфіки навчання у ліцеях-інтернатах спортивного профілю дослідити методику організації навчальної діяльності учнів, спрямованої на підвищення ефективності навчання математики учнів закладів цього типу.

Аналіз актуальних досліджень**.** Організація занять з математики у закладах інтернатного типу відрізняється від звичної для більшості шкіл, структура уроків є багатоваріантною. Нами у дипломній роботі С. В. Шаматріна «Навчання математики засобами комп'ютерної підтримки (на прикладі закладів середньої освіти з посиленою військово-фізичною підготовкою)» (2014) [10] та його кваліфікаційній роботі «Підготовка майбутнього вчителя математики до роботи у навчальних закладах з посиленою військово-фізичною підготовкою» (2015) [11] розглядалися питання роботи у навчальних закладах інтернатного типу. Особливості процесу адаптації випускників інтернатного закладу системи освіти до соціального середовища розглядались у роботі Н. Гордієнко (2016) [1]; М. В. Кормишев (2017) [3] досліджував питання розвитку навчально-пізнавальних мотивів учнів інтернатів. Специфічні умови життєдіяльності вихованців інтернатного закладу спортивного профілю; вплив виду спорту та спортивних результатів на формування особистісних якостей; специфіку навчально-виховного процесу інтернатного закладу спортивного профілю розглянуто у статті А. В. Івегеш (2020). Зокрема, А. В. Івегеш [2] відмічає домінування спортивно-тренувальної діяльності в інтернатному закладі спортивного профілю, тому є необхідність швидко переключатися з розумової діяльності на фізичну і навпаки, внаслідок цього іноді вивчення навчального матеріалу відбувається на фоні втоми, результатом чого є зниження якості його засвоєння; від'їзди вихованців на навчально-тренувальні збори, постійна участь у змаганнях спричиняють необхідність самостійного опанування значної частини шкільної програми. У результаті дослідження ми виявили, що вибір навчання за спортивним профілем це й часто спроба уникнути вивчення математики на належному рівні.

Нажаль, ми не знайшли досліджень, які стосуються саме методичних особливостей навчання математики у ліцеях-інтернатах спортивного профілю.

**Виклад основного матеріалу.** Одного прагнення стати спортсменом замало. Учень повинен мати певні фізичні дані, що дозволяють обирати навчання у класі спортивного профілю. Крім того, це й специфіка сформованості конкретних рис характеру, тому що пов'язати своє життя із спортом – рішення складне, відповідальне. Необхідно бути наполегливим, працездатним, витривалим, готовим постійно працювати і над спортивною формою, і над характером. Важливі риси спортсмена – дисциплінованість, сила волі, самокритичність, відповідальність. Командні види спорту потребують виховання в підлітка або юнака, що планує стати професійним спортсменом, вміння спілкуватися, витримки, самовладнання, уміння стримувати негативні емоції. Але навчання за спортивним профілем у звичайному закладі середньої освіти та у закладі інтернатного типу відрізняються.

Розглядаючи режими функціонування закладів інтернатного типу спортивного профілю, можемо підтвердити це. Зокрема, у «Київському спортивному ліцеї-інтернаті» учні навчаються з понеділка по суботу (крім четверга) за розкладом, що відповідає трьом режимам. Перший урок починається 07.30, одинадцятий – 16.55. І режим (основна частина 8 та 9 класів). Уроки 1, 2, 7, 8, 9,10,11. Тренування 2 години 15 хвилин (перше) та 3 години (друге). ІІ режим (основна частина 10 та 11 класів). Уроки 4, 5, 6, 8, 9,10,11. Тренування 2 години 15 хвилин (перше) та 3 години (друге). ІІІ режим (8-А, 9-А, 10-А, 11-А). Уроки 3, 4, 5, 6. Тренування 1,5 години (перше) та 3 години 45 хвилин (друге).

У четвер 1,2, 4,5 уроки є для всіх класів. 3-й та 6-й уроки є для всіх, але у різний час для 8-9 та 10-11, 7-8 – для класів ІІ та ІІІ режимів. Для класів І режиму одне тренування

(2 години 15 хвилин, 14.15-16.30), для класів II-III режимів одне тренування (3 години, 16.15-19.15).

Самопідготовка, виховні години, вільний час 20.05-22.00. Враховуючи, що підйом 06.30 кожного дня, необхідно зазначити, що в учнів майже немає часу на якісне виконання домашнього завдання. Також виникає питання недостатньої кількості вільного часу.

У Державному експериментальному навчально-спортивному центрі України з легкої атлетики в м. Харкові в учнів основної школи на тиждень 4 уроки математики, у старшокласників – 3 (інтегрований курс математики). З математики пропонуються по 1 індивідуальному заняттю на тиждень у 8, 10, 11 класах (у 9 класі – відсутні). Розклад також дуже щільний.

Психолого-педагогічні особливості старшокласників, що навчаються у класах різних профілів, значно відрізняються, і сучасні умови також накладають певні особливості на особливості перебігу психічних процесів, на формування рис особистості. Раніше відмінності у змісті навчального матеріалу, у формах, методах та прийомах, засобах навчання математики визначалися перш за все відмінностями у програмах для класів різних профілів. Зараз спрацьовують й інші чинники.

Діти, що навчаються дистанційно, та ті, хто має можливість «наживо» працювати разом із вчителями, спілкуватися із однокласниками не лише «опосередковано», через засоби відеозв'язку, мають різний досвід, різні можливості для засвоєння знань та відпрацювання вмінь. Цікавим є досвід організації дистанційної роботи Бердичівського ліцею-інтернату спортивного профілю (почав свою роботу у 2020 році): кожний тиждень – три модулі, що відповідають трьом навчальним предметам (наприклад, на одному тижні біологія, математика, українська література; на наступному – фізика, інформатика, зарубіжна література). Це дозволяє водночас і зменшити навантаження учнів, і забезпечити «занурення» у конкретні предмети, що надає реальну можливість інтенсифікувати процес навчання.

У Сумській області створено «Обласний ліцей спортивного профілю «Барса» (***liceybarsa.wixsite.com/barsa-sumy***), що є закладом освіти, який забезпечує здобуття базової та повної загальної середньої освіти починаючи з 7 класу, розвиток спортивних здібностей й обдарувань дітей та молоді з метою досягнення високих спортивних результатів та підготовки спортсменів до національних збірних команд України (футбол та біатлон). Аналіз досвіду навчання у ліцеї дозволяє підкреслити особливості (труднощі) навчання математики у закладах такого типу, зокрема – не достатній вплив на почуття та емоції учнів ґрунтуються на тому, що зміст математичної освіти відірваний від професійної спрямованості, потребує вдосконалення належне науково-педагогічне забезпечення навчання математики із врахуванням специфіки спортивного профілю (і це не лише проблема конкретного закладу, а є об'єктивною проблемою відсутності такого забезпечення на рівні держави). Наявність підручників різних рівнів не знімає проблеми необхідності створення навчально-методичних посібників, які б містили задачний матеріал, за своїм змістом близький для майбутніх спортсменів).

Кожного дня в ліцеїстів 6-7 навчальних занять в учнів 7-9 класів (на тиждень 2 уроки алгебри, 2 уроки геометрії та 1 урок математики (індивідуальне заняття)), 7-8 занять в учнів 10-11 класів (у 10 класі 2 уроки алгебри та початків аналізу, 2 уроки геометрії, 1 урок відведений на факультатив (предмет обирають ліцеїсти), індивідуальних занять з математики немає).

Крім того кожного дня у будні 2 години 15 хвилин у першій половині дня та 1 година 45 хвилин у другій половині дня – тренування (4 години на день).

Цікавими для нашого дослідження є навчальні години, відведені на самопідготовку учнів: 15.50-16.20 – час відведений на самопідготовку, індивідуальні заняття, факультативи; 16.50-18.20 – виховні заходи, самопідготовка, особистий час; 20.55-21.30 – самопідготовка, особистий час. Отже, максимально на виконання домашнього завдання відводиться 2 години 35 хвилин, а підготуватися учням необхідно до 6-8 уроків, причому

зануритись важко (на виконання завдань припадає 30 хвилин, 1година 30 хвилин, 35 хвилин із перервами, протягом яких учні тренуються). Виконання відбувається після виснажливих тренувань, отже важко не лише переключитися з фізичної активності на інтелектуальну, але й втома (фізична та емоційна) погіршує концентрацію на завданнях, іноді є проблеми з запам'ятовуванням, із необхідністю працювати зосереджено. На вихідних кожного дня 2 години 15 хвилин виділено на тренування, більше можливостей для виконання домашніх завдань, але, зрозуміло, що учням необхідний й вільний час. Самопідготовка, виховні години, вільний час плануються на один час. Враховуючи ранній підйом кожного дня, необхідно зазначити, що в учнів майже немає часу на виконання домашнього завдання. Вони достатньо часто пропускають уроки через змагання, одержані під час змагань або тренувань травми. В учнів не вистачає ані часу, ані фізичних сил для якісного навчання з загальноосвітніх предметів у звичайному режимі, вони перенавантажені, отже, необхідно, щоб основна частина навчального матеріалу була опрацьована саме під час уроків.

Для вирішення цього питання потрібна спільна робота адміністрації школи-інтернату спортивного типу з педагогічним колективом вчителів та колективом тренерів.

Вчитель математики у своїй діяльності має враховувати, що учні-«спортсмени» мають іншу спрямованість інтересів; вважають, що математика не є необхідною для подальшої професійної діяльності, ігноруючи її значення для розвитку розумових здібностей. Нами у процесі підготовки кваліфікаційної роботи Я. О. Плечієм [4] було запропоновано анкету для учнів Сумського обласного ліцею-інтернату спортивного профілю «Барса») з метою визначення рівня мотивація ліцеїстів до навчання математики. Схожу анкету запропонували учням 10(6) класу гімназії №1 м. Суми (вчитель математики Чашечникова О.С.).

На запитання чи потрібно спортсмену вивчати математику, 80% респондентів з ліцею-інтернату спортивного профілю «Барса» відповіли, що майбутньому спортсмену необхідно вивчати математику, пояснюючи таким чином: «Як громадянину необхідно мати хоча б елементарні знання», «Завдяки вивченню математики маємо можливість у майбутньому обирати різні професії», «Вивчення математики розвиває мислення». Один з респондентів відмітив, що «Вивчення математики допомагає у грі» (мається на увазі – футбол). Практично всі, хто відповів «Ні» (20%) не пояснювали свою відповідь.

Якщо порівняти з відповідями учнів 10(6) класу гімназії №1 м. Суми, відмітимо, що останні більш ґрунтовно відповіли про важливість вивчення математики для представників різних професій, жодний з них не заперечує важливу роль вивчення математики майбутніми спортсменами.

***Запитання 2.*** Чи виконуєш ти домашні завдання з математики самостійно?

1) Ні, взагалі не виконую;
2) Ні, переписую з ГДЗ;
3) Ні, шукаю в інтернеті;
3) Ні, переписую у однокласників;
4) Ні, допомагають батьки (репетитор);
5) Так, виконую сам.

На це запитання 10% відповіли, що переписують з ГДЗ, 30%, що шукають в інтернеті; інші (60%), що виконують самостійно. Відмітимо, що частина відповідей була виправлена з інших відповідей (20% спочатку відмітили, що шукають в інтернеті, а потім виправили на відповідь «виконую самостійно»). Пояснюємо це тим, що, хоча анкета була анонімною, учні намагались «прикрасити» дійсний стан речей, бажаючі не підвести ліцей.

***Запитання 3.*** Чи важко виконувати завдання з математики?

1) Так, я навіть не намагаюсь;
2) Так, але я намагаюсь;
3) Деякі так, деякі ні;
4) Ні.

На це запитання 20% відповіли, що важко виконувати завдання з математики, але вони намагаються це робити. 80% відмітили, що деякі завдання є такими, що їх важко виконувати, а деякі ні.

Серед учнів 10(6) класу гімназії №1 м. Суми 27,6 % відповіли, що їм не важко виконувати домашні завдання, 41,4% зупинилися на відповіді (3), інші на відповіді (2).

***Запитання 4.*** Чи необхідно доводити теореми на уроці?

1) Так, це розвиває логічне мислення;
2) Ні, достатньо знати формулювання та вміти застосовувати для розв'язування задач;
3) Взагалі не треба.

На це запитання 60% з опитаних відповіли, що доведення теорем розвиває мислення, а 40%, що достатньо знати формулювання теореми та вміти застосовувати її для розв'язування задач. Це майже співпадає з відповідями гімназистів (68% та 32% відповідно).

Великі утруднення в учнів ліцею-інтернату викликало запитання щодо наведення прикладів застосування математики у реальному житті. 60% змогли назвати рахунок решти на касі у магазині, з них 20% ще додали – розрахунок заробітної плати, 10% – вказали, що «на уроці математики», інші вказали, що не можуть назвати жодного прикладу. 1 респондент відмітив, що математика необхідна при будівництві будинків, ще 1 вважає важливим застосування математики у процесі азартних ігор. Відповіді гімназистів більш різноманітні, обґрунтовані.

Серед професій, представникам яких математика необхідна, ліцеїстами були названі професії бухгалтера, вчителя, програміста, представника IT, бізнесмена, інженера, науковця, адміністратора, менеджера, продавця (перелічено у порядку спадання кількості згадувань), серед тих, де математика непотрібна, дизайнер, філолог, музикант, журналіст, продавець у книжковому магазині, будівельник, психолог, зварювальник, волейболіст, ортодонт (перелічено у порядку спадання кількості згадувань). Лише 20 % відмітили, що не можуть назвати жодної професії, де не потрібна математика.

Відповіді демонструють, що для респондентів не зрозуміла як сама сутність прикладного застосування математики, так і специфіка роботи фахівців відповідних спеціальностей.

Ми знайомились з результатами анкетування учнів в інших спортивних закладах, і робимо висновок, що майже половина з них взагалі не бачить зв’язків вивчення математики та навчання професійній грі у футбол. Отже, існує серйозна проблема зниженої або навіть відсутньої мотивації до вивчення математики у юних спортсменів.

Це відображається й на рівні успішності. Аналіз рівня успішності учнів Сумського обласного ліцею-інтернату спортивного профілю «Барса» (за результатами анкет) показав, що вони мають оцінки від 6 до 9 балів (табл. 1).

Таблиця 1

**Рівень успішності з математики учнів Сумського обласного ліцею-інтернату спортивного профілю «Барса» (за опитуванням)**

| Предмет | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|
| Алгебра / Алгебра та початки аналізу | 20% | 0% | 20% | 50% | 10% |
| Геометрія | 20% | 10% | 20% | 40% | 10% |

Для учнів ліцеїв спортивного профілю бажано проведення інтегрованих уроків з математики та інших дисциплін. Для них легше навчатися, якщо використовується фронтальна та групова форми роботи, тому що найчастіше вони звикли працювати у команді (зокрема, футбол – командний спорт).

Більшість учнів, що навчаються у ліцеях спортивного профілю, це старші підлітки. Цей віковий період особливо плідний для розвитку словесно-логічного мислення. Процес оволодіння знаннями з математики потребує ознайомлення школярів з новими способами засвоєння знань (їх набуття), має бути спрямований на розвиток теоретичного мислення.

У цьому віці формується спроможність розпочинати виконання завдань з встановлення відношень та зв'язків наявних даних та шуканих, має розвиватися вміння оперувати гіпотезами (їх формулювання, перевірка справедливості), розвивається схильність до експериментування. Підлітки мають виявляти широкі пізнавальні інтереси, підвищену інтелектуальну активність, але відмітимо, що більшість юних спортсменів акцентують увагу перш за все на підготовку до змагань, тому для них це виражається не так яскраво. Тим більше, що заняття спортом це серйозне фізичне навантаження, такі учні потребують більше відпочинку.

Враховуючи це, вчитель математики, працюючи з такими учнями, має йти «від простого до складного», урізноманітнювати завдання на «тренування» хоча б по формі. Учні-спортсмени легше сприймають необхідність повторень дій задля їх відпрацювання (вони звикли до виснажливих тренувань). Але переписувати умови завдань для них – це втрата часу (за їх переконанням), тому для них пропонуємо завдання з друкованою основою, а у перспективі – зошити з друкованою основою. Велика кількість сучасних підлітків демонструють недостатню розвиненість мисленнєвих операцій (аналіз, синтез, порівняння, узагальнення), засвоєння математичних понять часто є поверхневим, і це також важливо робити у «оптимальному темпі», використовуючи презентації, завдання за готовими рисунками, тести. Необхідно навчати їх виділяти головне, узагальнювати, а не зосереджуватись на несуттєвих деталях.

Важливі риси спортсмена – дисциплінованість, сила волі, самокритичність, відповідальність. Командні види спорту потребують виховання в підлітка або юнака, що планує стати професійним спортсменом, вміння спілкуватися, витримки, самовладнання, уміння стримувати негативні емоції. Тому командна робота (якою є проектна діяльність на уроці математики) для них приносить більше користі, ніж індивідуальне виконання завдань.

Випускники «Барси», як і будь-якого іншого спортивного інтернату, дуже добре розуміють, що основними проблемами навчання математики у закладі спортивного типу є нестача часу на виконання домашніх завдань, пропуски занять через змагання, те, що учні не мотивовані до вивчення предмету.

Загальновідомо, що заняття спортом сприяє фізичному розвитку, вихованню характеру. Але у спорті важливе значення розвиненої логіки, мислення, уяви, вміння прогнозувати.

У роботі [4] ми обґрунтували: необхідно продемонструвати ліцеїстам, що підготовка футболістів високого класу ґрунтується на критеріях їх оцінки, на моделюванні, що пов’язано з математикою. Кількісний аналіз гри дозволяє об'єктивно оцінити її якість, яка може бути високою, навіть якщо команда не виграла в цій грі. У футболі математика проявляється у вигляді різних статистичних даних, вимірювань. Вони використовуються як в окремому матчі, так і протягом більш тривалих періодів. Майже всі дії на полі давно піддаються статистичному обліку та контролю, у вигляді підсумкових таблиць із розрахунком проходження зборів, час володіння м'ячем, кількість ударів по воротам та промахів, сукупної відстані, яку пробіг гравець тощо. Після кожної гри тренер розраховує коефіцієнт корисності конкретного гравця. Відповідно до результатів цих оцінок, тренер визначає корисність гравця в певній грі та, як результат, створюється основний склад команди на сезон.

Також деякі клуби використовують програми, які дозволяють аналізувати події на полі вже під час матчу. Математичне та комп'ютерне моделювання, логіка, теорія ймовірності, математична статистика, теорія досліджень та ігор – це неповний перелік математичних дисциплін, що використовуються у професійному спорті. Як і в математиці, у футболі необхідним є найбільш точний розрахунок дій.

Необхідно формувати у майбутніх футболістів здатність приймати рішення у багатьох несподіваних спортивних ситуаціях, що ґрунтується на якісному аналізі, оцінці наслідків рішень. Методами математичної статистики встановлюють перспективність спортсменів, найбільш сприятливі умови тренувань, їх ефективність; відбувається обробка показників датчиків, що контролюють навантаження спортсменів; математика використовується у процесі складання дієти для спортсменів.

Математика використовується у футболі при вивченні різних типів ударів по м'ячу (середній, дальній, штрафний); майбутні спортсмени вчаться швидко рахувати очки, складати, запам'ятовувати; математика допомагає у тактичних діях (швидко прийняти рішення, чи робити передачу або зробити удар по м'ячу). Математика формує логічне мислення, а у футболі важливим є знання тактичних схем, в яких логіка використовується. Проаналізувавши теоретично, визначили наступне: вивчення математики прискорює швидкість прийняття рішень, допомагає оцінити геометричні параметри футбольного поля (просторова уява).

Тому необхідно розпочати хоча б з яскравих ілюстрацій (зображення зрізаного ікосаедра та футбольного м'яча та посилання на довідку в інтернеті (наприклад, https://slovnyk.ua/index.php?swrd=ікосаедр), за допомогою якої ліцеїст може дізнатись, що зрізаний ікоса́едр – напівправильний многогранник, який складається з 12 правильних п'ятикутників і 20 правильних шестикутників; у кожній з вершин перетинаються 2 шестикутники та п'ятикутник). Кожен з правильних п'ятикутників із усіх сторін «оточений» правильними шестикутниками. Саме цю форму має класичний футбольний м'яч (п'ятикутники пофарбовані чорним, а шестикутники білим кольором). Можна також продемонструвати фрагмент розгортки футбольного м'яча в ході вивчення правильних многокутників.

Також при вивченні математичних виразів, функцій корисно наголосити на тому, що рейтинг футбольних клубів, визначення переможців може відбуватися за формулою:

$$x=k\cdot p+1\cdot n+b\cdot r,$$

де $p$ – кількість перемог, $n$ – кількість нічиїх, $r$ – кількість поразок.

Нажаль, таких компетентнісних завдань ще немає у сучасних підручниках. Але це і не є можливим – подати саме у підручниках такий матеріал, який би задовольнив спрямованість на кожний профіль навчання. Тому важливим є створення задачників до кожного з підручників із залученням фахівців з різних професій.

Під час самопідготовки учні ліцею-інтернату спортивного профілю можуть знаходитись в одному кабінеті. Всі вони мають різний рівень навченості, різну мотивацію до навчання математики. Крім того, деякі з них могли бути відсутні на етапі пояснення нового матеріалу вчителем через об'єктивні причини, тому на етапі сприймання та усвідомлення нового навчального матеріалу важливим є застосування відповідних відеоуроків на *youtube,* уроків на платформі «Всеукраїнська школа онлайн»). Презентації / відео можуть виконувати роль «довідника», можуть пропонуватись приклади виконання завдань.

Однак вчителю математики спочатку необхідно ретельно їх опрацювати та проаналізувати відповідність програмі, підручникам, рівню знань учнів на даному етапі. Також, нажаль, і на наявність/відсутність недоречностей / помилок. Найкращим виходом є авторські відеоуроки самого вчителя математики, але можливість їх створення якісно пов'язана з матеріально-технічними можливостями навчального закладу, з завантаженістю самого вчителя.

Застосування презентацій з математики, підготовлених вчителем, надає змогу поєднувати узагальнююче повторення та систематизацію матеріалу з контролем і корекцією знань та вмінь. Це реалізується під час виконання тестів, запропонованих в ході презентації / в ході перегляду відеоролика, і виконання тестових завдань із відповідної теми. Це дозволяє більш ефективно в часі поєднати подання теоретичного матеріалу із безупинним виконанням домашнього завдання.

Використання презентацій в ході самопідготовки дає можливість вчителю пропонувати учням різноманітну наочність, використовувати історичні довідки, економити час на виконання побудов. Для того, щоб учні зосереджували увагу саме на презентації, вона може супроводжуватись звуковими ефектами, містити анімацію. Відеороліки мають свою специфіку. Надається можливість учням побачити математику як цікавий предмет, зацікавити її вивченням. Доцільно демонструвати презентацію з

оптимальною на конкретному етапі роботи швидкістю, за потреби повертаючись до деяких слайдів або повторюючи презентацію декілька разів.

Але це більше підходить для учнів, які вміють працювати самостійно з математики. 80% ліцеїстів відмічають, що в процесі роботи з відеороликами їм необхідна додаткова допомога вчителя математики. З гімназистів це відмітили 40,7%.

Результат первинного сприймання, проблеми, які виникають, важливо продіагностувати одразу. Для цього доцільно застосувати тести на платформах https://novatika.org/ua (на даний момент по 8 клас включно), https://justclass.com.ua (для всіх класів), тести на платформі ВШО (https://lms.e-school.net.ua). Стають ці платформи і у нагоді для відпрацювання вмінь, для оперативного контролю результатів навчання.

Для інтенсифікації навчання математики необхідно використовувати для запам'ятовування мнемонічних правил (описано нами більш детально у [5; 6; 7]).

**Висновки та перспективи подальших наукових розвідок.** Проблемами навчання математики учнів інтернатів спортивного типу є об'єктивна недостатність часу на виконання домашніх завдань; фізична та емоційна перевтома. Для вирішення цього питання потрібна спільна робота адміністрації школи з педагогічним колективом вчителів та колективом тренерів по узгодженню розкладу занять, а також створення зошитів з друкованою основою з математики, більш інтенсивне впровадження у процес навчання платформ https://novatika.org/ua, https://justclass.com.ua, https://lms.e-school.net.ua. Освітні платформи дуже привабливі з погляду використання на уроках, але підвищують ефективність навчання математики лише при грамотному їх використанні.

Проблемою є низький рівень мотивації до вивчення математики. Для подолання цієї проблеми необхідним є створення задачників до підручників, в яких пропонуються завдання компетентнісного характеру, які відображають реальне застосування математичного інструментарію у спорті. Нажаль, таких компетентнісних завдань ще немає у сучасних підручниках. Але це і не є можливим – подати саме у підручниках такий матеріал, який би задовольнив спрямованість на кожний профіль навчання. Тому важливим є створення задачників до кожного з підручників із залученням фахівців з різних професій. Теоретично обґрунтований підхід до створення таких задачників – перспектива нашого дослідження.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Гордієнко, Н. (2016). Особливості процесу адаптації випускників інтернатного закладу системи освіти до соціального середовища розглядались у роботі. Соціологічні студії, 2(9), 76–82. (Gordienko, N. (2016). Peculiarities of the adaptation process of boarding school graduates to the social environment were considered in the paper. Sociological studies, 2(9), 76–82).
2. Івегеш, А. В. (2020). Особливості освітньої діяльності навчальних закладів спортивного профілю України. Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи, 78, 78–83. (Ivegesh, A. V. (2020). Peculiarities of educational activities of sports educational institutions of Ukraine. Scientific journal of the M.P. Drahomanov NPU. Series 5. Pedagogical sciences: realities and prospects, 78, 78–83).
3. Кормишев, М. В. (2017). Психологічне забезпечення системи формування мотивації учіння вихованців закладів інтернатного типу. Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 12: Психологічні науки, 5(50), 118–124. (Kormyshev, M. V. (2017). Psychological support of the system of formation of learning motivation of pupils of boarding-type institutions. Scientific journal of the National Pedagogical University named after M. P. Drahomanov. Series 12: Psychological Sciences, 5(50), 118–124).
4. Плечій, Я. О. (2023). Специфіка навчання математики у ліцеях спортивного профілю (на прикладі Сумського обласного ліцею-інтернату спортивного профілю «Барса»):

Кваліфікаційна робота. Суми : СумДПУ імені А. С. Макаренка. (Plechii, J. O. (2023). The specifics of teaching mathematics in sports lyceums (on the example of the Sumy Regional Lyceum – sports boarding school "Barsa"): Qualification thesis. Sumy: SumyDPU named after A. S. Makarenko).

5. Чашечникова, О. (2008). Вплив індивідуальних особливостей учнів на засвоєння навчального матеріалу з математики. Математика, 19, 1–6. (Chashechnikova, O. (2008). Influence of individual characteristics of students on the assimilation of educational material in mathematics. Math, 19, 1–6).
6. Чашечникова, О. С. (2011). Вплив особливостей оперування навчальним матеріалом на розвиток творчого мислення учнів. Математика в школі, 3, 38–45. (Chashechnikova, O. S. (2011). Influence of features of operation by educational material on the development of students' creative thinking. Mathematics at school, 3, 38–45).
7. Чашечникова, О. С. (2007). Індивідуальні особливості опрацювання навчального матеріалу з математики учнями. Педагогічні науки, 3, 190–200. (Chashechnikova, O. S. (2007). Individual features of studying educational material in mathematics by students. Pedagogical sciences, 3, 190–200).
8. Чашечникова, О. С., Шаматрін, С. В. (2014). Проблеми навчання математики в закладах середньої освіти з посиленою військово-фізичною підготовкою. Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу «ІТМ*плюс-2014»: матеріали Міжнародної дистанційної науково-методичної конференції (20–21 березня 2014 р., м. Суми): У 3-х частинах. Частина 1 / упорядник О. С. Чашечникова. Суми: ВВП «Мрія» ТОВ, С. 92–94. (Chashechnikova, O. S., Shamatrin, S. V. (2014). Problems of teaching mathematics in secondary education institutions with enhanced military physical training / O.S. Chashechnikova, // Development of intellectual skills and creative abilities of pupils and students in the process of learning the disciplines of the natural-mathematical cycle "ITM*plus-2014": materials of the International Distance Scientific and Methodological Conference (March 20–21, 2014, Sumy): In in 3 parts. Part 1 / compiled by O. S. Chashechnikova. Sumy: VVP "Mriya" LLC, P. 92–94).
9. Чашечникова, О. С., Шаматрін, С. В. (2014). Шляхи підвищення ефективності навчання математики в закладах середньої освіти з посиленою військово-фізичною підготовкою. Актуальні питання природничо-математичної освіти, 3. Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка. Суми: ВВП «Мрія». (Chashechnikova, O. S., Shamatrin, S. V. (2014). Ways to increase the effectiveness of mathematics teaching in secondary education institutions with enhanced military physical training. Current issues of natural and mathematical education, 3. Sumy State Pedagogical University named after A. S. Makarenko. Sumy: GDP "Mriya").
10. Шаматрін, С. В. (2014). Навчання математики засобами комп’ютерної підтримки (на прикладі закладів середньої освіти з посиленою військово-фізичною підготовкою). Дипломна робота. Суми : СумДПУ імені А. С. Макаренка. (Shamatrin, S. V. (2014). Teaching mathematics by means of computer support (on the example of secondary education institutions with enhanced military physical training). Graduate thesis. Sumy: Sumy DPU named after A. S. Makarenko).
11. Шаматрін, С. В. (2015). Підготовка майбутнього вчителя математики до роботи у навчальних закладах з посиленою військово-фізичною підготовкою. Кваліфікаційна робота магістра. Суми :Сум ДПУ імені А. С. Макаренка. (Shamatrin. S. V. (2015)/ Preparation of the future mathematics teacher to work in educational institutions with enhanced military physical training. Qualification Master's thesis. Sumy: SumDPU named after A. S. Makarenko).

**Chashechnikova O., Plechiy J. Specificity of mathematics teaching in sports lyceums.**

***Summary***. *The article examines the problems of teaching mathematics in sports boarding schools: the low level of motivation of students, the absence of tasks in mathematics textbooks that would demonstrate the application of the subject in sports. On the basis of the analysis of the modes of operation of institutions of the boarding type of the sports profile, it is possible to identify problems associated with frequent departures of students for training meetings and competitions; with a lack of time for homework. The results of a survey of students of the "Barsa" Regional Lyceum of Sports Profile confirm that 10% use printed Ready homework when completing homework, 30% look for answers on the Internet. Learning takes place after exhausting training, so it is difficult not only to switch from physical activity to intellectual activity, but also fatigue (physical and emotional) impairs concentration on tasks, sometimes there are problems with memorization, with the need to work with concentration. Therefore, when asked whether math tasks are difficult, 20% said that they find math tasks difficult, but they try to do it; others noted that some tasks are difficult to complete and some are not.*

*The content of mathematics education is detached from the professional orientation, the proper scientific and pedagogical support for teaching mathematics needs to be improved, taking into account the specifics of the sports profile (and this is not only a problem of a specific institution, but is an objective problem of the lack of such support at the state level). The availability of textbooks of different levels does not remove the problem of the need to create teaching and methodical manuals that would contain challenging material, similar in content to future athletes). The students of the boarding lyceum had great difficulty in giving examples of the application of mathematics in real life. The respondents did not understand the very essence of the applied application of mathematics.*

*Therefore, the development of a suitable methodology for teaching mathematics through a rethinking of approaches for determining the main goal, selection of content, forms, teaching methods, creation and use of didactic materials, educational tools (aimed at better assimilation of knowledge, practice of skills, control and evaluation of the obtained results) is relevant. Student-athletes more easily perceive the need to repeat actions in order to practice them (they are used to exhausting training). But rewriting the conditions of tasks for them is a waste of time (according to their belief), so they are offered tasks with a printed basis, and in the future – notebooks with a printed basis.*

*The use of presentations and videos in the course of self-training gives the teacher the opportunity to offer students a variety of visualizations, use historical references, and save time for construction. Sound effects and animation contribute to students' concentration on the presentation/video. It is advisable to demonstrate the presentation at the speed that is optimal for a specific stage of work, if necessary, returning to some slides / fragments of the video or repeating the presentation several times. It is more suitable for students who can work independently in mathematics. 80% of high school students note that in the process of working with videos, they need additional help from a mathematics teacher. The result of the initial perception, the problems that arise, it is important to diagnose immediately. For this, it is advisable to use tests on the platforms https://novatika.org/ua (at the moment for the 8th grade inclusively), https://justclass.com.ua (for all grades), tests on the All-Ukrainian school online platform (https:// lms.e-school.net.ua). These platforms are also useful for practicing skills and for operational control of training results.*

***Keywords:*** *mathematics training, mathematics training for athletes, sports boarding schools, mathematics teaching methodology, mathematics achievement level, motivation to study mathematics.*

**СТОРІНКА ПАМ'ЯТІ**

**УДК 378+372.857+372.891+929**
**DOI 10.5281/zenodo.10308540**

**А. П. Вакал**
ORCID ID 0000-0002-1386-7944
**Ю. І. Литвиненко**
ORCID ID 0000-0001-9095-0437
Сумський державний педагогічний
університет імені А. С. Макаренка

# НАУКОВА І ПЕДАГОГІЧНА СПАДЩИНА ПРОФЕСОРА МИХАЙЛА ІВАНОВИЧА СТЕБЛЯНКА (ДО 100-РІЧЧЯ ВІД ДНЯ НАРОДЖЕННЯ)

*У статті висвітлені основні етапи життєвого шляху і проаналізовано науково-педагогічну спадщину Михайла Івановича Стеблянка (1923-2008 рр.) – кандидата сільськогосподарських наук, професора кафедри ботаніки природничо-географічного факультету Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка. Відмічено, що М. І. Стеблянко є автором понад 50 науково-методичних робіт (посібників, практикумів, методичних рекомендацій, статей у наукових збірниках та періодичних виданнях), що й наразі залишаються актуальними в організації біологічної вищої та середньої освіти в Україні. Ці роботи присвячені питанням теорії, практики та методології викладання ботаніки, основ сільського господарства та охорони природи у закладах вищої освіти педагогічного профілю, а також біології у закладах загальної середньої освіти. Подається аналіз таких праць М. І. Стеблянка: «Основи сільськогосподарського виробництва» (1977), «Ботаніка» (1981), «Розвиток агроценозів у зоні впливу викидів хімічних підприємств Лівобережної України» (1986), «Основи сільського господарства» (1991), «Основи сільського господарства. Практикум» (1982, 1992), «Ботаніка. Анатомія і морфологія рослин» (1995), «Лірична ботаніка» (2001).*

***Ключові слова:*** *науково-педагогічна спадщина, історія природничо-географічного факультету, вчені СумДПУ ім. А. С. Макаренка, освіта і наука Сумщини, видатні діячі Сумщини, підготовка вчителя біології, ботаніка, основи сільського господарства.*

**Постановка проблеми.** У 2023 році виповнилося 100 років від дня народження професора Михайла Івановича Стеблянка, – талановитого викладача і вченого, який зробив значний особистий внесок у розвиток природничо-географічного факультету Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка. У період з 1965 по 1974 рр. він виконував обов'язки декана природничого факультету, а з 1976 по 2000 рр. – завідувача кафедри ботаніки. У цей час він опікувався розвитком біологічного стаціонару «Вакалів-

щина», агробіостанції, яка за його безпосередньої участі отримала статус «Ботанічного саду СумДПУ імені А. С. Макаренка». Його ім'я, як автора навчальних і методичних видань, навчальних програм з ботаніки, сільського господарства, методики навчання біології відоме широкому загалу педагогів України. Михайло Іванович є співавтором навчальних посібників, які й досі входять до переліку літератури, рекомендованої для вивчення основ сільського господарства і ботаніки на природничих факультетах педагогічних університетів. У той же час, особистість М. І. Стеблянка як науковця і педагога розкрита не достатньо і його науково-педагогічна спадщина потребує детального аналізу.

**Аналіз актуальних досліджень.** Перші опубліковані дані про М. І. Стеблянка як декана природничого факультету у 1965–1974 рр. представлені у виданні «Історія становлення і розвитку Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка» (1999) [4]. Короткий опис життєвого шляху і науково-педагогічної діяльності Михайла Івановича наводився Н. Г. Закорко у матеріалах восьмої Сумської обласної наукової історико-краєзнавчої конференції (2009) [2] та довіднику «Історія кафедри ботаніки Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка до 80-річчя з дня заснування» (2010) [3]. Деякі аспекти його життєвого, наукового й педагогічного шляху висвітлені у декількох статтях збірника матеріалів студентської наукової конференції на природничо-географічному факультеті Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка «Читання до 90-річчя з Дня народження Ніни Іванівни Дегтярьової і Бориса Миколайовича Польського та 95-ї річниці з Дня народження Михайла Івановича Стеблянка» (2018) [1; 5; 16]. У книзі «Макаренківська alma mater» є коротке повідомлення про наукову спадщину Михайла Івановича [7]. Окрім аналізу представленої у згаданих публікаціях інформації для написання статті також були використані матеріали, наведені в особовій справі викладача кафедри ботаніки М. І. Стеблянка, яка зберігається в архіві Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка [6], а також особисті усні спогади Михайла Івановича, задокументовані за його життя першим автором цієї статті – А. П. Вакалом.

**Мета** статті – висвітлити основні етапи життя, педагогічної, наукової та науково-методичної спадщини М. І. Стеблянка для визначення його ролі у становленні і розвитку освіти й науково-педагогічної думки Сумщини й України.

**Виклад основного матеріалу.** М. І. Стеблянко народився 17 листопада 1923 р. у с. Стеблянки Лебединського району Сумської області в сім'ї селян. Його життя було складним, але яскравим і сповненим великих справ.

У 1931 р. М. І. Стеблянко пішов до першого класу початкової школи с. Стеблянки, після закінчення якої продовжив навчання у неповній середній школі с. Тучне. У 1932-1933 рр. йому та його родині довелося пережити Голодомор. З тих пір через усе життя він проніс безмежну шану і любов до хліба і хлібного колоса. Михайло Іванович згадував, як у школі під час святкування нового року декламував вірш, за що був премійований окрайцем хліба. Не дивлячись на голод, цей хліб він не з'їв, а приніс додому, щоб поділитися зі своєю родиною. Зайшовши до хати, він завбачливо заховав окраєць у сінях, та звернувся до рідних: «Здогадайтесь, що у мене є?». У цей час до сіней забіг собака і з'їв увесь хліб. Можна лише припустити, у якому розпачі була вся родина!

У 1938 р., по закінченню Тучнянської школи, Михайло Іванович вступив до Маловисторопського сільськогосподарського технікуму на агрономічне відділення. Після початку Другої світової війни навчання у технікумі довелося перервати і продовжити після демобілізації із лав радянської армії у листопаді 1945 року.

У листопаді 1941 р. М. І. Стеблянко повернувся у рідне село, яке перебувало у німецькій окупації по серпень 1943 р. Після звільнення села він був призваний до лав радянської армії і з серпня 1943 р. по травень 1945 р. брав активну участь у бойових діях. Як солдат Михайло Іванович пройшов шлях від Ленінграда до Відня. Спочатку він у складі Калінінського і Ленінградського фронтів обороняв Ленінград, а з 1944 р. у складі 3-го Українського фронту брав участь у визволенні Будапешту і Відня. Наприкінці війни був учасником боїв за визволення Заполяр'я від німецько-фашистських окупантів. За бойові

заслуги був нагороджений 2 орденами та 16 медалями. Під час бойових дій він був важко поранений, але повернувся на фронт, не зважаючи на те, що був визнаний інвалідом.

Маловисторопський сільськогосподарський технікум М. І. Стеблянко закінчив у серпні 1946 р. і був направлений на роботу до Устилузького району Волинської області. Спочатку він працював старшим, а згодом, – головним агрономом машинно-тракторної станції Устилузького району, а з 1 січня 1954 р. був призначений на посаду агронома-економіста.

У 1949 р. Михайло Іванович вступив до Київського сільськогосподарського інституту. У 1954 р. Київський сільськогосподарський інститут об'єднали з Київським лісогосподарським інститутом в один навчальний заклад – Українську ордена Трудового Червоного прапора сільськогосподарську академію. Академію М.І. Стеблянко закінчив у 1955 р. за спеціальністю агрономія з присвоєнням кваліфікації вченого агронома.

Після закінчення академії М.І. Стеблянко переїхав до с. Малий Вистороп Сумської області і був призначений на посаду викладача Маловисторопського сільськогосподарського технікуму, на якій пропрацював до серпня 1964 р. У цей час він поєднував роботу у технікумі з навчанням в аспірантурі Української сільськогосподарської академії. По закінченні аспірантури, 22 травня 1964 р. Михайло Іванович захистив дисертацію на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук.

З 1 вересні 1964 р., після обрання за конкурсом на посаду старшого викладача кафедри ботаніки, М. І. Стеблянко пов'язав своє життя з Сумським державним педагогічним інститутом ім. А. С. Макаренка. Одночасно з викладацькою діяльністю він здобував вищу педагогічну освіту: спочатку навчався на заочному відділені Сумського державного педагогічного інституту, а потім перевівся до Черкаського державного педагогічного інституту, який закінчив у 1966 р. за спеціальністю вчитель біології середньої школи із присвоєнням кваліфікації учителя біології і основ сільськогосподарського виробництва.

Михайло Іванович був всебічно обдарованою людиною. Він самостійно оволодів грою на акордеоні та гітарі, брав активну участь у художній самодіяльності, декламував та писав вірші, гарно співав. Він був обличчям кафедри ботаніки і природничого факультету. Його любили і поважали студенти й співробітники.

У 1965 р. М. І. Стеблянка обрали на посаду декана природничого факультету Сумського державного педагогічного інституту ім. А. С. Макаренка, на якій він працював до 1974 р. У квітні 1969 р. йому було присвоєне вчене звання доцента кафедри ботаніки Сумського державного педагогічного інституту ім. А. С. Макаренка. Як декан факультету Михайло Іванович опікувався розвитком біостаціонару «Вакалівщина», зробив значний особистий внесок у становлення і розвиток агробіологічної станції Сумського державного педагогічного інституту – плодового саду, колекційної ділянки, парникового господарства.

Михайло Іванович із натхненням займався організаційно-педагогічною та громадською діяльністю, які були спрямовані на виховання студентів, поширення природничо-наукових знань серед широкого кола природознавців і аматорів природи. Він був членом товариства «Знання» – громадської науково-просвітницької організації, успішно виступав з лекціями на природоохоронну тематику, постійно працював на курсах підвищення кваліфікації учителів.

З 1976 по 2000 рр. М. І. Стеблянко обіймав посаду завідувача кафедри ботаніки. Михайло Іванович викладав навчальні дисципліни «Ботаніка» й «Основи сільського господарства». Навіть у часи, коли українська мова зазнавала значних гонінь, він усі заняття проводив українською мовою. Окрему увагу приділяв рівню підготовки студентів, формуванню у них фундаментальних знань та практичних умінь для забезпечення успішної майбутньої педагогічної діяльності у школі та закладах вищої освіти.

Особливого значення М. І. Стеблянко надавав такому виду робіт як навчальна польова практика студентів. Михайло Іванович самостійно розробляв і постійно оновлював екскурсійні маршрути проходження практики, що дозволяло краще дослідити природу рідного краю. Під час аудиторних занять і польових практик він блискуче поєднував теорію з практикою, науку з поезією. Будучи людиною творчою і поетичною

він часто під час лекцій та екскурсій звертався до поезії, декламував вірші, підкреслюючи красу і велич рідної природи. Він і сам писав чудові вірші, часто їх декламував і це завжди викликало зацікавленість та повагу як у колег, так й у студентів.

М. І. Стеблянко відзначався працьовитістю та сумлінністю, його наукові інтереси були зосереджені в галузі агротехніки і селекції кукурудзи і ярої пшениці. У результаті проведеної ним селекційної роботи були отримані мутанти кукурудзи «Сумський 3», «Сумський 4» і «Сумський 5», за що 22 квітня 1983 р. М.І. Стеблянко отримав сертифікат від Всесоюзного науково-дослідного інституту рослинництва ім. М. І. Вавілова. Сертифікат засвідчував, що отримані мутанти передані до генетичної колекції ВІР, і що наданий матеріал має велику цінність як вихідний для селекції кукурудзи на ранньостиглість та високу продуктивність. Також він проводив дослідження, присвячені впливу хімічних мутагенів на властивості ярої пшениці.

У 1983 р. Михайло Іванович розпочав проведення досліджень природоохоронного спрямування. Під його керівництвом на кафедрі ботаніки виконувалися дві госпдоговірні науково-дослідні теми, за результатами яких М. І. Стеблянком була написана монографія «Розвиток агроценозів у зоні впливу викидів хімічних підприємств Лівобережної України» [13], що була депонована у 1986 р. У цій монографії вперше для північно-східної Україні наведені дані про вплив підприємств із виробництва фосфорних добрив на урожайність та якість урожаю кукурудзи і цукрових буряків. Отримані результати показали, що в зоні впливу аеротехногенних викидів хімічних підприємств суттєво зменшується урожайність сільськогосподарських культур і погіршується якісні показники урожаю.

3 квітня 1987 р. М. І. Стеблянку було присвоєне звання професора кафедри ботаніки. У 1989 р. Головним комітетом досягнень народного господарства за успіхи в економічному та соціальному розвитку Української РСР йому присвоєно звання Лауреата ВДНГ УРСР за природоохоронну роботу з врученням диплому ІІ ступеня.

Багаторічна самовіддана праця М. І. Стеблянка була високого оцінена на всеукраїнському та місцевому рівнях. Він неодноразово був відзначений грамотами та подяками. У 1972 р. нагороджений знаком «Відмінника народної освіти УРСР», у 1973 р. отримав подяку Міністерства СРСР за проведення Всесоюзної наради завідуючих кафедрами біологічних наук, у квітні 1974 р. – занесений на дошку пошани м. Суми, а у 1984 р. – нагороджений Почесною грамотою Міністерства освіти УРСР.

Творчий доробок Михайла Івановича включає 52 наукові статті й шість навчальних посібників, які й у наш час не втратили своєї практичної цінності. Їх використовують на біологічних, природничих, природничо-географічних факультетах педагогічних університетів України при викладанні таких навчальних курсів як ботаніка й основи сільського господарства [8-11; 14]. Ними керуються учителі біології у навчальній, позанавчальній, науково-дослідницькій роботі [15]. Нижче наведена коротка характеристика основних праць М. І. Стеблянка, які і сьогодні не втратили актуальності для середньої і вищої біологічної освіти.

Михайло Іванович разом із доцентом кафедри ботаніки СумДПУ Б. М. Польським є співавторами двох навчальних посібників, що мають відомчі рекомендації: «Основи сільськогосподарського виробництва» (1977) [8] рекомендований Міністерством освіти УРСР для студентів природничих факультетів педагогічних інститутів; «Основи сільського господарства» (1991) рекомендований Міністерством народної освіти УРСР для студентів природничо-географічних факультетів [9]. У цих посібниках детально розкриваються питання з ґрунтознавства, загального землеробства, меліорації, агрохімії, рослинництва, овочівництва, садівництва, тваринництва. Видання добре ілюстровані. Дані, що наведені у них, характеризують основні досягнення вітчизняного сільськогосподарського виробництва. Посібники також можуть використовуватися учителями біології закладів загальної середньої освіти.

У 1981 р. був виданий навчальний посібник для вчителів середніх шкіл «Ботаніка» (1981) [15], який містить довідковий матеріал про будову і фізіологічні особливості

рослинної клітини, анатомії, морфології і систематики різних груп рослин, їх екологічні особливості та значення у житті людини.

У навчальному посібнику «Основи сільського господарства. Практикум» (1-е видання – 1983 р., 2-ге видання – 1992 р.) наведені методики визначення фізико-хімічних властивостей ґрунтів, якості насіння, кормів, оцінки продуктивності сільськогосподарських тварин та інших показників, важливих для сільськогосподарського виробництва [10; 11]. Наведені у посібнику спрощені демонстраційні методи проведення лабораторних робіт можуть бути застосовані й в умовах закладів загальної середньої освіти. У другому виданні посібника наведено ботанічну характеристику видів сільськогосподарських рослин, охарактеризовано сорти рослин і породи тварин.

Навчальний посібник для студентів природничих факультетів педагогічних вищих навчальних закладів «Ботаніка. Анатомія і морфологія рослин» виданий М. І. Стеблянко у 1995 р. у співавторстві з викладачами кафедри ботаніки Сумського державного педагогічного університету ім. А. С. Макаренка – Н. Г. Закорко і К. Д. Гончаровою [14]. У посібнику висвітлені основні актуальні питання анатомії і морфології вищих рослин: особливості будови і функції рослинної клітини і рослинних тканин, подано детальну характеристику вегетативних і репродуктивних органів рослинних організмів. Окрему увагу приділено характеристиці основних етапів історії ботаніки, особливостям розмноження і відтворення всіх систематичних груп рослин, подано відомості про морфологічну еволюцію, екологічні групи та життєві форми рослин і їх роль у природі та житті людини.

Життєві інтереси Михайла Івановича були різнобічними, але найбільше він захоплювався поезією. Агроном за першою професією, він через все життя проніс любов до хліборобської праці та до поезії, в якій оспівувалася ця праця. Знав напам’ять і часто декламувала вірші В. Фірсова, Й.В. фон Гете, А. Фета, Т. Шевченка. С. Вергуна, С. Острового.

Останньою опублікованою роботою М. І. Стеблянка став навчальний посібник «Лірична ботаніка» (2002) [12]. Цей посібник рекомендований для студентів закладів вищої освіти та вчителів закладів середньої освіти. Але насправді він може зацікавити набагато ширше коло читачів, оскільки головна ідея, яка сповідується у ньому, – показати гармонійну, неподільну єдність людини, природи та поезії. Михайло Іванович вважав, що ботаніка допоможе ліриці проникнути в таємниці природи, а поезія озвучить та освіжить царство рослин, відкриє його неповторну красу. Цей посібник має глибоку мету, і тому для її досягнення автором було проаналізовано значну кількість літературних джерел як наукового, так і науково-популярного змісту, а також поетичних творів. «Лірична ботаніка» складається з чотирьох розділів, вміщує 65 віршів 38 авторів. У розділах у науково-популярному стилі з використанням вдало підібраних за змістом рядків з поетичних творів розкрито такі питання як: природа та рух, рослинний світ та його охорона, місце мистецтва в природоохоронній освіті і вихованні, хліб та поезія, ставлення дітей до природи та поезії тощо. Співавтор цього посібника, М. Н. Шнуренко, розкрив і пояснив психологічні аспекти впливу рослин на загальний стан людського організму. Посібник вдало доповнюють чудові ілюстрації, які підібрали син і дочка Михайла Івановича – Андрій та Ірина.

1 лютого 2008 р. Михайло Іванович пішов із життя, але залишилась світла пам’ять про нього як про інтелігентну, високоосвічену, високопрофесійну, доброзичливу людину.

**Висновки та перспективи подальших наукових розвідок.** Здійснене дослідження не вичерпує всіх аспектів окресленої теми. Науково-педагогічна спадщина М. І. Стеблянка знаходить відображення у науковій і педагогічній діяльності його учнів. Серед них чимало докторів і кандидатів біологічних і педагогічних наук, яким шлях до науки проклав особисто професор М. І. Стеблянко – фахівець з великої літери, високий професіонал, приклад для наслідування та взірець відданості своїй професії. Науково-педагогічний доробок Михайла Івановича вимагає подальшого нового осмислення і узагальнення. Перспективним напрямом подальших досліджень вважаємо створення узагальнюючої праці з історії становлення науково-природничої думки та природничої освіти на

Сумщині, оцінці та аналізу ролі у цьому процесі викладачів Сумського державного педагогічного університету імені А.С. Макаренка.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES


1. Дяченко, Л., Приходько, В. (2018). Стеблянко Михайло Іванович (17.11.2023–01.02.2008). Читання до 90-ї річниці з Дня народження Ніни Іванівни Дегтярьової і Бориса Миколайовича Польського та 95-ї річниці з Дня народження Михайла Івановича Стеблянка, 26 квітня 2018 р. (сс. 19–23). Суми: СумДПУ імені А. С. Макаренка. (Diachenko, L., Prykhodko, V. (2018). Steblianko Mykhailo Ivanovych (17.11.2023–01.02.2008). In Readings Dedicated to the 90th Anniversary of the Birthday of Nina Ivanivna Dehtiarova and Borys Mykolaiovych Polskyi and the 95th Anniversary of the Birthday of Mykhailo Ivanovych Steblianko, April 26, 2018. (pp. 19–23). Sumy: Sumy SPU named after A. S. Makarenko).
2. Закорко, Н. Г. (2009). Михайло Іванович Стеблянко педагог-учений. Матеріали восьмої Сумської обласної наукової історико-краєзнавчої конференції, 29–30 жовтня, 2009 : збірник наукових праць (сс. 223–226). Суми : Вид-во СДПУ ім. А. С. Макаренка. (Zakorko, N. H. (2009). Mykhailo Ivanovych Steblianko, teacher and scientist. Proceedings of the 8th Sumy regional scientific historical and local history conference, October 29–30, 2009: Collection of scientific papers. (pp. 223–226). Sumy: Sumy SPU named after A. S. Makarenko).
3. Закорко, Н. Г. (2010). Історія кафедри ботаніки Сумського державного педагогічного університету ім. А. С. Макаренка. До 80-річчя з дня заснування. Суми : Редакційно-видавничий відділ СДПУ ім. А. С. Макаренка. (Zakorko, N. H. (2010). History of the Botany Department of Sumy State Pedagogical University named after A. S. Makarenko. To the 80th anniversary of the foundation. Sumy: Sumy SPU named after A. S. Makarenko).
4. Корж, Л. В. (1999). Історія становлення і розвитку Сумського державного педагогічного університету ім. А. С. Макаренка. Суми: Редакційно-видавничий відділ СДПУ ім. А. С. Макаренка. (Korzh, L. V. (1999). The history of formation and development of Sumy State Pedagogical University named after A. S. Makarenko. Sumy: Sumy SPU named after A. S. Makarenko.
5. Коршикова, К. (2018). Михайло Іванович Стеблянко «Лірична ботаніка». Читання до 90-ї річниці з Дня народження Ніни Іванівни Дегтярьової і Бориса Миколайовича Польського та 95-ї річниці з Дня народження Михайла Івановича Стеблянка, 26 квітня 2018 р. (сс. 27–29). Суми: СумДПУ імені А. С. Макаренка (Korshikova, K. (2018). Mykhailo Ivanovych Steblianko “Lyrical Botany”. In Readings Dedicated to the 90th Anniversary of the Birthday of Nina Ivanivna Dehtiarova and Borys Mykolaiovych Polskyi and the 95th Anniversary of the Birthday of Mykhailo Ivanovych Steblianko, April 26, 2018. (pp. 27–29). Sumy: Sumy SPU named after A. S. Makarenko).
6. Особова справа викладача кафедри ботаніки М. І. Стеблянко. Архів Сумського державного педагогічного університету ім. А. С. Макаренка. Суми, ф. р2817, оп. 2-ОБ спр. 2885, 87 арк. (Personal file of M. I. Steblyanko, a Lecturer of the Department of Botany. Archive of Sumy State Pedagogical University named after A. S. Makarenko. Sumy).
7. Осташевський, М. Л. (2019). Макаренківська alma mater. Суми: Видавництво «Університетська книга». (Ostashevskyi, M. L. (2019). Makarenko Alma Mater. Sumy: Publishing House “Universytetska knyha”).
8. Польський, Б. М., Стеблянко, М. І., Чмир, Р. Д., Яворський, В. С. (1977). Основи сільськогосподарського виробництва. Київ : Вища школа. (Polskyi, B. M., Steblianko, M. I., Chmyr, R. D., Yavorskyi, V. S. (1977). Basics of agricultural production. Kyiv: Publishing House “Vyshcha shkola”).
9. Польський, Б. М., Стеблянко, М., І. Чмир, Р. Д., Яворський, В. С. (1991). Основи сільського господарства. Київ : Вища школа. (Polskyi, B. M., Steblianko, M. I., Chmyr, R. D., Yavorskyi, V. S. (1991). Basics of agricultural production. Kyiv: Publishing House “Vyshcha shkola”).
10. Польський, Б. М., Стеблянко, М. І., Чмир, Р. Д., Яворський, В. С. (1983). Основи сільського господарства. Практикум. Київ : Вища школа. (Polskyi, B. M., Steblianko,

M. I., Chmyr, R. D., Yavorskyi, V. S. (1983). Basics of agriculture. Practicum. Kyiv: Publishing House "Vyshcha shkola").

11. Польський, Б. М., Стеблянко, М. І., Чмир, Р. Д., Яворський, В. С. (1992). Основи сільського господарства. Практикум. Київ : Вища школа. (Polskyi, B. M., Steblianko, M. I., Chmyr, R. D., Yavorskyi, V. S. (1992). Basics of agriculture. Practicum. Kyiv: Publishing House "Vyshcha shkola").
12. Стеблянко, М. И., Стеблянко, А. М., Шнуренко, М. Н. (2001). Лирическая ботаника : учебное пособие для студентов вузов и учителей школы. Суми: Видавництво «Університетська книга». (Steblianko, M. I., Steblianko, A. M., Shnurenko, M. N. (2001). Lyrical botany: a textbook for university students and school teachers. Sumy: Publishing House "Universytetska knyha").
13. Стеблянко, М. І. (1986). Розвиток агроценозів у зоні впливу викидів хімічних підприємств Лівобережної України : монографія. Суми: СДПІ ім. А. С. Макаренка. (Steblianko, M. I. (1986). Development of agrocenoses in the zone of influence of emissions from chemical enterprises of the Left Bank of Ukraine: Monograph. Sumy SPI named after A. S. Makarenko).
14. Стеблянко, М. І., Закорко, Н. Г., Гончарова, К. Д. (1995). Ботаніка. Анатомія і морфологія рослин : навчальний посібник для студентів природничих факультетів педагогічних навчальних закладів. Київ: Вища школа. (Steblianko, M. I., Zakorko, N. H., Honcharova, K. D. (1995). Botany. Anatomy and morphology of plants: a study guide for students of natural sciences faculties of pedagogical educational institutions. Kyiv: Publishing House "Vyshcha shkola").
15. Стеблянко, М. І., Ковтун, В. А., Морозюк, С. С. (1981). Ботаніка: посібник для вчителів. Київ: Радянська школа. (Steblianko, M. I., Kovtun, V. A., Moroziuk, S. S. (1981). Botany: a guide for teachers. Kyiv: Publishing House "Soviet School").
16. Хандюк, Т. В. (2018). Науково-педагогічна діяльність Михайла Івановича Стеблянка. Читання до 90-ї річниці з Дня народження Ніни Іванівни Дегтярьової і Бориса Миколайовича Польського та 95-ї річниці з Дня народження Михайла Івановича Стеблянка, 26 квітня 2018 р. (сс. 24–26). Суми: СумДПУ імені А. С. Макаренка (Khandyuk, T. V. (2018). Scientific and pedagogical activities of Mykhailo Ivanovych Steblianko. In Readings Dedicated to the 90th Anniversary of the Birthday of Nina Ivanivna Dehtiarova and Borys Mykolaiovych Polskyi and the 95th Anniversary of the Birthday of Mykhailo Ivanovych Steblianko, April 26, 2018. (pp. 24–26). Sumy: Sumy SPU named after A. S. Makarenko).

**Vakal A. P., Lytvynenko Yu. I. The scientific and pedagogical heritage of Professor Mykhailo Ivanovych Steblianko (to the 100th anniversary of his birth)**

***Summary.*** *The article highlights the main stages of the life path and analyzes the scientific and pedagogical heritage of Mykhailo Ivanovych Steblianko (1923-2008), candidate of agricultural sciences, professor of the Department of Botany of Natural-Geographical Faculty of Sumy State Pedagogical University named after A. S. Makarenko. It is noted that M. I. Steblianko is the author of more than 50 scientific and methodological works (study guides, practicums, methodological recommendations, articles in scientific collections and periodicals), which are still relevant in the organization of higher and secondary biological education in Ukraine. These works are devoted to the issues of theory, practice and teaching methods of botany, the basics of agriculture and nature conservation in institutions of higher education of the pedagogical profile, as well as biology in institutions of general secondary education. The analysis of the following works by M. I. Steblianko is carried out: "Basics of agricultural production" (1977), "Botany" (1981), "Development of agrocenoses in the zone of influence of emissions from chemical enterprises of the Left Bank of Ukraine" (1986), "Basics of agricultural production" (1991), "Basics of agricultural production" (1991), "Basics of agriculture. Practicum" (1982, 1992), "Botany. Anatomy and morphology of plants" (1995), "Lyrical botany" (2001).*

***Key words:*** *scientific and pedagogical heritage, history of the Natural-Geographical Faculty, scientists of SumSPU named after A. S. Makarenko, education and science of Sumy region, outstanding figures of Sumy region, biology teacher training, botany, basics of agriculture.*

## ЗМІСТ

**РОЗДІЛ 1. АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ НАВЧАННЯ ДИСЦИПЛІН ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ В ШКОЛІ ТА ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ РІЗНИХ РІВНІВ АКРЕДИТАЦІЇ ..... 5**

АКУЛЕНКО І. А., ПОБІРЧЕНКО Г. Б. РОЗГОРТАННЯ ЗМІСТУ З ОСНОВ МАТЕМАТИЧНОЇ СТАТИСТИКИ У МАТЕМАТИЧНІЙ ПІДГОТОВЦІ УЧНІВ БАЗОВОЇ ШКОЛИ В ОБ'ЄДНАНИХ АРАБСЬКИХ ЕМІРАТАХ ..... 5

БАБЕНКО О. М., АРТЕМЕНКО Ю. Є., ТЕРЕЩЕНКО Т. В. РОЛЬ ФОРМУВАЛЬНОГО ОЦІНЮВАННЯ У ПІДВИЩЕННІ МОТИВАЦІЇ ДО НАВЧАННЯ ХІМІЇ ..... 11

ВІЙЧУК Т. І., СТАСІВ Н. І. ПРОПЕДЕВТИКА ВИВЧЕННЯ ЧАСТИН ТА ДРОБІВ У ПОЧАТКОВОМУ КУРСІ МАТЕМАТИКИ ..... 17

ДЗИГАРСЬКА Н. С., КОРОЛЬСЬКИЙ В. В., МИХАЙЛОВА Я. А., ТУРАЄВА О. В. ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ПРИ ВИВЧЕННІ ТЕМИ «ЧИСЛОВІ ПОСЛІДОВНОСТІ» УЧНЯМИ ЛІЦЕЇВ ..... 22

КОРОЛЬСЬКИЙ В. В., МИХАЙЛОВА Я. А. ПОБУДОВА І ДОСЛІДЖЕННЯ ЧИСЛОВИХ РЯДІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗАДАНОЇ ГЕОМЕТРИЧНОЇ МОДЕЛІ ТА КОМБІНАЦІЇ РЯДІВ $n = 1\infty 1n$ І $n = 1\infty 12n - 1$ ..... 32

НИКИФОРЧИН І. В. ЗАДАЧІ ФІНАНСОВОЇ МАТЕМАТИКИ ТА ЇХ ВПРОВАДЖЕННЯ В ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ ..... 39

**РОЗДІЛ 2. СПРЯМОВАНІСТЬ НАВЧАННЯ ДИСЦИПЛІН ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ НА РОЗВИТОК ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ УМІНЬ ТА ТВОРЧИХ ЗДІБНОСТЕЙ УЧНІВ ТА СТУДЕНТІВ ..... 46**

АВДЄЄВА Т. В., КУШЛИК-ДИВУЛЬСЬКА О. І., ІЛЛІЧЕВА Л. М. ЗИМОВА МАТЕМАТИЧНА ШКОЛА. ПОЗАШКІЛЬНЕ ДОЗВІЛЛЯ ..... 46

ВОЄВОДА А. Л. АНАЛІЗ ПРОГРАМ ДЛЯ РОБОТИ ЗІ ЗДІБНИМИ ДО МАТЕМАТИКИ УЧНЯМИ В ПОЗАШКІЛЬНІЙ ОСВІТІ В ІЗРАЇЛІ ..... 57

ГРАМАТИК Н. В. ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТІ З БІОЛОГІЇ МАЙБУТНІХ БАКАЛАВРІВ ПРИРОДНИЧИХ НАУК: СИСТЕМА КОНСТРУКТИВНИХ МЕТОДОЛОГІЧНИХ ПІДХОДІВ ..... 63

КРАМАРЕНКО Т. Г., ПИЛИПЕНКО О. С. ВИКОРИСТАННЯ STEM-ПІДХОДІВ У НАВЧАННІ МАТЕМАТИКИ СТУДЕНТІВ ЗАКЛАДІВ ФАХОВОЇ ПЕРЕДВИЩОЇ ОСВІТИ ..... 74

ЛЕБЕДИНЕЦЬ Н. І., БАБЕНКО О. М., ЛЕБЕДИНЕЦЬ С. П. STEM-ОСВІТА ЯК ВАЖЛИВИЙ ЧИННИК КОМПЕТЕНТНІСНОГО НАВЧАННЯ ХІМІЇ ..... 84

НАСТЕЧИК А. Р., МІРОНЕЦЬ Л. П. МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ ВІДЕОСКРАЙБІНГУ З МЕТОЮ СТИМУЛЯЦІЇ ПІЗНАВАЛЬНОГО ІНТЕРЕСУ В УЧНІВ 8-9 КЛАСІВ ДО ВИВЧЕННЯ БІОЛОГІЇ ..... 90

СЕЛЕЗНЬОВА Н. П., КУШЛИК-ДИВУЛЬСЬКА О. І. КРИВІ ДРУГОГО ПОРЯДКУ. КАНОНІЧНИЙ ВИГЛЯД ..... 96

**РОЗДІЛ 3. ПРОБЛЕМА УДОСКОНАЛЕННЯ ПІДГОТОВКИ ВЧИТЕЛІВ ПРЕДМЕТІВ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ ..... 108**

КОНДРАШОВА Л. В., КОНДРАШОВ М. М. УПРАВЛІННЯ СТРУКТУРУВАННЯМ ЗМІСТУ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ПЕДАГОГІВ У СИСТЕМІ УНІВЕРСИТЕТСЬКОЇ ОСВІТИ ..... 108

**РОЗДІЛ 4. ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНИЙ СУПРОВІД РОЗВИТКУ ТВОРЧОЇ ОСОБИСТОСТІ В ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ДИСЦИПЛІН ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ ..... 116**

ІЩЕНКО Г. В. МЕТОДИЧНІ ВИМОГИ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ З СЛАБКОВСТИГАЮЧИМИ УЧНЯМИ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ ..... 116

**МОТОРІНА В. Г., ПАПАЧ О. І. ДЕЯКІ АСПЕКТИ МЕТОДИКИ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ ДО ФОРМУВАННЯ ПІДПРИЄМЛИВОСТІ ТА ФІНАНСОВОЇ ГРАМОТНОСТІ УЧНІВ БАЗОВОЇ ШКОЛИ ..... 123**

**ПУХНО С. В. ФОРМУВАННЯ КОНФЛІКТОЛОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ЯК СКЛАДОВОЇ КОНФЛІКТОЛОГІЧНОЇ КУЛЬТУРИ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ - МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІН «ПСИХОЛОГІЯ» І «ПСИХОЛОГІЯ ОСВІТИ» В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ ..... 134**

**ТАРАСЕНКОВА Н. А. ЗАСОБИ ФОРМУВАЛЬНОГО ОЦІНЮВАННЯ У НАВЧАННІ МАТЕМАТИКИ ..... 142**

**ЧАШЕЧНИКОВА О. С., ПЛЕЧІЙ Я. О. СПЕЦИФІКА НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ У ЛІЦЕЯХ СПОРТИВНОГО ПРОФІЛЮ ..... 150**

**СТОРІНКА ПАМ'ЯТІ ..... 16161**

**ВАКАЛ А. П., ЛИТВИНЕНКО Ю. І. НАУКОВА І ПЕДАГОГІЧНА СПАДЩИНА ПРОФЕСОРА МИХАЙЛА ІВАНОВИЧА СТЕБЛЯНКА (ДО 100-РІЧЧЯ ВІД ДНЯ НАРОДЖЕННЯ) ..... 161**

## CONTENTS

**SECTION 1. CURRENT ISSUES ENHANCE LEARNING DISCIPLINES NATURAL MATHEMATICAL CYCLE IN SCHOOLS AND VOCATIONAL EDUCATION..... 5**

**AKULENKO I. A., POBIRCHENKO H. B., REPRESENTATION OF THE FUNDAMENTALS OF MATHEMATICAL STATISTICS IN THE MATHEMATICAL CURRICULUM FOR THE MIDDLE SCHOOL IN THE UNITED ARAB EMIRATES ..... 5**

**BABENKO O. M., ARTEMENKO YU. O., TERESHCHENKO T. V. THE VALUE OF FORMATIVE ASSESSMENT IN INCREASING MOTIVATION TO STUDY CHEMISTRY ..... 11**

**VIICHUK T. I., STASIV T. I. PROPEDEUTICS OF THE STUDY OF PARTS AND FRACTIONS IN THE ELEMENTARY COURSE OF MATHEMATICS..... 17**

**DZYHARSKA N. S., KOROLSKIY V. V., MYKHAILOVA Y. A., TURAIEVA O. V. APPLICATION OF GEOMETRIC MODELS WHEN STUDYING THE SUBJECT «NUMBER SEQUENCES» BY LYCEUM STUDENTS..... 22**

**KOROLSKIY V. V., MYKHAILOVA Y. A. CONSTRUCTION AND RESEARCH OF NUMERICAL SERIES USING A GIVEN GEOMETRIC MODEL AND A COMBINATION OF SERIES $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{n}$ AND $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{2^{n-1}}$ ..... 32**

**NYKYFORCHYN I. V. PROBLEMS OF FINANCIAL MATHEMATICS AND THEIR IMPLEMENTATION IN INSTITUTIONS OF GENERAL SECONDARY EDUCATION..... 39**

**SECTION 2. ORIENTATION TRAINING DISCIPLINES OF NATURAL AND MATHEMATICAL CYCLE ON DEVELOPMENT OF INTELLECTUAL SKILLS AND CREATIVE ABILITIES STUDENTS..... 46**

**AVDIEIEVA T. V., KUSHLYK-DYVULSKA O. I., ILLICHEVA L. M. WINTER MATHEMATICS SCHOOL. OUT OF SCHOOL LEAVE LEASURE ..... 46**

**VOIEVODA A. AN ANALYSIS OF PROGRAMMES FOR WORKING WITH MATHEMATICALLY TALENTED STUDENTS IN OUT-OF-SCHOOL EDUCATION IN ISRAEL ..... 57**

**HRAMATYK N. V. FORMATION OF BIOLOGY COMPETENCE OF FUTURE BACHELOR OF NATURAL SCIENCES: A SYSTEM OF CONSTRUCTIVE METHODOLOGICAL APPROACHES ..... 63**

**KRAMARENKO T. H., PYLYPENKO O. S. THE USE OF STEM-APPROACHES IN TEACHING MATHEMATICS OF STUDENTS OF PROFESSIONAL HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS..... 74**

**LEBEDINETS N. I., BABENKO O. M., LEBEDINETS S. P. STEM-EDUCATION AS AN IMPORTANT FACTOR OF COMPETENT TEACHING OF CHEMISTRY ..... 84**

**NASTECHYK A. R., MIRONETS L. P. METHODS OF USING VIDEO SCRIPTING WITH THE PURPOSE OF STIMULATING COGNITIVE INTEREST IN THE STUDENTS OF 8-9 GRADES IN THE STUDY OF BIOLOGY ..... 90**

**SELEZNOVA N. P., KUSHLYK-DYVULSKA O. I. SECOND-ORDER CURVES. CANONICAL FORM... 96**

**SECTION 3. PROBLEMS OF IMPROVING THE PREPARATION OF TEACHERS AN OBJECT OF MATHEMATICAL CYCLE ..... 108**

**KONDRASHOVA L. V., KONDRASHOV M. M. MANAGEMENT STRUCTURE FOR PROFESSIONAL TRAINING OF FUTURE TEACHERS IN THE UNIVERSITY EDUCATION SYSTEM..... 108**

**SECTION 4. PSYCHOLOGICAL AND PEDAGOGICAL SUPPOR OF PERSONALITY DEVELOPMENT IN THE PROCESS OF TEACHING THE DISCIPLINES OF THE NATURAL-MATHEMATICAL CYCLE.....116**

**ISHCHENKO H. V. METHODOLOGICAL REQUIREMENTS FOR THE ORGANIZATION OF THE EDUCATIONAL PROCESS WITH LOW ACHIEVING STUDENTS IN MATHEMATICS LESSONS..... 116**

**MOTORINA V. G., PAPACH O. I. SOME ASPECTS OF THE METHODS OF TRAINING FUTURE TEACHERS OF MATHEMATICS FOR THE FORMATION OF ENTREPRENEURSHIP AND FINANCIAL LITERACY OF PRIMARY SCHOOL STUDENTS ..... 123**
**PUKHNO S. V. THE FORMATION OF CONFLICTOLOGY COMPETENCE AS A COMPONENT OF THE CONFLICTOLOGY CULTURE OF HIGHER EDUCATION STUDENTS – FUTURE TEACHERS DURING THE STUDY OF THE DISCIPLINES "PSYCHOLOGY" AND "EDUCATION PSYCHOLOGY" UNDER THE CONDITIONS OF DISTANCE LEARNING ..... 134**
**TARASENKOVA N. MEANS OF FORMATIVE ASSESSMENT IN TEACHING MATHEMATICS ..... 142**
**CHASHECHNIKOVA O., PLECHIY J. SPECIFICITY OF MATHEMATICS TEACHING IN SPORTS LYCEUMS ..... 150**

**MEMORY PAGE ..... 161**

**VAKAL A. P., LYTVYNENKO YU. I. THE SCIENTIFIC AND PEDAGOGICAL HERITAGE OF PROFESSOR MYKHAILO IVANOVYCH STEBLIANKO (TO THE 100TH ANNIVERSARY OF HIS BIRTH) ..... 161**

## АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК

**А**

**Авдєєва Т. В.** .....46
**Акуленко І. А.** .....5
**Артеменко Ю. Є.** .....11

**Б**

**Бабенко О. М.** .....11, 84

**В**

**Вакал А. П.** .....161
**Війчук Т. І.** .....17
**Воєвода А. Л.** .....57

**Г**

**Граматик Н. В.** .....63

**Д**

**Дзигарська Н. С.** .....22

**І**

**Іллічева Л. М.** .....46
**Іщенко Г. В.** .....116

**К**

**Кондрашов М. М.** .....108
**Кондрашова Л. В.** .....108
**Корольський В. В.** .....22, 32
**Крамаренко Т. Г.** .....74
**Кушлик-Дивульська О. І.** .....46, 96

**Л**

**Лебединець Н. І.** ..... 84
**Лебединець С. П.** ..... 84
**Литвиненко Ю. І.** ..... 161

**М**

**Михайлова Я. А.** ..... 22, 32
**Міронець Л. П.** ..... 90
**Моторіна В. Г.** ..... 123

**Н**

**Настечик А. Р.** ..... 90
**Никифорчин І. В.** ..... 39

**П**

**Папач О. І.** ..... 123
**Пилипенко О. С.** ..... 74
**Плечій Я. О.** ..... 150
**Побірченко Г. Б.** ..... 5
**Пухно С. В.** ..... 134

**С**

**Селезньова Н. П.** ..... 96
**Стасів Н. І.** ..... 17

**Т**

**Тарасенкова Н. А.** ..... 142
**Терещенко Т. В.** ..... 11
**Тураєва О. В.** ..... 22

**Ч**

**Чашечникова О. С.** ..... 150

**Наукове видання**

# АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОЇ ОСВІТИ

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**

Виходить двічі на рік

Заснований у жовтні 2012 року

Випуск 2(22), 2023

*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 27.11.2023.
Формат 60х84/8. Гарнітура Times New Roman.
Папір офсетний. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 18,95.
Ум. фарб.-відб. 18,95. Обл.-вид. арк. 16,23.
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**