

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Бердянський державний педагогічний університет

**ЗБІРНИК ТЕЗ
НАУКОВИХ ДОПОВІДЕЙ
ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ
БЕРДЯНСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО
ПЕДАГОГІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ**

на Днях науки 12 травня 2026 року



Том 3.
Природничі науки

Запоріжжя
2026

УДК 37.01(06)
ББК 74я5

- 3 41** Збірник тез наукових доповідей здобувачів вищої освіти Бердянського державного педагогічного університету на Днях науки 12 травня 2026 року. Том 3. Природничі науки. Запоріжжя : БДПУ, 2026. 159 с.

Друкується за рішенням вченої ради
Бердянського державного педагогічного університету.
Протокол № 13 від 30.04.2026 р.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Богданов Ігор Тимофійович – д.пед.н., проф., ректор, головний редактор; **Сичікова Яна Олександрівна** – д.техн.н., проф., проректор з наукової роботи, відповідальний редактор; **Богданова Марина Миколаївна** – к.філол.н., доц., декан соціально-гуманітарного факультету; **Жигір Вікторія Іванівна** – д.пед.н., проф., декан факультету фізико-математичної, комп'ютерної та технологічної освіти; **Линдіна Євгенія Юріївна** – к.пед.н., доц., декан факультету дошкільної, спеціальної та соціальної освіти; **Лесик Анжеліка Сергіївна** – к.пед.н., доц., декан факультету психолого-педагогічної освіти та мистецтв; **Кушнірюк Сергій Георгійович** – к.н. з фіз. вих. та спорту, проф., декан факультету фізичної культури, спорту та здоров'я людини.

У збірнику тез наукових доповідей здобувачів вищої освіти Бердянського державного педагогічного університету друкуються матеріали виступів на Днях науки університету 12 травня 2026 року. У публікаціях розглядаються актуальні проблеми природничих і технічних дисциплін та методики їх викладання.

© Бердянський державний педагогічний університет

ЗМІСТ

МАТЕМАТИКА ТА МЕТОДИКА НАВЧАННЯ

ГРИГОРУК Сергій. Розв'язування систем рівнянь з параметром засобами СКА Maxima	6
ІВАНЮШ Денис. Реалізація прикладної спрямованості вищої математики у підготовці студентів електромеханічного профілю педагогічних університетів	9
КОВАЛЕНКО Марія. Розподіл нетривіальних нулів дзета-функції Рімана: сучасний стан проблеми	14
МАКСИМЕНКО Максим. Програма динамічної математики Desmos: її можливості у навчанні математики	16
НЕТИКША Кирило. Використання інструментів штучного інтелекту у підготовці уроків математики в старшій школі: педагогічні можливості, ризики та перспективи	19
НЕТИКША Кирило. STEM-освіта в закладах загальної середньої освіти України в умовах воєнного стану: виклики та перспективи розвитку	22
ПЕТРЕНКО Даяна. Застосування онлайн-дошки Gynzy при розв'язуванні задач з геометрії	24
ПЕТРЕНКО Даяна. Використання Canva під час навчання математики	27
САРАКА Ганна. Використання елементів STEM-освіти на уроках математики	30
СОЛОМКА Діана. Активізація навчально-пізнавальної діяльності засобами інтерактивних дошок	33
ТОНКИХ Дар'я. Аналіз можливостей сервісу Desmos для розв'язування задач з параметрами	35
ШИТКО Карина. Зв'язок дзета-функції Рімана з квантовим хаосом та рівняннями енергії	39

ФІЗИКА ТА МЕТОДИКА НАВЧАННЯ

АЛЕЙКІН Олександр. Оптична система ока людини як об'єкт міжпредметної інтеграції фізики та біології	41
БЕРЕЗОВСЬКИЙ Ігор. Нанотехнології у сучасній фізиці	43
ГЕВКО Богдан. Квантові технології нового покоління: стан та перспективи розвитку	46
ДОРОГАВЦЕВА Дар'я. Інтерактивні методи навчання механіки в загальноосвітній школі	49
КОВАЛЬСЬКА Надія. Фізичні явища в харчових технологіях як основа компетентісно зорієнтованого навчання фізики	50

КОЛІСНИЧЕНКО Дарія. Методика застосування мобільних технологій для візуалізації фізичних явищ у старшій школі	53
КОРОПЕЦЬКИЙ Ярослав. Проблемне навчання фізики як засіб розвитку творчих здібностей учнів	56
КОРОПЕЦЬКИЙ Ярослав. Ісаак Ньютон та Роберт Гук: битва за фундамент класичної фізики	60
КОСТЮК Ілона. Самостійна робота учнів при вивченні механіки в середній школі	63
КУЛИК Владислав. Методичні особливості розв'язання математичних завдань з фізичним контекстом для 7-9 класів	65
КУЧАЙ Ігор. Хвильова функція: інтерпретація та властивості	70
ЛЕЩИК Юрій. Розвиток логічного мислення учнів старшої школи у навчанні фізики	73
ЛЕЩИК Юрій. Поновлювальні джерела енергії в Україні: стан, перспективи та виклики	77
МАЛЯРЕНКО Іван. Академік Олександр Галкін – видатний український фізик з Бердянська	79
МЕДВЕДЕНКО Олександр. «Війна струмів»: історичне протистояння, що змінило світ	83
ПАШКОВСЬКИЙ Микола. Нанотехнології: від ідеї до цивілізаційного прориву	86
РОЖОВИК Віталій. Перетворення Фур'є: математика сигналів і спектрального аналізу	88
СПАРТЕСНА Альона. Навчальний фізичний експеримент як засіб формування пізнавального інтересу учнів 7 класу	92
СТРІЛЕЦЬ Владислав. Оптичні наночіпи нового покоління	95
ЦИКАЛО Павло. Поєднання традиційного та віртуального експерименту як умова ефективного навчання фізики	98
КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ В УПРАВЛІННІ ТА НАВЧАННІ	
ГРИПІЧ Дар'я. Архітектурні підходи до синхронізації гетерогенних сервісів та дедуплікації запитів у корпоративних інформаційних системах	102
МОЛЧАНОВ Віктор. Впровадження проміжного програмного забезпечення для гетерогенних баз даних у малих та середніх підприємствах	104
СИДОРЕНКО Олександр. Поєднання класичної статистики та сучасних інструментів Data Science в аналізі великих масивів даних	108
ТЕРЗІ Максим. Аналіз впливу соціально-демографічних факторів на економічні показники з використанням алгоритмів машинного навчання	110

**ПРОФЕСІЙНА ОСВІТА, ТРУДОВЕ НАВЧАННЯ ТА
ТЕХНОЛОГІЇ**

- ДМУХАЙЛО Софія.** Фізико-механічні аспекти деформації металу в процесі ручного рубання та правлення 113
- КРАШОЦОК Євген.** Оптимізація режимів ручного різання та обпилювання конструкційних матеріалів 114
- КУРОЧКА Валерія.** Розвиток креативного мислення під час вивчення технологій в'язання виробів гачком 117
- ТИТАР Олена.** Вивчення макраме як засіб для розвитку креативного мислення учнів 119
- ЯРОПОВЕЦЬКИЙ Олександр.** Використання японської вишивки під час організації гурткової роботи 122

**АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ БІОЛОГІЇ, ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ,
ФІЗИЧНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ ТА ЕКОЛОГІЇ**

- АНТОНЕНКО Євген.** Концептуальні основи гейміфікації під час проведення уроків фізичної культури онлайн 124
- ЄВТУШЕНКО Олександра.** Розвиток мотивації та творчих здібностей учнів у процесі навчання біології 128
- ІВАНИНА Лариса.** Інтерактивні методи навчання та їх використання на уроках основ здоров'я 130
- КОВАЛЬ Аліна.** Екологічне виховання як один із засобів досягнення цілей сталого розвитку 134
- КОВІНЬКІНА Аліна.** Біологічні механізми стресу та їх вплив на організм підлітків 136
- КОЗИНЕЦЬ Катерина.** Використання нетрадиційних методів навчання на уроках біології та основ здоров'я 140
- ШТАНЬКО Ніна.** Інтерактивні методи навчання техніці волейболу в умовах дистанційної освіти НУШ 144
- ШТАНЬКО Ніна.** Формування ключових компетентностей учнів ліцею засобами модульного навчання НУШ з фізичної культури в умовах дистанційного навчання 147

ТЕОРІЯ ТА МЕТОДИКА ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ

- БАЛУЄВА Єлизавета.** Особливості організації фізичного виховання в умовах дистанційного навчання 151
- СТАДНИЧЕНКО Віра.** Організаційно-методичні засади використання різновидів оздоровчої фізичної культури у фізичному вихованні різних груп населення 154
- ХАЦЬКО Анна.** Роль гімнастичних вправ у підтримці фізичного здоров'я студентів 156

МАТЕМАТИКА ТА МЕТОДИКА НАВЧАННЯ

Сергій ГРИГОРУК,

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти 1 курсу факультету фізико-математичної, комп'ютерної та технологічної освіти

Науковий керівник: **Юлія ДЕРЯБІНА,**

асистент (БДПУ)

РОЗВ'ЯЗУВАННЯ СИСТЕМ РІВНЯНЬ З ПАРАМЕТРОМ ЗАСОБАМИ СКА МАХІМА

Актуальність дослідження. Сучасна освіта все активніше використовує комп'ютерні технології на заняттях з математики. Програми для символічних обчислень допомагають студентам краще засвоювати матеріал, самостійно перевіряти розрахунки та зосереджуватися на розумінні задачі, а не на рутинній арифметиці.

Задачі з параметрами є невід'ємною складовою математичного моделювання у фізиці, економіці та технічних науках. Їх складність полягає у необхідності поєднання технічних обчислювальних навичок із глибоким логічним аналізом. Традиційне аналітичне розв'язування таких задач часто є надто громіздким, що підвищує ризик механічних помилок. Використання систем комп'ютерної алгебри (СКА), зокрема вільної системи Махіма, дозволяє автоматизувати рутинні перетворення, забезпечуючи високу точність символічних обчислень та можливість візуалізації результатів.

Питанням використання СКА у навчанні математики присвячено чимало праць. Теоретичні основи застосування Махіма як інструменту комп'ютерно-орієнтованого навчання закладено у працях С. Семерікова, І. Теплицького та С. Шокалюка [3]: автори показують, що система добре підходить для дистанційного навчання та самостійної роботи. Практичний бік питання – як саме використовувати Махіма для задач математичного аналізу та лінійної алгебри – детально розкриває Д. Шваліковський у навчальному посібнику [5].

Досвід впровадження програми в українських університетах вивчали Г. Алексєєва та Д. Овчаренко [1]: їхні спостереження свідчать, що студенти, які працюють з Махіма, більше уваги приділяють аналізу задачі, а не технічним обчисленням. Окремо Ю. Дерябіна та Н. Кравченко [2] дослідили мобільний застосунок Махіма і встановили, що самостійне введення команд спонукає студентів усвідомлено будувати алгоритм розв'язування, а не просто копіювати готовий результат.

Водночас у розглянутих дослідженнях Махіма розглядається переважно як інструмент для загального курсу математики. Питання її

застосування саме для розв'язування систем рівнянь з параметром – задач, де потрібен повний аналітичний аналіз залежно від значення параметра – окремо не вивчалось. Це і визначає актуальність пропонуваного дослідження.

Метою дослідження є аналіз можливостей СКА Maxima для розв'язування систем лінійних рівнянь з параметром та виявлення переваг її використання порівняно з традиційним аналітичним підходом.

Методи дослідження: аналіз, синтез та узагальнення інформації, вивчення й аналіз наукової літератури.

Сутність дослідження: СКА Maxima є інструментом для символічних та числових обчислень, що дозволяє працювати з диференціюванням, інтегруванням, матричною алгеброю та системами лінійних рівнянь [4]. Головною перевагою системи в контексті завдань із параметрами є її здатність оперувати символічними виразами в аналітичній формі, забезпечуючи високу точність результатів без накопичення похибок округлення, характерних для чисельних методів.

У межах дослідження було проаналізовано систему чотирьох лінійних рівнянь із параметром p , що входить до головної діагоналі матриці коефіцієнтів та правої частини системи:

$$\begin{cases} px_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 1 \\ x_1 + px_2 + x_3 + x_4 = p \\ x_1 + x_2 + px_3 + x_4 = p^2 \\ x_1 + x_2 + x_3 + px_4 = p^3 \end{cases}$$

Процес розв'язування системи лінійних рівнянь у середовищі Maxima було реалізовано через послідовне виконання аналітичних операцій (рис. 1). На початковому етапі за допомогою оператора присвоєння було сформовано масив рівнянь *eq1, eq2, eq3, eq4*, що дозволило структурувати вхідні дані для подальшої обробки. Використання функції *coefmatrix* забезпечило автоматичну генерацію матриці коефіцієнтів A , що є критично важливим для дослідження систем високих порядків, де ручне виокремлення коефіцієнтів часто призводить до помилок.

Ключовим етапом аналізу стало обчислення детермінанта матриці в символічному вигляді. Отриманий за допомогою функції *determinant(A)* поліном дозволив провести повне дослідження розв'язування системи залежно від параметра p . Шляхом застосування команди *solve (d=0, p)* було встановлено критичні значення $p = -3$ та $p = 1$, за яких матриця системи стає виродженою. Завершальним етапом стало знаходження загального розв'язку системи в аналітичній формі, що дозволило отримати значення невідомих x_1, x_2, x_3, x_4 як раціональних функцій від параметра. Такий підхід продемонстрував перевагу СКА Maxima у можливості

одночасного поєднання технічного розрахунку та глибокого теоретичного аналізу моделі.

Для порівняння: ручне розв'язування цієї ж системи методом Крамера потребує обчислення п'яти визначників четвертого порядку – кожен з яких є поліномом від параметра p – що суттєво збільшує обсяг перетворень і ризик помилок.

```

→ eq1: p·x1+x2+x3+x4=1;
eq2: x1+p·x2+x3+x4=p;
eq3: x1+x2+p·x3+x4=p^2;
eq4: x1+x2+x3+p·x4=p^3;

eq1 x4+x3+x2+p x1=1
eq2 x4+x3+p x2+x1=p
eq3 x4+p x3+x2+x1=p^2
eq4 p x4+x3+x2+x1=p^3

→ A: coefmatrix ([eq1, eq2, eq3, eq4],[x1, x2, x3, x4]);

A

$$\begin{bmatrix} p & 1 & 1 & 1 \\ 1 & p & 1 & 1 \\ 1 & 1 & p & 1 \\ 1 & 1 & 1 & p \end{bmatrix}$$


→ d: determinant (A);

d -p^2+p(p(p^2-1)-2p+2)-(p-1)p+(1-p)p+4p-3

→ solve (d=0, p);

(%o8) [p=-3,p=1]

→ solve ([eq1, eq2, eq3, eq4],[x1, x2, x3, x4]);

(%o9)  $\left[ \left[ x1 = -\left( \frac{p^2+2p+2}{p+3} \right), x2 = -\left( \frac{p^2+p-1}{p+3} \right), x3 = \frac{2p+1}{p+3}, x4 = \frac{p^3+3p^2+2p+1}{p+3} \right] \right]$ 

```

Рис. 1. Приклад розв'язування системи з параметром в СКА Maxima

Висновки. Застосування СКА Maxima дозволяє студентам зосередитися на аналізі структури задачі, а не на рутинних обчисленнях. Студент має можливість дослідити, як зміна параметра впливає на існування та єдиність розв'язку, що при ручному розв'язуванні системи четвертого порядку потребує значних обчислювальних витрат. Використання інструментарію СКА Maxima автоматизує технічні етапи

розв'язання, мінімізує ймовірність механічних помилок та забезпечує наочність результатів через можливість подальшої візуалізації отриманих аналітичних залежностей.

ЛІТЕРАТУРА

1. Алексеева Г., Овчаренко Д. Інтеграція програми Maxima у навчальний процес з математики в університетах: нові можливості для підвищення якості професійної освіти. *Актуальні проблеми професійної та технологічної освіти: досвід та перспективи* : матеріали конференції. Умань : УДПУ імені Павла Тичини, 2024. URL : <https://tpf.udpu.edu.ua/wp-content/uploads/2024/10/collection-aktualni-problemy-profesijnoyi-ta-tehnologichnoyi-osvity-dosvid-ta-perspektyvy-2024.pdf> (дата звернення: 19.02.2026).
2. Дерябіна Ю. В., Кравченко Н. В. Використання мобільного застосунку Maxima у процесі навчання вищої математики. *Наукові записки Бердянського державного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки*. 2023. Випуск 1. С. 225-235. URL : <https://dspace.bdpu.org.ua/server/api/core/bitstreams/f53b4959-9be9-429d-b156-a62b0fa45a6f/content> (дата звернення: 19.02.2026).
3. Семеріков С. О., Теплицький І. О., Шокалюк С. В. Maxima – система комп'ютерної математики для вітчизняної освіти. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова*. Серія № 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання : зб. наук. праць. Київ. 2008. № 6 (13). С. 32–39. URL : <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/704232/1/artmaxima.pdf> (дата звернення: 19.02.2026).
4. Семеріков С. О. Maxima 5.13 : довідник користувача / за ред. М. І. Жалдака. Київ : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2007. 48 с. URL : <http://elibrary.kdpu.edu.ua/xmlui/handle/0564/884> (дата звернення: 19.02.2026).
5. Шваліковський Д. М. CAS Maxima: основи роботи. Луцьк : Вежа-Друк, 2022. 106 с. URL : <https://evnuir.vnu.edu.ua/bitstream/123456789/21443/1/Maxima-book-shvaliko-fin.pdf> (дата звернення: 19.02.2026).

Денис ІВАНЮШ,

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти 1 курсу факультету фізико-математичної, комп'ютерної та технологічної освіти
Науковий керівник: **Світлана ЄФІМЕНКО,**
к.пед.н., старший викладач (БДПУ)

РЕАЛІЗАЦІЯ ПРИКЛАДНОЇ СПРЯМОВАНOSTІ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ У ПІДГОТОВЦІ СТУДЕНТІВ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОГО ПРОФІЛЮ ПЕДАГОГІЧНИХ УНІВЕРСИТЕТІВ

Актуальність. Підготовка сучасних фахівців електромеханічного профілю, зокрема в педагогічних університетах, потребує ґрунтовної математичної бази, оскільки більшість технічних процесів описується математичними моделями та потребує математичних розрахунків. Тому

Вища математика є невід'ємною складовою їх навчальних програм та закладає фундамент для розуміння законів електротехніки, електромеханіки, гідравліки, моделювання технічних систем, тощо. Отже, набуття теоретичних знань, оволодіння математичними методами для розв'язування професійно орієнтованих задач є необхідною умовою становлення майбутнього спеціаліста, що спроможний працювати на підприємствах, в установах та організаціях електроенергетичної галузі, здійснювати педагогічну діяльність за спеціальністю в закладах фахової передвищої, профільної середньої, професійної (професійно-технічної), позашкільної освіти. Саме тому актуальним є виявлення та обґрунтування прикладних аспектів використання вищої математики під час вивчення спеціальних дисциплін студентами електромеханічного профілю, оновлення способів реалізації міждисциплінарних зв'язків Вищої математики з предметами спеціальної підготовки з метою посилення прикладної спрямованості дисципліни. Використання таких зв'язків дозволить подолати розрізненість знань, перетворюючи навчання у цілісний навчальний процес формування загальних, інтегральної та професійної компетентностей майбутнього фахівця.

Ступінь досліджуваності проблеми. Проблема міжпредметних зв'язків, зокрема Вищої математики з освітніми компонентами професійної підготовки фахівців педагогічного та інженерного профілю досліджувалась в роботах А. Вітюка, О. Іщенко, Т. Лукашової, І. Михайленко та інших. Попри проведені дослідження питання міжпредметних зв'язків навчальних предметів закладів вищої освіти не втрачає актуальності та потребує подальшого опрацювання.

Мета і методи дослідження. Виявлення та обґрунтування прикладних аспектів використання Вищої математики під час вивчення фахових дисциплін студентами електромеханічного профілю педагогічних університетів, а також визначення способів реалізації міждисциплінарних зв'язків цієї дисципліни з предметами спеціальної підготовки відповідно до сучасних освітніх запитів та інтеграційних процесів. Методи дослідження: аналіз наукової та навчально-методичної літератури; аналіз освітніх програм і змісту навчальних дисциплін; порівняльний аналіз; узагальнення та систематизація результатів дослідження; моделювання міждисциплінарних зв'язків.

Сутність дослідження. Вища математика – це навчальна дисципліна, яка характеризується не лише глибиною й обсягом свого викладу та озброює студентів математичним апаратом для моделювання й обчислень, але й орієнтована на практичне застосування знань [1 : 282]. У навчальних програмах педагогічних закладів освіти, які готують фахівців за спеціальністю А5 Професійна освіта спеціалізації А5.33 Енергетика, електротехніка та електромеханіка Вища математика входить до складу обов'язкових навчальних дисциплін, що забезпечують ефективно і

ґрунтовне засвоєння студентами фізики, дисциплін спеціальної підготовки, а саме: Інженерної та комп'ютерної графіки, Технічної механіки, Електротехніки, Електрообладнання виробництва, Гідравліки, Електричних систем та мереж, Енергетичних машин та інші.

Аналіз змісту вищезазначених предметів професійної підготовки фахівців електромеханічного профілю дозволив виявити ключові розділи Вищої математики, які закладають підґрунтя для розв'язання прикладних задач за спеціальністю. До таких розділів належать лінійна та векторна алгебри, диференціальне та інтегральне числення, диференціальні рівняння, а також аналітична геометрія.

Так, успішне вивчення дисципліни Технічна механіка неможливе без знань з векторної алгебри, аналітичної геометрії, диференціального та інтегрального числення, диференціальних рівнянь. По-перше, аксіоми та теореми статички, розрахунок різних видів з'єднань, умови рівноваги системи сил, розрахунок динамічних і кінематичних характеристик обертального руху, написання рівняння і визначення характеристик плоскопаралельного руху тіла, визначення центра ваги твердого тіла – усе це спирається на знання та навички використання додавання й віднімання векторів, їх скалярного, векторного та змішаного добутків. До даних тем, розуміння яких відбувається з опорою на знання векторної алгебри, доцільно додати основні положення опору матеріалів, деформацію твердого тіла. По-друге, визначення рівняння лінії дії рівнодійної сил, прикладених до тіла, можливе за умови володіння навичками роботи з різними видами рівнянь прямих першого порядку. По-третє, диференціальні рівняння в Технічній механіці необхідні для розв'язування практичних задач, що виникають під час дослідження коливальних процесів або руху матеріальної точки відносно довільної неінерціальної системи координат.

Проілюструємо викладене вище прикладом задачі з технічної механіки [2 : 53-54].

Задача 1. Для заданої у площині xO_1y (рис. 1) рівнодійної \vec{R} із точкою прикладання O визначити рівняння лінії її дії.

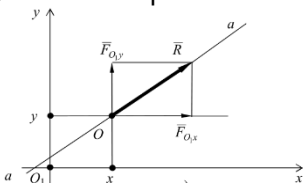


Рис. 1. До задачі 1. Джерело: [2 : 54]

Представимо базове рівняння теореми Варіньона у вигляді

$$M_{O_1}(\vec{R}) = xF_{O_1y} - yF_{O_1x}, \quad (1), \text{ де}$$

$$F_{O_1x} = \sum_{k=1}^n F_{kx}, \quad F_{O_1y} = \sum_{k=1}^n F_{ky}$$

є проєкціями головного вектора \vec{F}_0 сил \vec{F}_k ($k = \overline{1, n}$) системи;
 M_{O_1} – головний момент системи сил відносно точки O_1

$$M_{O_1} = \sum_{k=1}^n M_{O_1}(\vec{F}_k)$$

З (1) отримаємо рівняння прямої aa у відрізках:

$$\frac{x}{\left(\frac{M_{O_1}}{F_{O_1y}}\right)} + \frac{y}{\left(-\frac{M_{O_1}}{F_{O_1x}}\right)} = 1$$

чи з кутовим коефіцієнтом:

$$\frac{F_{O_1y}}{F_{O_1x}}x + \frac{M_{O_1}}{F_{O_1x}} = 1$$

у площині xO_1y .

Подальший аналіз навчальних дисциплін показав, що Електротехніка як фахова дисципліна, вирішуючи завдання дослідження процесів, що відбуваються в ланцюгах постійного та змінного струмів; здійснюючи обчислення параметрів електричних ланцюгів та встановлюючи співвідношень між ними; розробляючи методи аналізу й розрахунку електричних ланцюгів постійного та синусоїдального струмів, активно використовує такі розділи математики, як: лінійна алгебра; математичний аналіз; диференціальні рівняння; комплексні числа; векторна алгебра.

Окрему увагу під час вивчення майбутніми фахівцями дисциплін за спеціальністю слід приділити диференціальному та інтегральному численню, диференціальним рівнянням, лінійній алгебрі. Зокрема, диференціальне числення використовується для аналізу змінних процесів у технічних системах, визначення швидкості зміни фізичних величин, дослідження екстремальних значень параметрів та опису технічних процесів. Інтегральне числення застосовується в теплових та енергетичних розрахунках. Важливе місце у професійній підготовці майбутніх фахівців займають диференціальні рівняння, які широко використовуються для опису та дослідження динамічних процесів у електричних колах, електромеханічних системах, енергетичних установках та автоматизованих системах керування. Лінійна алгебра застосовуються під час розв'язування систем рівнянь, що виникають при аналізі електричних мереж, розрахунку параметрів електричних машин, а також при дослідженні складних технічних систем.

Для розуміння міжпредметних зв'язків Вищої математики з фаховими освітніми компонентами вчителів професійної освіти

електромеханічного профілю/працівників енергетичної галузі наведемо таблицю «Взаємозв'язок вищої математики з дисциплінами спеціальної підготовки» (див. таб.1).

Таблиця 1

Взаємозв'язок Вищої математики з дисциплінами спеціальної підготовки

Дисципліна спеціальної підготовки	Розділи вищої математики
Інженерна та комп'ютерна графіка	Лінійна алгебра, аналітична геометрія
Технічна механіка	Диференціальне та інтегральне числення, диференціальні рівняння
Електротехніка	Диференціальні рівняння, комплексні числа
Електрообладнання виробництва	Диференціальні рівняння, лінійна алгебра
Гідравліка	Диференціальне та інтегральне числення
Електричні системи та мережі	Лінійна алгебра, диференціальні рівняння
Енергетичні машини	Диференціальні рівняння, інтегральне числення

Виявлені зв'язки передбачають проектування способів їх реалізації в межах освітньої програми відповідно до сучасних вимог в умовах глобалізації та міждисциплінарної інтеграції знань. Поширеними формами реалізації в освітньому процесі міжпредметних зв'язків, зокрема Вищої математики та предметів професійної підготовки, є інтегровані навчальні плани; проведення інтегрованих занять; розв'язування професійно спрямованих задач; створення спецкурсів, які логічно поєднують зміст і методи Вищої математики та дисциплін професійного спрямування; міждисциплінарні проекти та курсові роботи; лабораторні практики з аналізом та обробкою даних; математичне моделювання професійних задач у спеціалізованому програмному середовищі. До цього можна додати досвід Таллінського університету, у якому для навчання студентів запроваджено нову дисципліну Міждисциплінарні інновації (ELU), що «надає студентам можливість із захопленням співпрацювати зі студентами та викладачами різних дисциплін, працюючи над професійними і життєвими проблемами задля досягнення спільної мети та формує навички командної роботи» [3].

Основні висновки. Отже, проведене дослідження підтверджує, що Вища математика постає важливою теоретичною основою для засвоєння дисциплін спеціальної підготовки та забезпечує формування в студентів умінь використовувати математичні методи для аналізу, моделювання і розв'язання професійно орієнтованих задач. Реалізація міждисциплінарних зв'язків між Вищою математикою та фаховими дисциплінами сприяє підвищенню ефективності професійної підготовки майбутніх фахівців електромеханічного профілю та формуванню їхньої професійної компетентності. Перспективи подальшого вивчення заявленої проблеми вбачаємо у дослідженні

сучасного інноваційного досвіду впровадження міждисциплінарної інтеграції, зокрема в закордонних університетах, та розробку проєктів і стартапів для її впровадження в освітній процес студентів педагогічних спеціальностей університетів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вітюк А. В., Федченко Ю. С., Коновенко Н. Г. Сучасні підходи до вивчення вищої математики у закладах вищої освіти. *Економічний простір*. 2025. № 201. С. 281–287.
2. Шпачук В. П., Золотов М. С., Скляров В. О. Технічна механіка: навчальний посібник для студентів денної і заочної форм навчання бакалаврів за напрямом 6.050701 «Електротехніка та електротехнології» / Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ, 2015. 277 с.
3. Tallinn University. URL : <https://elu.tlu.ee> (дата звернення: 12.03.2026).

Марія КОВАЛЕНКО,

здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти 3 курсу факультету фізико-математичної, комп'ютерної та технологічної освіти

Науковий керівник: **Микола КУДІНОВ**,

к.пед.н., старший викладач (БДПУ)

РОЗПОДІЛ НЕТРИВІАЛЬНИХ НУЛІВ ДЗЕТА-ФУНКЦІЇ РІМАНА: СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ

Актуальність. Гіпотеза Рімана (1859) є однією з найважливіших невирішених проблем сучасної математики. Вона стверджує, що всі нетривіальні нулі дзета-функції

$$\zeta(s) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^s},$$

лежать на критичній прямій $\text{Re}(s) = 1/2$. Актуальність проблеми зумовлена фундаментальним зв'язком між нулями $\zeta(s)$ та розподілом простих чисел. Зокрема, від локалізації нулів залежить величина залишкового члена у законі розподілу простих чисел $\pi(x)$. Будь-яке просування у цьому питанні автоматично покращує точність алгоритмів у криптографії (наприклад, оцінка стійкості системи RSA) та теоретичній інформатиці.

Ступінь досліджуваності проблеми. Аналіз наукового доробку свідчить про багатовекторність підходів до розв'язання проблеми Рімана:

- Класичний аналіз та метод «згладжуючих» функцій (mollifiers): Роботи J. В. Conrey [1] та нещодавні дослідження К. Pratt [4] базуються на вдосконаленні техніки «згладжування» (mollification). Це дозволяє

збільшити нижню межу частки нулів на критичній прямій. Прорив Пратта до рівня 41.28% став можливим завдяки використанню нових типів інтегральних середніх.

- Теорія випадкових матриць (RMT): Фундаментальна праця Н. Л. Montgomery [3] заклала основу для статистичного аналізу нулів. Порівняння з Гауссовим унітарним ансамблем (GUE) перевело проблему з чисто арифметичної площини в область математичної фізики. Це підтверджується роботами А. Odlyzko, які продемонстрували феноменальну точність збігу статистичних даних на великих вибірках.

- Монографічні дослідження: Праці Г. Едвардса [2] залишаються базовими для розуміння історичного контексту та аналітичної структури дзета-функції. Вони забезпечують теоретичний фундамент для нових чисельних методів перевірки ГР.

Мета і методи дослідження. Усе вищенаведене зумовило актуальність мети дослідження: дослідити сучасний стан проблеми розподілу нетривіальних нулів дзета-функції Рімана. Для досягнення поставленої мети було використано аналіз наукових джерел.

Сутність дослідження. Відомо, що нетривіальні нулі містяться в межах критичної смуги $0 < \text{Re}(s) < 1$. Сучасні дослідження зосереджені на величині k , що позначає нижню межу частки нулів на критичній прямій. Робота Нормана Левінсона (1974) встановила $k > 1/3$. Браян Конрі у 1989 році підняв цю планку до $2/5$ (40%).

Використання нових «згладжуючих» функцій (mollifiers) дозволило Пратту (2020) та іншим дослідникам отримати значення 41.28%. Це свідчить про надзвичайну складність аналітичного доведення навіть для половини нулів.

Застосування методу Одляжко-Шенхаге та алгоритмів швидкого перетворення Фур'є дозволило перевірити мільярди нулів. Станом на сьогодні підтверджено, що перші 1013 нулів лежать точно на критичній прямій. Проте, математична спільнота ставить до цього з обережністю через існування контрприкладів у теорії чисел, що виникають лише на надвеликих числах (явища типу «феномена Грамма»), де поведінка функції може раптово змінитися.

Одним із найважливіших досягнень є виявлення зв'язку між нулями та теорією випадкових матриць (RMT).

Як вказує гіпотеза Монтомері-Одліжко, кореляційні функції нулів дзета-функції ідентичні кореляціям власних значень великих випадкових матриць Гауссового унітарного ансамблю (GUE).

Операторний підхід наближає нас до гіпотези Гільберта-Пої, згідно з якою нулі $\zeta(s)$ є спектром деякого фізичного оператора. Якщо цей оператор буде знайдено і виявиться самоспряженим, Гіпотеза Рімана буде доведена.

Класичний результат Валле-Пуссена та Адамара (1896), які встановили межу, що виключає нулі поблизу $\text{Re}(s) = 1$. Сучасні зусилля спрямовані на розширення цієї області за допомогою методів І. Виноградова та М. Корольова. Навіть мікроскопічне розширення цієї зони має колосальне значення для оцінки коливань щільності простих чисел.

Основні висновки. Підсумовуючи, можна сказати, що сучасний стан розв'язання гіпотези Рімана характеризується переходом від чисто аналітичних методів до міждисциплінарного синтезу теорії чисел, фізики випадкових матриць та високопродуктивних обчислень. Попри відсутність остаточного доведення, прогрес у локалізації нулів та виявлення їхньої спектральної природи не лише наближає нас до розуміння гармонії простих чисел, а й закладає фундамент для розвитку стійких криптографічних систем майбутнього.

ЛІТЕРАТУРА

1. Conrey J. B. More than two-fifths of the zeros of the Riemann zeta function are on the critical line. *Journal für die reine und angewandte Mathematik*. 1989. Vol. 399. P. 1–26.
2. Edwards H. M. Riemann's Zeta Function. Mineola, NY : Dover Publications, 2001. 315 p.
3. Montgomery H. L. The pair correlation of zeros of the zeta function. *Analytic Number Theory*. 1973. Vol. 24. P. 181–193.
4. Pratt K., Robles N., Zaharescu A., Zeindler D. More than 41.28% of the zeros of the zeta function are on the critical line. *Journal of Number Theory*. 2020. Vol. 210. P. 1–59.

Максим МАКСИМЕНКО,

здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти 1 курсу факультету фізико-математичної, комп'ютерної та технологічної освіти
Науковий керівник: **Віталій АЧКАН,**
д.пед.н., професор (БДПУ)

ПРОГРАМА ДИНАМІЧНОЇ МАТЕМАТИКИ DESMOS: ЇЇ МОЖЛИВОСТІ У НАВЧАННІ МАТЕМАТИКИ

Сучасна математична освіта перебуває на етапі активної цифрової трансформації, зумовленої розвитком інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), потребою формувати в учнів не лише предметні знання, а й дослідницькі, критичні та цифрові компетентності, а також обставинами, що склалися в Україні, зокрема війною та поширенням дистанційного навчання. Програма динамічної математики Desmos є одним із інструментів, який може ефективно підтримувати

процес навчання математики. Завдяки інтерактивним можливостям, візуалізації та доступності, він стає засобом підвищення успішності учнів, розвитку їхньої мотивації та формування дослідницьких навичок.

Аналіз зарубіжних і українських досліджень показує, що ефективність Desmos як засобу навчання підтверджується емпірично. Зокрема, використання Desmos при вивченні теми «Нахил прямої» значно покращує розуміння учнями концепції лінійних функцій, особливо завдяки поєднанню графіка, таблиці й рівняння. Подібні результати продемонстровано й у дослідженнях, присвячених нелінійним функціям: інтерактивна робота з параметрами дозволяє учням глибше засвоювати матеріал і підвищує успішність у всіх когнітивних доменах [5].

В українських працях наголошується на значенні Desmos як засобу розвитку дослідницької компетентності школярів [4], формування графічної культури [1], а також як елемента комплексної ІКТ-методики викладання функцій. Це свідчить про те, що Desmos поступово інтегрується не лише як додатковий ресурс, а як повноцінний компонент сучасного уроку математики.

Особливу увагу дослідники приділяють можливостям Desmos у створенні дослідницьких середовищ для учнів. Наприклад, завдяки роботі з параметричними задачами школярі навчаються не лише бачити зміни на графіку, а й аналітично обґрунтовувати результати [4]. Це дозволяє поєднувати візуальне й логічне мислення.

Цікавим є також підхід до використання Desmos як засобу формування мотивації й академічної витривалості. Дослідження показують, що у порівнянні з WolframAlpha Desmos сприяє більшій наполегливості учнів у навчанні. Інша оригінальна думка стосується застосування Desmos для створення власних задач учнями, що сприяє глибшому розумінню теми та розвитку креативності [5].

Попри численні позитивні результати досліджень, питання використання Desmos на уроках математики ще не можна вважати вичерпаним. По-перше, досліджень з використання Desmos в українських школах все ще недостатньо, більшість робіт мають локальний характер і не охоплюють системної інтеграції у навчальний процес [3; 4]. По-друге, у зарубіжних експериментах часто аналізується лише окрема тема (нахил прямої, рівняння кола, показникові рівняння), а не повний курс математики [1; 6]. Досі не з'ясовано, які саме педагогічні стратегії найефективніше поєднують традиційні методи навчання з можливостями Desmos. Крім того, обмежено досліджено довготривалий вплив використання цього інструмента на формування математичної компетентності та розвиток критичного мислення учнів.

Іншою проблемою є технічні бар'єри: необхідність стабільного інтернет-з'єднання, адаптація учнів до інтерфейсу, а також потреба у

спеціальної підготовці вчителів для ефективного використання Desmos [3; 5].

Майбутні дослідження у цій сфері можуть бути спрямовані на створення цілісних методичних підходів до використання Desmos у шкільному курсі математики. Перспективним напрямом є розробка бібліотек авторських активностей та завдань, які будуть адаптовані до українських навчальних програм і враховуватимуть специфіку підготовки учнів старших класів. Значний потенціал має також проведення довготривалих педагогічних експериментів, що дозволять оцінити не лише короточасні результати, а й сталий вплив Desmos на навчальні досягнення та мотивацію школярів. Особливої уваги заслуговує підвищення кваліфікації вчителів: системні курси та тренінги допоможуть педагогам упевнено використовувати Desmos як невід'ємний інструмент сучасного уроку. Таким чином, подальший розвиток досліджень відкриває можливості для створення більш ефективного й гнучкого освітнього середовища, яке відповідатиме потребам як учнів, так і вчителів.

Висновки. Аналіз літератури показав, що застосування програми динамічної математики Desmos є ефективним засобом навчання математики. Він підвищує розуміння учнями складних тем завдяки візуалізації, сприяє розвитку дослідницьких навичок, формує мотивацію та підтримує індивідуалізацію навчання. Водночас відчувається нестача комплексних досліджень, особливо в українському контексті, що відкриває широкі перспективи для подальшої наукової роботи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Драмарецька М. Г. Використання онлайн сервісу Desmos при вивченні показникових рівнянь. *Актуальні питання сучасної інформатики*. 2017. № 5. С. 215–217.
2. Левицький Я. Складання задач з параметром з використанням графічного калькулятора Desmos. *Наукові записки молодих учених*. 2021. № 8. URL : <https://phm.cuspu.edu.ua/ojs/index.php/SNYS/article/view/1902>. (дата звернення: 10.03.2026).
3. Олексюк О. Р. Дидактичні аспекти використання системи Desmos у закладі середньої освіти. *Цифрова компетентність сучасного вчителя нової української школи : матеріали семінару*. Київ, 2020. С. 82–87.
4. Словак К. І., Бінковська А. Використання графічного калькулятора Desmos як засобу формування дослідницької компетентності з математики. *Наукова молодь-2017* : матеріали конф. Київ, 2017. URL : <http://lib.iitta.gov.ua/view/divisions/gen=5Fres=5Fiitzn/2017.html>. (дата звернення: 10.03.2026).
5. Chechan B., Ampadu E., Pears A. Effect of using Desmos on high school students' understanding and learning of functions. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. 2023. Vol. 19 (10). P. em2331. <https://doi.org/10.29333/ejmste/13540>.

Кирило НЕТИКША,

здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти 2 курсу факультету фізико-математичної, комп'ютерної та технологічної освіти
Науковий керівник: **Світлана ПАНОВА,**
к.пед.н., доцент (БДПУ)

ВИКОРИСТАННЯ ІНСТРУМЕНТІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ПІДГОТОВЦІ УРОКІВ МАТЕМАТИКИ В СТАРШІЙ ШКОЛІ: ПЕДАГОГІЧНІ МОЖЛИВОСТІ, РИЗИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Розвиток штучного інтелекту (ШІ) є однією з найпотужніших технологічних революцій XXI століття, яка поступово охоплює всі сфери людської діяльності, зокрема освіту. Для системи загальної середньої освіти України, що нині функціонує в умовах воєнного стану, штучний інтелект стає не лише інструментом модернізації, а й засобом стабілізації навчального процесу. Викладачі математики старших класів стикаються з подвійним викликом: з одного боку – необхідність підтримувати якість освіти в умовах нестачі часу, ресурсів і психологічної напруги; з іншого – потреба забезпечити глибоке розуміння учнями абстрактних математичних понять. У цьому контексті інструменти штучного інтелекту (ChatGPT, Copilot, Gemini, WolframAlpha, GeoGebra AI тощо) стають потужними помічниками у плануванні, створенні, персоналізації та візуалізації навчальних матеріалів. Вони дозволяють вчителю перетворювати рутинну підготовчу діяльність на творчий і дослідницький процес, що, своєю чергою, підвищує мотивацію та педагогічну гнучкість.

Актуальність проблеми полягає у необхідності розроблення педагогічно обґрунтованої моделі використання ШІ в освітній діяльності, яка поєднувала б технологічну ефективність і гуманістичну мету навчання. Адже без належного наукового та етичного осмислення навіть найсучасніші алгоритми можуть перетворитися на формальний інструмент, який не сприяє розвитку мислення учня.

Питання використання штучного інтелекту в освіті розглядається у працях провідних зарубіжних дослідників – Р. Лакін, В. Холмса, Н. Селвіна, які аналізують потенціал інтелектуальних систем для індивідуалізації навчання, аналітики освітніх даних та формування персоналізованих освітніх маршрутів. У контексті української педагогіки проблема штучного інтелекту набула помітного звучання після 2022 року, коли масове впровадження дистанційних технологій спричинило появу нових викликів і водночас можливостей для автоматизації освітніх процесів.

Українські науковці – Н. Морзе, О. Співаковський, О. Кравчук, Т. Тихонова – розглядають цифровізацію освіти як необхідний крок до

формування компетентного вчителя Нової української школи. Однак питання методичної інтеграції інструментів ШІ саме у процесі підготовки уроків математики залишається фрагментарним. Перші спроби дослідження цього феномену спостерігаються у практичних звітах педагогів, які експериментально використовують генеративні системи для створення навчальних завдань, тестів, ілюстрацій та пояснень складних тем. Таким чином, науковий і практичний інтерес до теми стрімко зростає, проте потребує системного узагальнення.

Метою дослідження є обґрунтування педагогічних можливостей та ризиків використання інструментів штучного інтелекту у процесі підготовки уроків математики в старших класах, а також визначення шляхів їхнього ефективного і безпечного впровадження в освітню практику.

У дослідженні застосовано такі методи: аналіз наукових джерел і міжнародних звітів (OECD, UNESCO, Pearson), порівняння функціональних можливостей сучасних систем ШІ (ChatGPT, Copilot, WolframAlpha, MathGPT, GeoGebra AI), педагогічне спостереження за діяльністю вчителів, які використовують ці інструменти у своїй роботі, узагальнення педагогічного досвіду та експертне оцінювання педагогічної доцільності технологій.

Використання штучного інтелекту у підготовці уроків математики в старшій школі забезпечує принципово новий рівень ефективності педагогічної діяльності. Генеративні моделі на кшталт ChatGPT або Gemini здатні створювати детальні плани-конспекти уроків, підбирати приклади, пояснювати складні поняття різними мовами і стилями, адаптуючи їх до віку учнів. Для вчителя це означає суттєву економію часу і можливість зосередитися на творчих аспектах викладання – проєктуванні, дослідницьких завданнях, формуванні критичного мислення.

З іншого боку, математично орієнтовані інструменти (WolframAlpha, MathGPT, GeoGebra AI, Desmos) виконують роль віртуальної лабораторії. Вони дозволяють створювати інтерактивні моделі функцій, обчислювати складні вирази, будувати графіки, проводити симуляції та візуалізації, які допомагають учням краще зрозуміти зв'язок між абстрактними символами й реальними процесами. Поєднання таких інструментів із педагогічною майстерністю дає змогу перетворити урок математики на пізнавальний дослід, що стимулює самостійність і креативність.

У практиці старшої школи особливо ефективним є використання ШІ для диференціації навчання. Алгоритми допомагають створювати різномірні завдання, тести та вправи, з урахуванням індивідуальних прогалин у знаннях. Це підвищує рівень залученості учнів і забезпечує персоналізоване навчання без перевантаження вчителя. Крім того, інтелектуальні системи здатні генерувати візуальні пояснення, порівняння та приклади з реального життя – від економічних моделей до геометричних симуляцій у тривимірному просторі.

Разом із тим, застосування штучного інтелекту в освітній діяльності супроводжується низкою ризиків. Найважливішими серед них є можливість спотворення фактів або неправильного тлумачення математичних понять алгоритмом; втрата творчої ініціативи педагога у разі механічного копіювання згенерованого тексту; етичні питання академічної доброчесності. Тому важливо не лише використовувати, а й осмислювати роботу ШІ – перевіряти достовірність результатів, адаптувати матеріал до конкретних навчальних цілей, зберігаючи авторську позицію вчителя.

Таким чином, ефективне використання ШІ у підготовці уроків математики передбачає триєдину педагогічну модель: **інтелектуальний інструмент – критичний аналіз – творча адаптація**. Лише за дотримання цих умов технологія стає не заміником учителя, а його партнером у створенні сучасного навчального середовища.

Інтеграція інструментів штучного інтелекту у педагогічну практику старшої школи відкриває новий етап розвитку математичної освіти. Вона дозволяє оптимізувати підготовку уроків, забезпечує швидкий доступ до дидактичних ресурсів, розширює можливості візуалізації та формує культуру педагогічного мислення, орієнтовану на інновації. ШІ допомагає створювати умови для розвитку ключових компетентностей учнів – аналітичного, логічного й системного мислення, цифрової грамотності та самостійності у прийнятті рішень.

Водночас головною умовою успіху є усвідомлення ролі вчителя як фасилітатора, модератора і критичного аналітика. Технології можуть генерувати текст і завдання, але лише педагог здатен надати їм освітню цінність, емоційне наповнення та виховний зміст. Тому необхідно розвивати цифрову і педагогічну компетентність учителів математики, формувати етичні норми використання ШІ у школі та створювати спільноти практики, де обмін досвідом стає частиною професійного зростання.

У перспективі штучний інтелект стане не просто помічником педагога, а інструментом педагогічної творчості, що дозволить конструювати адаптивні освітні середовища. Саме така синергія людини та технології забезпечить підготовку нового покоління учнів – здатних мислити критично, працювати з інформацією та застосовувати математику як мову сучасного світу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Морзе Н. Опис цифрової компетентності педагогічного працівника (проект). *Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету*. 2019. Спецвип. С. 1-53. URL : http://nbuv.gov.ua/UJRN/oeemu_2019_spetsvip_41 (дата звернення: 08.10.2025).

2. Топузов О., Алексеева С. Можливості використання штучного інтелекту в освітньому процесі закладів середньої освіти в умовах воєнного стану. *Інноваційна педагогіка*. 2024. Вип. 151. С. 56–61. DOI: 10.32405/2411-1317-2024-1-5-11.
3. AI and Education: The Reality and the Potential [Відео]. *YouTube*. URL : <https://www.youtube.com/watch?v=-28gv8W8B0s> (дата звернення: 08.10.2025).
4. Holmes W., Bialik M. and Fadel C. Artificial Intelligence in Education. *Globethics Publications*. 2023. P. 621–653. <https://doi.org/10.58863/20.500.12424/4276068>

Кирило НЕТИКША,

здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти 2 курсу факультету фізико-математичної, комп'ютерної та технологічної освіти
Науковий керівник: **Світлана ПАНОВА,**
к.пед.н., доцент (БДПУ)

**STEM-ОСВІТА В ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ
УКРАЇНИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ:
ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ**

В умовах воєнного стану система освіти України переживає кризу, що виявляється у фізичному знищенні навчальних закладів, порушенні логістики навчального процесу, психологічному виснаженні учасників освітнього середовища. У таких умовах особливої ваги набуває пошук інноваційних моделей навчання, здатних забезпечити не лише продовження освітнього процесу, а й розвиток у здобувачів освіти навичок адаптації, критичного мислення та самостійності. Однією з таких моделей є STEM-освіта, яка інтегрує науку, технології, інженерію та математику в єдину систему практично орієнтованого пізнання. Її потенціал полягає у формуванні компетентностей, необхідних для життя в умовах невизначеності, а також у підтримці національної стійкості через розвиток інтелектуального ресурсу країни.

Проблематика впровадження STEM-освіти в Україні активно досліджується протягом останнього десятиліття. Науковці (В. Попова, В. Попов, Н. Морзе, Б. Ткач та ін.) розглядають STEM як стратегічний напрям модернізації освіти, здатний сприяти підготовці молоді до інноваційної діяльності та розвитку креативного мислення. Утім, питання реалізації STEM-освіти в умовах воєнного стану лише починає осмислюватися в сучасному науковому дискурсі. З'являються перші дослідження, присвячені адаптації навчальних процесів до кризових обставин, використанню цифрових технологій у надзвичайних умовах, а також пошуку педагогічних рішень, спрямованих на збереження безперервності освіти. Актуальною залишається потреба у

систематизації наявного досвіду та розробці стійких моделей STEM-навчання для воєнного та післявоєнного періодів.

Метою дослідження є виявлення особливостей впровадження STEM-освіти в закладах загальної середньої освіти України під час воєнного стану та визначення шляхів забезпечення її ефективності в кризових умовах. Для досягнення мети використано комплекс методів: аналіз науково-методичних джерел, узагальнення педагогічного досвіду українських та зарубіжних закладів освіти, порівняльний аналіз форм і засобів STEM-навчання в умовах обмежених ресурсів, а також інтерпретація практик дистанційної й гібридної освіти.

Результати дослідження засвідчують, що STEM-освіта в умовах війни набуває нового значення – від інноваційного освітнього тренду вона трансформується у форму виживання освітнього процесу. Основними викликами є технічні (перебої з електроенергією, обмежений доступ до інтернету), організаційні (розрив між навчальними програмами різних регіонів, евакуація педагогів та учнів), а також психологічні (стрес, тривожність, втрата мотивації). Проте ці труднощі спричинили і позитивні зміни: активізувався розвиток гнучких навчальних форматів, інтеграція цифрових сервісів (Google Workspace, GeoGebra, PhET), використання мобільних STEM-наборів та хмарних платформ для спільної діяльності учнів. Важливим чинником успіху стала підготовка педагогів до нових умов роботи – через онлайн-тренінги, вебінари, професійні спільноти та обмін досвідом у межах всеукраїнських ініціатив «STEM-школа МАНЛаб» і «STEM-школа – 2025».

Розвиток STEM-освіти виявився не лише педагогічною, а й соціальною потребою, оскільки сприяє збереженню наукового потенціалу молоді та формуванню покоління, орієнтованого на технологічне відновлення України. В умовах війни STEM-проекти часто набувають практичного значення: створення енергоефективних систем, екологічних моделей, аналіз гуманітарних даних, розроблення простих технічних рішень для підвищення безпеки. Таке поєднання навчання й суспільної користі дозволяє учням усвідомити роль науки як інструменту відбудови країни.

STEM-освіта в умовах воєнного стану виступає дієвим засобом підтримання якості навчання, мотивації учнів та професійного розвитку вчителів. Вона забезпечує гнучкість освітнього процесу, сприяє формуванню ключових компетентностей XXI століття та вихованню національно свідомої, технологічно грамотної особистості. Незважаючи на труднощі, українські школи продовжують демонструвати високий рівень інноваційності, адаптуючи STEM-моделі до нових реалій. Подальший розвиток цього напрямку пов'язаний із розробкою державних

стратегій підтримки STEM-педагогів, створенням цифрових хабів навчальних ресурсів та посиленням міжнародної співпраці у сфері освітніх інновацій. У перспективі саме STEM-освіта може стати основою для формування кадрового потенціалу, здатного забезпечити науково-технологічне відновлення України в післявоєнний період.

ЛІТЕРАТУРА

1. STEM-школа – 2025: Цифрові ресурси – помічники STEM-педагога. yakistosviti.com.ua. URL : <https://yakistosviti.com.ua/stem-shkola> (дата звернення: 05.02.26).
2. Міністерство освіти і науки України. Як долати освітні втрати у STEM під час війни. 2023. URL : <https://mon.gov.ua/events/vidkryte-obhovorenna-iaak-dolaty-osvitni-vtraty-u-stem-pid-chas-viiny> (дата звернення: 05.02.26).
3. Попова В., Попов В. STEM education potential to transform the post-war Ukraine. 2023. URL : <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/740116/> (дата звернення: 05.02.26).
4. Юдемедюк В. Виклики та можливості STEM-освіти в Україні в умовах війни. *Блог ЛІГА.net*, 2023. URL : <https://blog.liga.net/user/yudemediuk/article/vikliki-ta-mojlivosti-stem-osviti-v-ukraini-v-umovah-viiny> (дата звернення: 05.02.26).
5. Tkach B., Lunov V., Pavlieiev V. Challenges for STEM Education in the Conditions of the Russian-Ukrainian War (April 25, 2023). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4428410> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4428410> (дата звернення: 05.02.26).

Даяна ПЕТРЕНКО,

здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти 2 курсу факультету фізико-математичної, комп'ютерної та технологічної освіти
Науковий керівник: **Юлія ДЕРЯБІНА,**
асистентка (БДПУ)

ЗАСТОСУВАННЯ ОНЛАЙН-ДОШКИ GYNZY ПРИ РОЗВ'ЯЗУВАННІ ЗАДАЧ З ГЕОМЕТРІЇ

Протягом останніх років освітнє середовище в Україні зазнало серйозних змін, зокрема через введення воєнного стану і вимушений перехід від очного до змішаного і дистанційного формату навчання. У сучасних реаліях для реалізації освітнього процесу необхідним є використання цифрових засобів, які забезпечують якість навчання та сприяють максимальному залученню учнів. Сучасним інструментом, що дозволяє підвищити рівень наочності, зокрема, під час вивчення геометрії, є інтерактивна онлайн-дошка Gynzy, що має широкий функціонал та може слугувати комплексним рішенням для проведення занять [4].

Актуальність дослідження полягає у тому, що сучасний освітній процес стрімко змінюється, впроваджуються новітні технології, методи та форми навчання. У зв'язку з цим постає потреба у застосуванні сучасних інструментів, зокрема на уроках математики, що дозволяють стимулювати пізнавальну активність учнів [1].

Питання використання інтерактивних онлайн-дошок у навчальному процесі розглядали: Б. Беседін [1], Ю. Дерябіна [2], А. Гомівка [1], І. Ковтанюк [3], Н. Кравченко [2] та інші. Попри значну кількість наукових досліджень, потенціал сервісу Gynzu саме у викладанні геометрії потребує додаткового аналізу.

Метою дослідження є аналіз застосування інтерактивної дошки Gynzu на уроках геометрії, виявлення переваг та недоліків у користуванні.

Методи дослідження: теоретичний аналіз, синтез та узагальнення інформації, огляд навчальних програм, підручників та наукової літератури.

Сутність дослідження: Gynzu – інтерактивна онлайн-дошка, що дозволяє створювати інтерактивні уроки, має багато шаблонів, різноманітних ігор, генератори значень, математичних інструментів [5]. На дошці можна писати від руки чи друкувати, додавати плоскі та об'ємні фігури, є можливість зміни фону, а також генерація зображень штучним інтелектом. На дошку можна додавати медіа: фото, аудіо та відео. Наявні інструменти дозволяють генерувати ігри, створювати презентації, вікторини та живі уроки. Також дошка має функцію розпізнавання почерку, фігур, що значно пришвидшує роботу.

Для проведення ефективних уроків математики доступні такі інструменти: генератори (випадкових значень, прикладів, кругових та стовпчастих діаграм та ін.), вбудована програма GeoGebra (для дослідження функцій, графіків тощо), годинник, термометр, мірний стакан, калькулятор. Для дослідження фігур та вивчення тем з геометрії доступні інструменти для побудови, вимірювання: лінійка, косинець, різноманітні транспортири, циркуль, система координат, метричні системи.

У процесі аналізу платформи Gynzu було встановлено ефективність використання сервісу для онлайн занять з геометрії, оскільки інструментарій дозволяє проводити геометричні побудови наочно. Натомість використання дошки також дає можливість урізноманітнити й аудиторні заняття, особливо в класах, оснащених мультимедійними панелями або інтерактивними комплексами.

Аналіз підручників з геометрії для 7–9 класів дозволив виокремити теми, де використання Gynzu є найбільш доцільним [4]. Узагальнений перелік тем представлено у таблиці 1.

Перелік тем з геометрії при розгляді яких доцільно використовувати інструментарій Gynzy

Клас	Тема	Інструментарій та функціонал дошки
7	Суміжні та вертикальні кути	Інструменти «лінійка», «косинець» та «транспортир» забезпечують виконання точних геометричних побудов прямих і кутів.
7	Нерівність трикутника	Інструменти «циркуль» та «лінійка» дозволяють конструювати трикутники за заданими відрізками.
7	Коло і круг	Інструмент «циркуль» для побудови геометричних місць точок, інструмент «лінійка» для вимірювання елементів чи побудови кола за наявними параметрами (довжиною радіуса, діаметра тощо)
7	Задачі на побудову	Інструменти: «лінійка», «циркуль», «транспортир» дозволяють розв'язувати задачі за допомогою класичних геометричних побудов.
8	Центральні і вписані кути	Наявні математичні інструменти: «циркуль» – для побудови кола, «транспортир» – для побудови кутів, «лінійка» – для проведення та вимірювання відрізків.
8	Вписані та описані чотирикутники	Інструменти: «фігури» – для побудови чотирикутників, «лінійка» та «транспортир» – для побудови центрів вписаних та описаних кіл, «циркуль» – для побудови геометричних місць точок.
8	Многокутники та їх площі	Інструмент «метричні співвідношення» дозволяє переводити одиниці площі, інструмент «лінійка» дозволяє вирішувати задачі за готовими рисунками.
9	Декартові координати та відстань між точками	Платформа надає можливість вибору робочого фону, серед доступних – система координат. Інструмент «лінійка» дозволяє виміряти відстань між заданими точками. Динамічні моделі GeoGebra дозволяють знаходити середини відрізків.
9	Правильні многокутники та кола	Інструмент «циркуль» та «лінійка» для побудови та вивчення правильних многокутників, «транспортир» для вимірювання кутів.

Аналіз засвідчує, що інструментарій Gynzy є найбільш ефективним при вивченні тем, пов'язаних із побудовами та вимірюваннями, оскільки саме тут візуалізація має найбільший дидактичний ефект.

Разом із тим використання платформи має певні обмеження. Ефективна робота вимагає стабільного інтернет-з'єднання. Слід також зауважити, що вчителю потрібен час на опанування інтерфейсу, а для

повноцінної реалізації функцій (наприклад, малювання) бажано мати сенсорну панель або графічний планшет.

Отже, дослідження підтвердило ефективність онлайн-дошки Gynzy як засобу візуалізації на уроках геометрії в 7–9 класах. Аналіз підручників дозволив визначити дев'ять тем, де застосування платформи є найбільш дидактично доцільним, зокрема при вивченні геометричних побудов і вимірювань із використанням циркуля, транспортира та інтегрованої програми GeoGebra. Незважаючи на технічні обмеження, Gynzy суттєво підвищує пізнавальну активність учнів у дистанційному та змішаному форматах навчання. Перспективою подальших досліджень є розробка методичних рекомендацій щодо використання Gynzy на уроках геометрії для конкретних тем шкільного курсу 7–9 класів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Беседін Б. Б., Гомівка А. Д. Використання інформаційно-комунікаційних технологій для організації контролю знань з математики в умовах дистанційного навчання. *Технології електронного навчання*. 2025. Т. 9. С. 4–10. URL : <https://journals.urau.ua/texel/article/view/348680> (дата звернення: 19.02.2026).
2. Дерябіна Ю., Кравченко Н. Застосування інтерактивних онлайн-дошок при викладанні математичних дисциплін у закладах вищої освіти. *Наукові записки Бердянського державного педагогічного університету. Серія : Педагогічні науки* : зб. наук. пр. Вип. 3. Бердянськ : БДПУ, 2022. С. 12–32.
3. Ковтанюк І. І., Ковтанюк М. С. Gynzy – інструмент майбутнього для інтерактивного навчання. *Методологія сучасних наукових досліджень – XXI* : зб. наук. пр. Харків : ХНПУ імені Г. С. Сковороди, 2025. URL : [https://dspace.udpu.edu.ua/bitstream/123456789/18412/1/Методологія%20сучасних%20наукових%20досліджень–XXI_2025%20\(1\)%20\(1\).pdf](https://dspace.udpu.edu.ua/bitstream/123456789/18412/1/Методологія%20сучасних%20наукових%20досліджень–XXI_2025%20(1)%20(1).pdf) (дата звернення: 19.02.2026).
4. Шкільні підручники. URL : <https://pidruchnyk.com.ua/> (дата звернення: 19.02.2026).
5. Gynzy: платформа для інтерактивного навчання. URL : <https://www.gynzy.com/> (дата звернення: 19.02.2026).

Даяна ПЕТРЕНКО,

здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти 2 курсу факультету фізико-математичної, комп'ютерної та технологічної освіти
Науковий керівник: **Віталій АЧКАН**,
д.пед.н., професор (БДПУ)

ВИКОРИСТАННЯ CANVA ПІД ЧАС НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ

Сучасний освітній процес неможливо уявити без використання новітніх цифрових технологій. Реалізація навчального процесу у змішаному чи дистанційному форматі навчання вимагає використання

ефективних інструментів, які дозволяють створювати інтерактивні навчальні матеріали. Одним з таких інструментів є графічний редактор Canva, використання якого на уроках математики дозволяє структурувати інформацію, візуалізувати навчальний матеріал і, тим самим, урізноманітнити навчання.

Актуальність дослідження полягає у визначенні практичних можливостей використання платформи Canva саме на уроках математики як засобу візуалізації абстрактних понять та активізації навчально-пізнавальної діяльності здобувачів освіти.

Питання цифровізації освіти, формування математичної компетентності, застосування візуалізації у навчальному процесі часто є предметом наукових досліджень. Зокрема розглядом даного питання займалися: В. Ачкан [1], О. Бурцева [2], Н. Кравченко [4], Т. Турка [3], Ю. Дерябіна [4], Ю. Простакова [5] тощо.

Метою роботи є обґрунтування доцільності та визначення особливостей використання платформи Canva на уроках математики для підвищення ефективності навчання й розвитку ключових компетентностей учнів.

Методи дослідження включають теоретичні методи: аналіз, синтез та узагальнення інформації, огляд навчально-методичної літератури, сучасних статей, матеріалів науково-практичних конференцій.

Сутність дослідження. Для здобувачів освіти вивчення математики доволі часто викликає труднощі, адже опанування математичних знань вимагає використання логіки та розуміння абстрактних понять, вивчення формул, математичних законів, теорем тощо [3]. Використання цифрових ресурсів дозволяє наочно продемонструвати абстрактні поняття, що значно підвищує рівень розуміння навчального матеріалу. Зокрема, під час дистанційного навчання доцільно застосовувати інструменти, що дозволяють систематизувати інформацію, наприклад, створювати короткі конспекти, навчальні картки, мультимедійні презентації, навчальні відео тощо.

Canva – це сучасна онлайн платформа, що має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, широкий функціонал, велику кількість різноманітних інструментів та можливостей. Вчитель може використовувати цей інструмент для створення презентацій, плакатів, інформаційних буклетів, схем, таблиць тощо [5].

Як графічний редактор Canva дозволяє створювати презентації, інфографіки, навчальні плакати, картки, фотокниги, редагувати зображення. При цьому платформа надає доступ до колекції розроблених дизайнів та шаблонів [2]. Також є можливість створення ментальної карти, що дає змогу структуровано виокремлювати найважливішу інформацію, створювати мініконспекти, проводити актуалізацію знань. Однією з нових функцій, доступних на платформі є

можливість розробки сайтів, а також онлайн-курсів з можливістю додавання учнів. Створення курсів – це інструмент для вчителя, що дозволяє об'єднувати усі навчальні матеріали в одному місці, не використовуючи при цьому сторонні ресурси.

У Canva доступний редактор документів, табличний редактор, фото та відео редактори. На платформі можна створювати короткі відеоролики, є можливість записувати звук, проводити запис екрана. Функція «Canva Code» дозволяє створювати флеш-картки, розробляти вікторини, ігри за допомогою вбудованого ШІ.

Під час створення дизайнів також доступні десятки додатків для різних потреб, зокрема: видалення фону, генерація зображень, створення форм, діаграм тощо. Для уроків математики доступний додаток «Equations», за допомогою якого можна записувати формули.

Важливим інструментом для вчителя є онлайн-дошка. Використання якої під час дистанційного навчання забезпечує створення інтерактивного освітнього середовища, у якому можлива взаємодія між вчителем та учнем [3]. У Canva онлайн-дошка має багато корисних функцій, зокрема, дає можливість малювати, додавати текст та фігури, додавати графічні елементи, вбудовувати матеріали інших платформ (YouTube, LearningApps, GeoGebra, Genially), створювати замітки. При наданні доступу для учнів можлива спільна робота з дошкою. Важливим також є автоматичне збереження інформації на дошці і її оновлення в режимі реального часу.

На уроках алгебри та геометрії вчитель може використовувати програму для створення наочних навчальних матеріалів. Наприклад, під час вивчення теми «Застосування різних способів розкладання многочленів на множники» вчитель може підготувати навчальні картки або короткі конспекти на онлайн-дошці, де покроково показати різні методи розкладу. А за допомогою функції «Equations» можна зручно записати необхідні формули.

Під час розгляду теми «Площа геометричних фігур» доцільно використати Canva. Вчитель може створити інфографіку або навчальний постер із формулами, малюнками, короткими поясненнями та прикладами обчислень. Такий візуальний матеріал можна використати під час пояснення теми або як опорний конспект для узагальнення й повторення основних формул.

Проте, варто зазначити, що платформа працює за наявності стабільного інтернет з'єднання. Зауважимо також, що у Canva доступна платна підписка, використання якої відкриває більше можливостей : доступ до усіх дизайнів, додаткові функції, додаткове хмарне сховище для зберігання дизайнів.

Отже, використання Canva на уроках математики сприяє

підвищенню ефективності засвоєння навчального матеріалу. Платформу доцільно використовувати, як під час онлайн занять, так і при роботі в очному форматі. Таким чином Canva – це не просто графічний редактор, а сучасний цифровий освітній простір, що оптимізує професійну діяльність учителя й дозволяє проводити уроки використовуючи один ресурс.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ачкан В. В. Інноваційна компетентність учителя математики. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. 2014. № 5. С. 199-207.
2. Бурцева О. Г. Активізація пізнавальної діяльності учнів 10-11 класів основної школи за допомогою медіаосвітніх технологій. *Педагогічна інноватика: сучасність та перспективи*. 2025. № 10. С. 126–130. URL : <http://journals.uzhnu.uz.ua/index.php/ped/article/view/1462> (дата звернення: 13.03.2026).
3. Вертипорох Т., Литвинюк М., Турка Т. Використання інформаційних технологій на уроках математики для підвищення мотивації здобувачів освіти під час дистанційного навчання. *Період трансформаційних процесів в світовій науці: задачі та виклики*: збірник наукових праць з матеріалами IV Міжнародної наукової конференції, м. Рівне, 13 грудня, 2024 р. / Міжнародний центр наукових досліджень. Вінниця: ТОВ«УКРЛОГОС Груп», 2024. С. 432–435. URL : <https://archives.mcnd.org.ua/index.php/conference-proceeding/article/view/425> (дата звернення: 12.03.2026).
4. Дерябіна Ю., Кравченко Н. Застосування інтерактивних онлайн-дошок при викладанні математичних дисциплін у закладах вищої освіти. *Наукові записки Бердянського державного педагогічного університету. Серія : Педагогічні науки* : зб. наук. пр. 2022. Вип. 3. С. 12–32.
5. Рой О., Простакова Ю. Використання дидактичних онлайн-ресурсів для підвищення ефективності навчання математики. *Цифрові технології в освіті*. 2024. Вип. 1 С. 131–136. URL : <https://dspace.hnpu.edu.ua/handle/123456789/17185> (дата звернення: 13.03.2026).

Ганна САРАКА,

здобувачка другого (магістерського) рівня вищої освіти 2 курсу факультету фізико-математичної, комп'ютерної та технологічної освіти
Науковий керівник: **Світлана ПАНОВА,**
к.пед.н., доцент (БДПУ)

ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ STEM-ОСВИТИ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ

Актуальність. Тема інтеграції STEM-освіти в навчальний процес є надзвичайно актуальною у сучасному освітньому середовищі. Математика, як основа STEM-дисциплін, часто викликає труднощі у розумінні та мотивації серед учнів. Тому інтеграція STEM, яка об'єднує

науку, техніку, інженерію та математику, допомагає зробити навчання більш цікавим і практично орієнтованим. Застосування цієї методики у навчанні дозволяє учням побачити реальні застосування математичних знань, що підвищує їхню мотивацію, сприяє розвитку критичного мислення і вирішення проблем, а також покращує їхні аналітичні навички. Однак, незважаючи на позитивні аспекти, інтеграція STEM з математики стикається з деякими викликами, такими як балансування вимог до навчального плану та необхідність професійної підготовки вчителів.

Ступінь досліджуваності проблеми. Аналізуючи останні дослідження науковців щодо STEM-освіти, можна виділити багато тих, хто наголошує на покращеннях. Вони доводять, що інтеграція STEM може зробити математику більш привабливою та актуальною, пов'язуючи її з реальними проблемами та програмами. Такий підхід допомагає учням побачити цінність математики в різних контекстах, тим самим поглиблюючи своє розуміння [1; 4; 5].

Беззаперечною перевагою STEM-освіти є розвиток важливих навичок. Інтеграція STEM сприяє розвитку критичного мислення, вирішення проблем та аналітичних навичок. Ці навички необхідні учням для досягнення успіху в 21 столітті [4].

Наступним позитивним впливом є підвищення мотивації. Коли учні бачать практичне застосування математики через діяльність STEM, їхня мотивація та інтерес до предмету можуть зростати [1].

Практична діяльність із застосуванням STEM-освіти має в своєму арсеналі також активне і проблемно-орієнтоване навчання. Необхідно інтегрувати стратегії активного навчання та проблемне навчання, щоб залучити учнів до практичної діяльності, яка вимагає від них застосування математичних концепцій для вирішення реальних проблем [4].

Використання інформаційно-комунікаційних технологій, а саме інтерактивного програмного забезпечення, графічних калькуляторів, електронних таблиць і віртуальних симуляторів, може покращити викладання математики. Ці інструменти допоможуть учням візуалізувати абстрактні концепції та взяти участь в інтерактивному навчальному досвіді [4].

Найпотужнішим засобом у арсеналі STEM є міждисциплінарні зв'язки і створення уроків, які явно пов'язують математику з іншими дисциплінами. Наприклад, використання завдань інженерного проектування, які вимагають математичних розрахунків, або інтеграція аналізу наукових даних на уроки математики [3].

Спільне навчання. Заохочуйте учнів працювати в групах над проектами STEM. Такий підхід не тільки допомагає їм розвивати навички роботи в команді, але й дозволяє вчитися один в одного [4].

Застосування в реальному світі і дизайнерська діяльність, яка включає реальне застосування математики. Наприклад, використання тригонометрії для вивчення інженерних коливань землетрусів або застосування статистичних методів для аналізу наукових даних [2].

Одним із викликів в інтеграції STEM є збалансування вимог до навчального плану кожної дисципліни. Вчителі повинні переконатися, що вони відповідають стандартам з математики, а також включають елементи з науки, техніки та інженерії [1; 3].

Ефективна інтеграція STEM вимагає добре підготовлених вчителів, які комфортно почуваються в міждисциплінарному викладанні. Програми професійного розвитку можуть допомогти вчителям здобути необхідні навички та впевненість для впровадження STEM-активностей у своїх класах.

Доступ до таких ресурсів, як технології, інструменти та матеріали для практичної діяльності, також може бути обмежуючим фактором. Школам потрібно інвестувати в ці ресурси для підтримки ефективної інтеграції STEM.

Мета і методи дослідження. Усе вищенаведене зумовило актуальність мети дослідження: дослідити STEM-освіту і її впровадження в навчальний процес на уроках математики. Для досягнення поставленої мети були використані теоретичні (аналіз наукових джерел) і будуть застосовані практичні методи дослідження (у подальшому педагогічному експерименті).

Сутність дослідження. Аналіз стану дослідженості проблеми показав, що інтердисциплінарний підхід може змінити освітній процес і підвищити ефективність навчання. Було досліджено, як активне навчання, проблемно-орієнтовані завдання та використання інформаційно-комунікаційних технологій можуть сприяти покращенню викладання математики. Також підкреслено важливість міждисциплінарних зв'язків і спільної роботи учнів у групах, що допомагає розвивати важливі навички для 21 століття, як-от командну роботу та вирішення практичних завдань.

Основні висновки. Інтеграція STEM у математику підвищує мотивацію учнів, оскільки вони бачать реальне застосування теоретичних знань. STEM-освіта сприяє розвитку важливих навичок, таких як критичне мислення, аналітичні здібності та вміння вирішувати проблеми, що необхідно для успіху в сучасному світі. Активне навчання та проблемно-орієнтовані завдання допомагають учням глибше розуміти матеріал і краще готують їх до практичних ситуацій. Використання інформаційно-комунікаційних технологій робить навчання більш інтерактивним і дає змогу візуалізувати абстрактні математичні концепції. Для ефективної інтеграції STEM необхідна належна підготовка вчителів та доступ до відповідних навчальних

матеріалів і технологій. Балансування вимог навчальних програм і забезпечення їхньої відповідності стандартам кожної дисципліни є ключовим для успішного впровадження STEM-методів у школах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Appelgate M.H., Jurgenson K. How Engagement with Mathematics in an Integrated STEM Lesson Evolved over Four Years. *Investigations in Mathematics Learning*. 2022. № 14 (1). P. 63–86. DOI: 10.1080/19477503.2021.2023965.
2. Bholoa A., Ramful A. Mathematics in the Service of Science and Technology Education. *Contemporary Trends and Issues in Science Education*. 2023. № 56. P. 83–100. DOI: 10.1007/978-3-031-24259-5_7.
3. Kimmel H.S., Burr-Alexander L.E., Hirsch L., Rockland R.H., Carpinelli J.D., Aloia M. Pathways to effective K-12 STEM programs (2015) Proceedings – Frontiers in Education Conference. *FIE*, 2015-February (February), art. no. 7044362. DOI: 10.1109/FIE.2014.7044362.
4. Mierluș-Mazilu I., Yilmaz F. Teaching Mathematics in STEM Education. *Springer Proceedings in Mathematics and Statistics*. 2024. № 439. P. 147–170. DOI: 10.1007/978-3-031-49218-1_11.
5. Spreitzer C., Kaar V., Kolloosche D., Krainer K. The role of mathematics and instructional practices in integrated stem education. *Proceedings of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. 2024. № 4. P. 121–128. URL : <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85199602254&partnerID=40&md5=5eead0566b2317d123233a50257b93f9> (дата звернення: 25.02.26).

Діана СОЛОМКА,

здобувачка другого (магістерського) рівня вищої освіти 1 курсу факультету фізико-математичної, комп'ютерної та технологічної освіти

Науковий керівник: **Світлана ПАНОВА,**

к.пед.н., доцент (БДПУ)

АКТИВІЗАЦІЯ НАВЧАЛЬНО-ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЗАСОБАМИ ІНТЕРАКТИВНИХ ДОШОК

Актуальність. У сучасному освітньому процесі все більшого поширення набувають інтерактивні технології, які дозволяють зробити навчання більш цікавим та ефективним. Серед таких технологій особливе місце займають інтерактивні дошки, що поєднують у собі функції традиційної дошки та мультимедійного засобу. Вони надають можливість використовувати графічні матеріали, відео, інтерактивні завдання та онлайн-ресурси, сприяючи активній взаємодії між учителем та учнями.

Завдяки інтерактивним дошкам навчальний процес стає наочним, динамічнішим та орієнтованим на розвиток пізнавальної

активності школярів. Учні отримують змогу безпосередньо брати участь у виконанні завдань, працювати в групах та індивідуально, що підвищує інтерес до навчання та сприяє кращому засвоєнню знань.

Ступінь дослідженості проблеми. Про введення інтерактивних дошок, вплив на пізнавальну активність та доцільність їх застосування розкрито в працях Т. Деділова, Я. Кононенко, С. Андрух [1], С. Лабудько [2].

Окремі віртуальні дошки такі як Padlet, Miro, Scribblar, Google Jamboard, Canva, Twiddla, AWWApp і подібні було досліджено Н. Хміль, О. Кисельовою [4], О. Малихін, М. Загорулько [3]. Ці дошки були розглянуті і у статті М. Гладун, М. Сабліна [5], але вже не інструментарій, а демонструються можливості застосування онлайн інструментів інтерактивного навчання для реалізації навчального співробітництва.

Мета дослідження. Обґрунтування педагогічного потенціалу інтерактивних дошок та визначення їх можливостей у процесі активізації навчально-пізнавальної діяльності учнів на уроках математики. **Методи дослідження.** Застосування теоретичних методів: аналіз і порівняння наукових джерел, синтез, узагальнення та моделювання.

Висновок. Аналіз наукових праць та практичного досвіду показав, що інтерактивні дошки є ефективним засобом активізації навчально-пізнавальної діяльності учнів, оскільки вони забезпечують наочність, інтерактивність та можливість використання мультимедійних ресурсів. Разом з тим, незважаючи на численні дослідження, недостатньо висвітленими залишаються питання системної інтеграції інтерактивних дошок у методику викладання окремих предметів, розробки методичних рекомендацій щодо їх оптимального використання, а також підготовки педагогів до ефективної роботи з такими технологіями.

ЛІТЕРАТУРА

1. Деділова Т., Кононенко Я., Андрух С. Інтерактивні онлайн дошки як засіб активізації діяльнісного підходу в дистанційному навчанні. *Проблеми і перспективи розвитку підприємництва*. 2022. № 29. С. 123–133. <https://doi.org/10.30977/ppb.2226-8820.2022.29.123>
2. Лабудько С. Інтерактивні дошки: методичні прийоми використання у навчально-виховному процесі. *Електронні інформаційні ресурси: створення, використання, доступ*. 2014. С. 126–139. URL : <https://inmad.vntu.edu.ua/portal/static/5C7B079D-8E5F-4450-8CA2-7CCC786E22D8.pdf#page=127> (дата звернення: 15.10.2025).
3. Малихін О., Загорулько М. Онлайн-дошка тіго як засіб навчання у дистанційній та змішаній освіті. *Світ дидактики: дидактика в сучасному світі* : зб. матеріалів II міжнар. науково-практ. інтернет-конф., 22-23 листоп.

2022 р. Київ, 2023. С. 86–89. URL : <https://undip.org.ua/wp-content/uploads/2023/02/Zbirnyk-Svit-dydyky-2.pdf#page=87> (дата звернення: 15.10.2025).

4. Хміль Н., Кисельова О. Формування у майбутніх учителів навичок використання інтерактивних дошок в освітньому процесі. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. 2015. Т. 2, № 7. С. 95–100. URL : <https://phm.cuspu.edu.ua/ojs/index.php/NZ-PMFMT0/article/viewFile/543/519> (дата звернення: 15.10.2025).

5. Gladun M., Sablina M. Modern online instruments of interactive education as technology of cooperation. *Open educational e-environment of modern university*. 2018. № 4. P. 33–43. <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2018.4.3343>

Дар'я ТОНКИХ,

здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти 2 курсу факультету фізико-математичної, комп'ютерної та технологічної освіти
Науковий керівник: **Юлія ДЕРЯБІНА,**
асистентка (БДПУ)

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ СЕРВІСУ DESMOS ДЛЯ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ З ПАРАМЕТРАМИ

Сучасна освіта нерозривно пов'язана з цифровізацією. Комп'ютерні засоби навчання дедалі активніше інтегруються в освітній процес, особливо в умовах упровадження компетентнісного підходу. Онлайн-калькулятори дедалі частіше використовуються не лише для виконання базових обчислень, а й для розв'язування складних математичних задач і побудови графіків, що дозволяє розглядати їх як інструменти для навчального моделювання [4].

У цьому контексті особливе місце займають задачі з параметрами. Їх розв'язування вимагає не лише відтворення знань, а й глибокого розуміння матеріалу та уміння аналізувати різні випадки залежно від значення параметра. Через необхідність розгляду багатьох варіантів та високий рівень абстракції ці задачі часто викликають труднощі [1; 2]. Одним зі способів зробити їх більш зрозумілими є використання графічної інтерпретації, адже кожне рівняння має свій графічний образ, який завдяки сучасним сервісам можна візуалізувати [2].

Одним із таких інструментів є Desmos – безкоштовний онлайн-сервіс, який не потребує встановлення. Він надає засоби для створення інтерактивних матеріалів і візуальних моделей, що робить його зручним для дослідження задач з параметрами. Desmos має значний перелік інструментів та можливостей, ефективних для графічного аналізу параметричних задач [3]. Незважаючи на зростаючу популярність сервісу, питання системного аналізу його

потенціалу саме для розв'язування задач з параметрами залишається недостатньо дослідженим. Отже, актуальність роботи полягає в необхідності узагальнення та аналізу можливостей сервісу Desmos у контексті розв'язування задач з параметрами.

Питання використання сучасних математичних сервісів, зокрема графічного калькулятора Desmos, для розв'язування задач з параметрами знайшло відображення в роботах Т. Ісько [1], Я. Левицького [2], Т. Махомети, І Тягай [3], Т. Таблер [4] та інших дослідників. У їхніх роботах простежується спільна тенденція до обґрунтування доцільності застосування цифрових інструментів для візуалізації математичних об'єктів і підвищення ефективності навчання.

Зокрема, Т. Ісько зосередила увагу на загальному використанні сервісів візуалізації, зокрема Desmos і GeoGebra, під час розв'язування задач з параметрами, наводячи конкретні приклади їх застосування. Водночас поза її дослідженням залишається глибокий аналіз саме інструментальних можливостей Desmos [1]. Я. Левицький розглядає інший важливий аспект – методика складання рівнянь та нерівностей з параметром за допомогою Desmos, що є суміжним, але не тотожним питанню системного аналізу його навчальних можливостей [2]. Т. Махомета та І. Тягай акцентують увагу на загальних перевагах сервісу Desmos і його ролі у фаховій підготовці майбутніх учителів математики [3], тоді як Т. Таблер розглядає Desmos у ширшому контексті онлайн-сервісів для математичного моделювання, пропонуючи їх класифікацію [4].

Попри наявність зазначених праць, дотичних до обраної теми, системного аналізу інструментів Desmos (повзунків, динамічних графіків, інтерактивних можливостей) саме для розв'язування задач з параметрами в них не здійснено. Варто зауважити, що досвід використання GeoGebra для дослідження параметричних задач представлено в науковій літературі значно ґрунтовніше. Хоча GeoGebra має ширший функціонал, Desmos має переваги у швидкості роботи, простоті та інтуїтивності інтерфейсу, що робить аналіз його потенціалу окремим актуальним завданням.

Таким чином, наше дослідження покликане заповнити окреслену прогалину та системно проаналізувати можливості використання сервісу Desmos під час розв'язування задач з параметрами.

Метою роботи є аналіз можливостей використання онлайн-сервісу Desmos для розв'язування задач з параметрами. Для досягнення поставленої мети використано такі **методи дослідження**: аналіз і узагальнення наукових джерел з проблеми дослідження, порівняння функціональних можливостей онлайн-сервісів, а також практичний аналіз інструментів Desmos під час розв'язування задач з параметрами.

Сутність дослідження: Онлайн-сервіс Desmos є сучасним графічним калькулятором, що забезпечує швидку побудову функцій, рівнянь і нерівностей у декартовій системі координат. Він функціонує безпосередньо в браузері, не потребує встановлення додаткового програмного забезпечення та є безкоштовним, що зумовлює його доступність для широкого кола користувачів [3; 4].

Особливу цінність під час розв'язування задач з параметрами становлять можливості сервісу, пов'язані зі створенням інтерактивних повзунків для зміни значень параметрів, миттєвою перебудовою графіків при їх регулюванні та наочністю графічного подання. У процесі дослідження встановлено, що введення параметра в рівняння автоматично спричиняє створення повзунка, який дозволяє змінювати його значення в заданому діапазоні [2]. Зміна значення параметра супроводжується миттєвою трансформацією графіка, що дає змогу простежити залежність його форми та розташування від відповідних змін.

За допомогою Desmos доцільно досліджувати різні типи параметричних задач, зокрема: визначення кількості коренів рівняння залежно від значення параметра; аналіз взаємного розташування графіків функцій; встановлення умов існування розв'язків; дослідження впливу параметра на область визначення та область значень функції [1; 2]. Графічна інтерпретація в таких задачах полегшує розуміння залежностей і дозволяє візуально перевірити результати аналітичних міркувань [1].

Щоб практично перевірити ефективність сервісу, ми розглянули рівняння $x^2 - 2ax + 1 = 0$. У середовищі Desmos будується графік функції $y = x^2 - 2ax + 1$, після чого створюється повзунок для параметра a . На рис. 1 представлено графічну інтерпретацію дослідження цього рівняння.



Рис. 1. Дослідження рівняння $x^2 - 2ax + 1 = 0$ в середовищі Desmos

Змінюючи значення параметра a можна спостерігати зміну положення параболи та кількість точок її перетину з віссю абсцис. З аналітичної точки зору кількість розв'язків рівняння визначається значенням дискримінанта: $D = (-2a)^2 - 4 \cdot 1 \cdot 1 = 4a^2 - 4$. Якщо $a^2 > 1$, $D > 0$, то і рівняння має два різних корені; якщо $a^2 = 1$, то $D = 0$ і рівняння має один корінь; якщо $a^2 < 1$, то $D < 0$ і дійсних розв'язків немає. Графічне

дослідження в середовищі Desmos дозволяє наочно підтвердити ці результати: залежно від значення параметра парабола або перетинає вісь абсцис у двох точках, або дотикається до неї, або не має з нею спільних точок.

Проведений аналіз можливостей Desmos засвідчує, що його використання забезпечує наочність дослідження, дозволяє оперативню перевіряти припущення щодо кількості розв'язків і сприяє реалізації дослідницького підходу до вивчення залежності між параметром і властивостями функції [2; 4].

Проведене дослідження дозволило здійснити аналіз можливостей онлайн-сервісу Desmos для розв'язування задач з параметрами та встановити його ефективність як інструменту графічного дослідження. З'ясовано, що використання інтерактивних повзунків, миттєвої перебудови графіків і наочної візуалізації забезпечує оперативне виявлення залежності між значенням параметра та властивостями функції, зокрема кількістю розв'язків рівняння, характером взаємного розташування графіків. Узагальнення отриманих результатів дає підстави стверджувати, що застосування Desmos сприяє підвищенню наочності та логічної обґрунтованості процесу розв'язування задач з параметрами, поєднуючи аналітичний і графічний підходи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ісько Т. Використання сучасних математичних сервісів для розв'язування задач з параметрами під час навчання учнів математики. *Наука. Освіта. Молодь* : збірник матеріалів XVII Всеукраїнської наукової конференції студентів та молодих науковців (Умань, 30 квітня 2024 р.) / за ред. О. І. Безлюдного. Умань : Візаві, 2024. С. 94–96.
2. Левицький Я. Складання задач з параметром з використанням графічного калькулятора Desmos. *Наукові записки молодих учених*. 2021. № 8. С. 1–10.
3. Махомета Т., Тягай І. Особливості використання сервісу Desmos у процесі фахової підготовки майбутніх учителів математики. *Перспективи та інновації науки*. 2024. № 2 (36). С. 301–308.
4. Таблер Т. Огляд та класифікація онлайн-сервісів для підтримки процесів математичного моделювання. *Сучасні проблеми моделювання*. 2025. № 28. С. 149–164.

Карина ШИТКО,

здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти 3 курсу факультету фізико-математичної, комп'ютерної та технологічної освіти
Науковий керівник: **Микола КУДІНОВ,**
к.пед.н., старший викладач (БДПУ)

ЗВ'ЯЗОК ДЗЕТА-ФУНКЦІЇ РІМАНА З КВАНТОВИМ ХАОСОМ ТА РІВНЯМИ ЕНЕРГІЇ

Актуальність. Гіпотеза Рімана традиційно розглядається як задача теорії чисел, проте її найперспективніші розв'язання лежать на стику з квантовою механікою. Ідея про те, що нетривіальні нулі дзета-функції $\zeta(s)$ можуть відповідати спектру власного значення певного фізичного оператора (гіпотеза Гільберта-Пої), перетворює абстрактні числа на фізичні спостережувані величини. Це відкриває шлях до розуміння «квантової природи» простих чисел.

Ступінь досліджуваності проблеми. Дослідження взаємодії теорії чисел та квантової фізики базується на таких ключових роботах:

- Спектральна інтерпретація: Роботи М. Berry та J. Keating [1] висувують припущення, що нулі дзета-функції Рімана відповідають енергетичним рівням квантової системи, класичний аналог якої є хаотичним, але не має часової інверсії.

- Статистика GUE: Праця Н. L. Montgomery [3] та її подальша перевірка А. Odlyzko [4] встановили, що парна кореляція нулів ідентична статистиці власних значень випадкових матриць, що характерно для складних квантових систем.

- Фундаментальна монографія М. Mehta [2] описує теорію випадкових матриць, яка стала «мовою» для опису квантового хаосу та нулів дзета-функції.

Мета і методи дослідження. Усе вищенаведене зумовило актуальність мети дослідження: дослідити зв'язок дзета-функції Рімана з квантовим хаосом та рівнями енергії. Для досягнення поставленої мети були використано аналіз наукових джерел.

Сутність дослідження. Основна концепція гіпотези Гільберта-Пої та самоспряжених операторів полягає у пошуку гамільтоніана H , такого що його власні значення E_n

$$\gamma_n = E_n$$

задовольняють умову: де $1/2 + i\gamma_n$ – нетривіальні нулі $\zeta(s)$. Якщо такий оператор H є ермітовим (самоспряженим), то всі його власні значення E_n мають бути дійсними, що автоматично доводить Гіпотезу Рімана.

Квантовий хаос та статистика Монтгомері-Одлижко шляхом дослідження нулів на великих висотах ($T \rightarrow \infty$) показало, що вони розподілені не випадково (як за законом Пуассона), а демонструють «відштовхування рівнів».

Це явище ідентичне поведінці енергетичних рівнів у ядрах важких атомів або в квантових більярдах із хаотичною динамікою. Статистична відповідність між нулями та Gaussian Unitary Ensemble (GUE) є одним із найсильніших непрямих доказів істинності ГР.

Зв'язок квантових «відбитків» простих чисел реалізується через формулу сліду Сельберга, яка пов'язує спектр оператора з довжинами замкнених періодичних орбіт. У контексті дзета-функції:

- Нулі – це «енергетичні рівні» (спектр).
- Прості числа – це «періодичні орбіти» динамічної системи.

Це дозволяє трактувати гармоніки в розподілі простих чисел як результат квантової інтерференції.

Основні висновки. Вивчення дзета-функції як фізичної системи дозволяє використовувати інструменти статистичної механіки та квантової теорії поля. Сучасний стан проблеми вказує на те, що Гіпотеза Рімана може бути доведена через побудову відповідного квантового гамільтоніана, що зробить прості числа частиною фундаментальних законів природи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Berry M. V., Keating J. P. The Riemann Zeros and Quantum Chaos. *SIAM Review*. 1999. Vol. 41. No. 2. P. 236–266.
2. Mehta M. L. *Random Matrices*. 3rd ed. Amsterdam : Elsevier/Academic Press, 2004. 688 p.
3. Montgomery H. L. The pair correlation of zeros of the zeta function. *Analytic Number Theory*. 1973. Vol. 24. P. 181–193.
4. Odlyzko A. M. On the distribution of spacings between zeros of the zeta function. *Mathematics of Computation*. 1987. Vol. 48, № 177. P. 273–308.

ФІЗИКА ТА МЕТОДИКА НАВЧАННЯ

Олександр АЛЕЙКІН,

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти 3 курсу факультету фізико-математичної, комп'ютерної та технологічної освіти
Науковий керівник: **Олександр ШКОЛА,**
д.пед.н., професор (БДПУ)

ОПТИЧНА СИСТЕМА ОКА ЛЮДИНИ ЯК ОБ'ЄКТ МІЖПРЕДМЕТНОЇ ІНТЕГРАЦІЇ ФІЗИКИ ТА БІОЛОГІЇ

Сучасний розвиток шкільної фізичної освіти характеризується необхідністю формування в учнів цілісного природничо-наукового світогляду і стилю мислення. Важливим засобом реалізації цього завдання є використання міжпредметних зв'язків (МПЗ) у навчанні. Інтеграція знань з різних галузей науки сприяє більш глибокому розумінню природних явищ, формуванню наукового мислення та розвитку дослідницьких умінь учнів. Особливого значення при цьому має реалізація МПЗ фізики та біології, оскільки багато біологічних процесів можуть бути пояснені на основі фізичних закономірностей.

Тема «Оптика» шкільного курсу фізики є однією з найбільш природних точок такої інтеграції: фізичні закони, що лежать в основі побудови зображення, безпосередньо пояснюють механізм роботи органу зору людини. Поєднання цих двох предметних ліній дозволяє перетворити абстрактні формули на інструмент розуміння реальних фізичних явищ та біологічних механізмів сприйняття світла.

Людське око є складною оптичною системою, що складається з рогівки, кришталика та склоподібного тіла (рис. 1). Рогівка забезпечує основну частину заломлення – близько 43 дптр, кришталик додає від 19 до 33 дптр залежно від ступеня акомодатії. Загальна оптична сила ока в стані спокою становить приблизно 59 дптр. Формування зображення описується формулою тонкої лінзи:

$$1/f = 1/a + 1/b,$$

де f – фокусна відстань еквівалентної оптичної системи ока, a – відстань від предмета до ока, b – відстань від вузлової точки сітківки



Рис. 1. Будова ока людини

(~17 мм). Саме стала величина b і визначає умови нормального зору: зображення предмета (зменшене, перевернуте, дійсне) має чітко потрапити на сітківку, де паличкові та колбочкові фоторецептори перетворюють світловий сигнал на нервові імпульси. Ця аналогія з фотокамерою – кришталик як об'єктив, сітківка як матриця – наочна й методично продуктивна: учні бачать, що за біологічною складністю стоїть точна фізична модель (рис. 2).

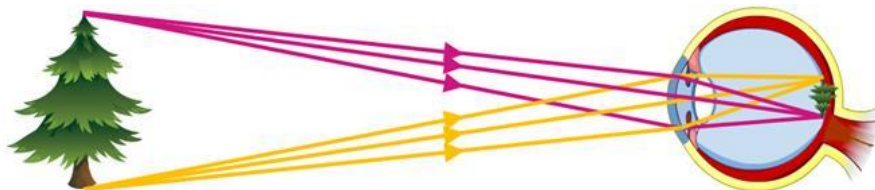


Рис. 2. Утворення зображення предмета в оці

Важливим аспектом інтеграції фізики та біології є також розгляд порушень зору людини. Короткозорість і далекозорість є прямим наслідком порушення умов формування зображення, що описуються наведеною формулою. При короткозорості осьова довжина ока перевищує норму (понад 24 мм), унаслідок чого фокус паралельних променів від далеких предметів утворюється перед сітківкою. Корекція здійснюється розсіювальною лінзою з від'ємною оптичною силою, яка «відсуває» фокус назад. При далекозорості ситуація протилежна: фокус формується за сітківкою через недостатню заломлювальну силу або вкорочену вісь ока; корекція потребує збиральної лінзи з додатними діоптріями. Розв'язування задач на підбір коригувальних лінз за формулою тонкої лінзи органічно поєднує фізику з практичною медициною і підвищує мотивацію учнів.

Ефективна реалізація МПЗ фізики та біології під час вивчення оптики сприяє передбачає послідовний перехід від теорії до практики та дослідницької діяльності:

1. Теоретичне підґрунтя: вивчення будови ока через кризь законів геометричної оптики – введення поняття еквівалентної лінзи, розрахунок оптичної сили рогівки та кришталіка, аналіз формування зображення на сітківці за формулою тонкої лінзи.

2. Демонстраційний і лабораторний експеримент: моделювання ока за допомогою збиральної лінзи та екрана-«сітківки»; демонстрація зміщення зображення при зміні відстані a та імітація короткозорості/далекозорості додатковими лінзами.

3. Розв'язування розрахункових задач: визначення оптичної сили коригувальної лінзи для заданих параметрів ока; порівняння акомодційних можливостей молодого та літнього ока за числовими даними.

4. STEM-проект: порівняльний аналіз оптичної системи ока та цифрової камери – фокусна відстань, глибина різкості, роздільна здатність (~1 кутова хвилина для ока людини); використання цифрових симуляторів будови ока.

Отже, розгляд оптичної системи ока як фізичної моделі з конкретними числовими параметрами, формулою тонкої лінзи та розрахунком коригувальних лінз перетворює тему «Оптика» на повноцінний майданчик міжпредметної інтеграції. Учні не просто засвоюють абстрактний закон заломлення світла, а навчаються застосовувати його для пояснення біологічних механізмів людського зору, вирішення практичних завдань на основі фізичних знань. Використання МПЗ фізики та біології під час вивчення оптики сприяє підвищенню ефективності освітнього процесу, формуванню природничо-наукової компетентності учнів та розвитку їхнього інтересу до вивчення природничих наук.

ЛІТЕРАТУРА

1. Безкоровайна І. М., Ряднова В. В., Воскресенська Л. К. Офтальмологія : навч. посібник для студентів вищих медичних закладів. Полтава : Дивосвіт, 2012. 248 с. URL : <https://files01.core.ac.uk/download/pdf/200096149.pdf> (дата звернення: 12.02.2026).
2. Ляшенко О.І. Методика навчання фізики як інноваційна наука. URL : https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/729177/1/Chernigiv_2021_Liashenko.pdf (дата звернення: 03.02.2026).
3. Методика навчання фізики у старшій школі / [за ред. В. Ф. Савченка]. Київ : Академвидав, 2011. 294 с.
4. Фізика : підруч. для 9 кл. загальноосвіт. навч. закл. / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. Харків : Ранок, 2017. 272 с. URL : <https://svarog.cx/product/fizyka-9-klas-baryahhtar-v-g/> (дата звернення: 02.02.2026).

Ігор БЕРЕЗОВСЬКИЙ,

здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти 1 курсу факультету фізико-математичної, комп'ютерної та технологічної освіти
Науковий керівник: **Олександр ШКОЛА,**
д.пед.н., професор (БДПУ)

НАНОТЕХНОЛОГІЇ У СУЧАСНІЙ ФІЗИЦІ

У сучасному світі розвиток науки і технологій тісно пов'язаний із дослідженнями на нанорівні. Нанотехнології стали одним із найбільш

перспективних напрямів розвитку фізики, матеріалознавства, електроніки та медицини. Вони базуються на вивченні та використанні властивостей матеріалів і структур, розміри яких становлять приблизно від 1 до 100 нанометрів. На такому масштабі багато фізичних явищ проявляються інакше, ніж у макроскопічних системах, що робить ці дослідження надзвичайно важливими.

Актуальність теми пояснюється тим, що наноматеріали мають унікальні фізичні, хімічні та механічні властивості. Наприклад, зміна розмірів частинок може впливати на електропровідність, теплопровідність, оптичні характеристики та міцність наноматеріалу. Завдяки цьому з'являється можливість створення об'єктів і пристроїв з принципово новими характеристиками. Крім того, нанотехнології відіграють важливу роль у розвитку сучасної промисловості. Вони використовуються у виробництві електроніки, медичних препаратів, систем енергозбереження, сенсорних пристроїв та різноманітних високотехнологічних матеріалів. Саме тому дослідження наноструктур є важливим завданням сучасної фізики та технічних наук.

Проблематика нанотехнологій активно досліджується науковцями різних країн світу. Одним із перших вчених, який звернув увагу на можливості маніпулювання окремими атомами та молекулами, був Р. Фейнман. У своїй відомій лекції «Там унизу ще багато місця» він висловив ідею про те, що майбутні технології зможуть працювати з матеріалами на атомному рівні. У подальшому розвиток ідей нанотехнологій був пов'язаний із працями Е. Дрекслера, який запропонував концепцію молекулярних машин та нанороботів. Значний внесок у дослідження фізичних властивостей наноматеріалів зробили також багато сучасних науковців у галузях фізики твердого тіла, квантової механіки та матеріалознавства [2 : 35]. Сучасні дослідження спрямовані на вивчення методів отримання наноматеріалів, їх структурних особливостей та можливостей практичного використання. Встановлено, що зменшення розмірів частинок до наномасштабу призводить до появи нових квантових ефектів, які значно впливають на властивості матеріалів [3 : 48].

Метою даного дослідження є аналіз ролі нанотехнологій у сучасній фізиці та визначення основних напрямів їх практичного застосування. Досягнення поставленої мети передбачає розгляд основних властивостей наноматеріалів, а також аналіз сучасних наукових підходів до їх створення. У роботі були використані методи аналізу наукової літератури, узагальнення результатів сучасних досліджень та порівняння різних підходів до вивчення наноструктур. Також було здійснено теоретичний аналіз можливостей використання наноматеріалів у різних галузях науки і техніки.

Нанотехнології являють собою комплекс методів, які дозволяють досліджувати та створювати матеріали на атомному і молекулярному рівнях. Основною особливістю наноматеріалів є значний вплив розмірного ефекту на їх фізичні властивості. На нанорівні проявляються квантово-механічні ефекти, які змінюють поведінку електронів у матеріалах. Наприклад, у наночастинках напівпровідників виникає явище квантового обмеження, що впливає на їх електронні та оптичні властивості. Це дозволяє створювати нові типи світлодіодів, лазерів та інших електронних пристроїв [4 : 62].

Важливим напрямом розвитку нанотехнологій є створення нових матеріалів із покращеними характеристиками. До таких матеріалів належать вуглецеві нанотрубки, графен, нанокристали та інші структури. Вони відзначаються високою міцністю, теплопровідністю та електропровідністю, що робить їх перспективними для використання у сучасній техніці.

Особливе значення нанотехнології мають у сфері електроніки. Завдяки зменшенню розмірів електронних компонентів стало можливим створення більш компактних і потужних пристроїв. Наноструктури використовуються у виробництві мікропроцесорів, сенсорів та елементів пам'яті. Крім того, наноматеріали активно застосовують у медицині. Наночастинки можуть використовуватися для адресної доставки лікарських препаратів безпосередньо до уражених клітин організму. Це дозволяє значно підвищити ефективність лікування та зменшити побічні ефекти.

У галузі енергетики нанотехнології використовують для підвищення ефективності сонячних батарей, акумуляторів та інших джерел енергії. Завдяки використанню наноматеріалів можна значно підвищити коефіцієнт корисної дії енергетичних систем та зменшити втрати енергії.

Отже, нанотехнології є одним із ключових напрямів розвитку сучасної фізики. Дослідження наноматеріалів дозволяє глибше зрозуміти фізичні процеси, що відбуваються на атомному і молекулярному рівнях. Використання нанотехнологій сприяє створенню нових матеріалів, розвитку електроніки, медицини та енергетики. Подальший розвиток цієї галузі може призвести до появи принципово нових технологій, які суттєво вплинуть на науково-технічний прогрес та розвиток сучасного суспільства. Таким чином, нанотехнології відкривають широкі можливості для розвитку сучасної науки і техніки, а їх дослідження залишається одним із найперспективніших напрямів фізики.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бойко В. Нанотехнології та їх застосування у сучасній науці. Київ : Наукова думка, 2019. 256 с.

2. Дрекслер Е. Машини творення: прийдешня ера нанотехнологій. Київ : Основи, 2017. 320 с.
3. Кузьменко І. Фізика наноструктур. Харків : ХНУ, 2020. 210 с.
4. Фейнман Р. Там унизу ще багато місця. Світ науки. 2018. №3. С. 60–66.
5. Cao G., Wang Y. Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties and Applications. Singapore : World Scientific, 2016.

Богдан ГЕВКО,

здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти 1 курсу факультету фізико-математичної, комп'ютерної та технологічної освіти
Науковий керівник: **Олександр ШКОЛА,**
д.пед.н., професор (БДПУ)

КВАНТОВІ ТЕХНОЛОГІЇ НОВОГО ПОКОЛІННЯ: СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

У 2025 році Нобелівську премію з фізики отримали британець Джон Кларк, американець Джон М. Мартініс і француз Мішель Деворе за відкриття, що проклало шлях до створення квантових технологій нового покоління – квантової криптографії, квантових комп'ютерів і квантових сенсорів. В Україні дослідження у цій галузі активно проводять у Львівському національному університеті імені Івана Франка під керівництвом професора Володимира Ткачука та члена-кореспондента НАН України Христини Гнатенко, в Інституті фізики НАН України – відділами квантової та когерентної оптики (академік Л. Яценко) і лазерної спектроскопії (член-кореспондент А. Негрійко), а також в Інституті теоретичної фізики імені М. М. Боголюбова НАН України (член-кореспондент А. Семенов). Нобелівське визнання свідчить про те, що квантові технології перейшли з царини теоретичної фізики до стратегічного пріоритету світової науки і техніки. Розглянемо сучасний стан та перспективи їх ключових напрямів.

Квантові технології – це галузь науки і техніки, що використовує квантові ефекти (суперпозицію, запутаність, тунелювання) для створення принципово нових пристроїв і матеріалів, неможливих у межах класичної фізики. Їх розвиток обіцяє прориви у військовій справі, медицині, кібербезпеці, матеріалознавстві, кліматичному прогнозуванні, логістиці та багатьох інших галузях.

Квантові обчислення. На відміну від класичних комп'ютерів, що оперують бітами зі значеннями 0 або 1, квантові комп'ютери використовують кубіти, здатні перебувати у суперпозиції кількох станів одночасно. Це уможливорює розв'язання задач, недоступних класичним системам, – зокрема, моделювання складних молекулярних систем і

зламування сучасних криптографічних алгоритмів. Основні тенденції розвитку квантових обчислень:

- *платформи кубітів*: активно досліджуються надпровідні, іонно-пасткові, фотонні та топологічні кубіти – кожна платформа має специфічні переваги та обмеження;
- *програмне забезпечення*: розробляються нові мови програмування та інструменти для створення квантових алгоритмів;
- *хмарний доступ*: квантові комп'ютери стають доступними через хмарні платформи, що відкриває їх для широкого кола дослідників і розробників.

Квантовий зв'язок і криптографія. Квантова криптографія ґрунтується на кодуванні інформації у квантових станах частинок (фотонів), що унеможливує її перехоплення без виявлення. Ключові переваги квантового зв'язку:

- *абсолютна захищеність*: будь-яка спроба виміряти квантовий сигнал неминуче змінює його, що дозволяє виявити факт перехоплення;
- *стійкість до квантових атак*: на відміну від класичних криптографічних алгоритмів, квантовий зв'язок стійкий до атак з боку квантових комп'ютерів;
- *глобальна мережа*: у перспективі квантовий зв'язок може стати основою захищеної глобальної мережі для урядів, фінансових установ і військових структур.

Тенденції розвитку квантового зв'язку охоплюють збільшення дальності передачі за допомогою квантових ретрансляторів, розробку нових протоколів розподілу ключів, комерціалізацію технологій захисту інформації та супутниковий квантовий зв'язок, що долає обмеження оптичного волокна. Квантова криптографія поступово виходить за межі урядового та військового застосування, охоплюючи фінансовий сектор, охорону здоров'я, телекомунікації та інтернет речей. Стандартизація та гібридні рішення (поєднання квантового і класичного шифрування) є ключовими напрямками її комерційного впровадження.

Квантові сенсори використовують квантові ефекти для вимірювання фізичних величин із точністю та чутливістю, недосяжними для класичних аналогів. Перспективні напрями застосування:

- *навігація і оборона*: квантові акселерометри та гіроскопи забезпечують надточну навігацію без GPS – під водою, у космосі та в умовах радіоелектронного придушення; квантові датчики також використовуються для виявлення прихованих об'єктів;
- *медицина і наука*: надчутливі квантові сенсори відкривають нові можливості для медичної діагностики, перевірки теорії відносності, пошуку темної матерії та вивчення квантової гравітації.

Основні тенденції розвитку квантової сенсорики: створення нових матеріалів (зокрема алмазів з азот-вакансійними центрами), розробка алгоритмів обробки великих масивів сенсорних даних, а також перехід від лабораторних прототипів до комерційно доступних продуктів.

Квантові матеріали – клас речовин, у яких квантово-механічні ефекти зумовлюють незвичайні явища: надпровідність, топологічні фази, гігантський магнетоопір, квантові спінові рідини. Перспективи їх застосування охоплюють:

- **квантові обчислення:** топологічні кубіти на основі топологічних ізоляторів можуть суттєво знизити рівень декогеренції (ключової проблеми квантових комп'ютерів), тобто швидкість, з якою кубіти квантового комп'ютера втрачають свої квантові властивості (суперпозицію та заплутаність) через взаємодію з навколишнім середовищем, перетворюючись на звичайні біти;

- **сенсори і детектори:** висока чутливість квантових матеріалів до зовнішніх впливів робить їх ідеальними для надчутливих вимірювальних систем;

- **енергоефективність:** термоелектричні генератори та фотоелектричні елементи на основі квантових матеріалів здатні підвищити ефективність перетворення енергії і знизити залежність від викопного палива (нафти, природного газу, вугілля).

Сучасні дослідження квантових матеріалів зосереджені на синтезі нових сполук із заданими квантовими властивостями та їх інтеграції з нанотехнологіями для маніпулювання структурою на атомному рівні. Отже, квантові технології охоплюють широкий спектр застосувань – від космічних досліджень до медицини і сталого розвитку. Незважаючи на те, що галузь перебуває на відносно ранній стадії розвитку, вона вже справляє відчутний вплив на науку, безпеку та промисловість. Інвестиції у квантові технології мають потенціал для революційних проривів у численних галузях людської діяльності, а подальша комерціалізація та стандартизація визначатимуть темпи їх впровадження у найближчі десятиліття.

ЛІТЕРАТУРА

1. Долбин О. В. Низькотемпературні ефекти квантових технологій: стан і перспективи інноваційного розвитку. *Вісник НАН України*. 2025. № 7. С. 49–54.
2. Корж Р. В. Вплив квантових технологій на інноваційні процеси в глобальній економіці. *Ukrainian Journal of Applied Economics and Technology*. 2024. Volume 9. № 2. URL : http://ujae.org.ua/wp-content/uploads/2024/05/ujae_2024_r02_a14.pdf (дата звернення: 25.01.2026).
3. Семенов А.О. Квантові технології в Україні: розвиток і застосування. *Вісник НАН України*. 2025. № 9. С. 50–55.

4. Bondarenko S. I., Krevsun A. V., Koverya V. P. Features of nanocontact formed using point electrical breakdown of a niobium oxide nanolayer. *Low Temperature Physics*. 2024. 50 (4): 350-358. <https://doi.org/10.1063/1.0025302>.
5. Zvyagin A. A., Slavin V. V. Giant caloric effects in spin-chain materials. *Physical Review B*. 2024. 109 (21): 214438. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.109.214438>.

Дар'я ДОРОГАВЦЕВА,

здобувачка другого (магістерського) рівня вищої освіти 1 курсу факультету фізико-математичної, комп'ютерної та технологічної освіти
Науковий керівник: **Ганна КОЛОМОЄЦЬ,**
к.фіз.-мат.н., доцент (БДПУ)

ІНТЕРАКТИВНІ МЕТОДИ НАВЧАННЯ МЕХАНІКИ В ЗАГАЛЬНООСВІТНІЙ ШКОЛІ

Актуальність. Вивчення механіки як фундаментального розділу фізики закладає основу для розуміння природничо-наукової картини світу. У сучасній школі спостерігається тенденція до зниження пізнавальної активності через складність теоретичного матеріалу та абстрактність динамічних процесів. Застосування інтерактивних методик дозволяє трансформувати пасивне спостереження у активний дослідницький процес, що є критично важливим для нової освітньої парадигми.

Ступінь досліджуваності проблеми. Питання методики викладання механіки в школі висвітлювали у своїх працях В. Савченко, М. Бойко та інші науковці [1]. Вони наголошували на важливості поєднання теорії з практикою, проте інтеграція новітніх віртуальних інструментів у середніх класах потребує подальшого детального опрацювання [2].

Мета і методи дослідження. Метою роботи є обґрунтування та розробка методики використання інтерактивних технологій при вивченні механіки для підвищення якості знань учнів. Для дослідження використано аналіз методичної літератури та моделювання навчальних ситуацій.

Сутність дослідження. Запропонована методика базується на залученні учнів до активної діяльності через такі інструменти:

Динамічна візуалізація. Використання середовища PhET Interactive Simulations дозволяє учням самостійно керувати фізичними величинами під час моделювання руху по похилій площині або вільного падіння.

Цифрове експериментування. Віртуальні лабораторні роботи долають обмеження матеріально-технічної бази шкіл, надаючи

можливість досліджувати вплив сили тертя чи маси тіла на характер руху в ізольованих умовах.

Проектно-конструкторська діяльність. Через створення макетів (наприклад, реактивного руху) учні інтегрують теоретичні знання з механіки у практичні інженерні рішення.

Прагматизація знань. Зв'язок законів Ньютона з біомеханікою спорту чи безпекою на транспорті підвищує особистісну значущість навчання для школяра.

Адаптивність завдань. Реалізація індивідуального підходу здійснюється через диференціацію рівнів складності віртуальних досліджень залежно від темпу засвоєння матеріалу учнем.

Основні висновки. Впровадження інтерактивних методів (віртуальних лабораторій, проектів та симуляцій) забезпечує глибоке розуміння фізичних законів, підвищує мотивацію до навчання та сприяє формуванню наукового світогляду школярів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Методика викладання фізики в середній школі (Конспекти лекцій) / В. Ф. Савченко, М. П. Бойко, М. М. Дідович та ін. Чернігів: ЧДПУ ім. Т. Г. Шевченка, 2003. 112 с.
2. Vijayatheerpan R. Virtual Lab for Interactive Learning in Science Education. University of Colombo, 2023. 12 p.

Надія КОВАЛЬСЬКА,

здобувачка другого (магістерського) рівня вищої освіти 1 курсу факультету фізико-математичної, комп'ютерної та технологічної освіти
Науковий керівник: **Олександр ШКОЛА,**
д.пед.н., професор (БДПУ)

ФІЗИЧНІ ЯВИЩА В ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЯХ ЯК ОСНОВА КОМПЕТЕНТІСНО ЗОРІЄНТОВАНОГО НАВЧАННЯ ФІЗИКИ

Сучасна шкільна фізична освіта передбачає не лише засвоєння учнями теоретичних знань, але й формування вміння застосовувати їх у практичній діяльності. Перед викладачем постає завдання зробити навчання не лише ефективним, але й цікавим, осмисленим та компетентісно зорієнтованим. Особливо важливим є використання прикладів, які демонструють зв'язок фізики з повсякденним життям і реальними технологічними процесами. Одним із таких процесів є сушіння харчових продуктів, яке широко використовується у харчовій промисловості. Представимо короткий приклад реалізації проектної діяльності студентів на цю тему.

Здобувачі освіти у закладі фахової передвищої освіти за професією «Кухар. Офіціант» досліджували процес виготовлення джерок – сушеного м'яса, нарізаного тонкими смужками і висушеного до стану тривалого зберігання. Під час сушіння відбуваються кілька взаємопов'язаних фізичних процесів: теплопередача від нагрівального елемента до продукту, випаровування води з поверхні та дифузії вологи з внутрішніх шарів до поверхні. Швидкість сушіння залежить від температури, вологості повітря та інтенсивності його циркуляції. З початком повномасштабної війни в країні гостро постало питання виготовлення калорійних перекусів із великим терміном придатності та зручних у транспортуванні, тому студенти вирішили дослідити цей процес практично. Вони застосували свої знання та розрахунки на практиці, перевірили їх достовірність і врахували допущені похибки. Сушіння проводилося при температурі 60 – 70 °С протягом приблизно 8 годин. Потужність сушарки становить 230 Вт, звідси кількість електричної енергії, спожитої приладом, становить: $E = 230 \cdot 8 = 1840 \text{ Вт} \cdot \text{год} = 1,84 \text{ кВт} \cdot \text{год}$. Якщо врахувати, що початкова маса м'яса становила близько 1 кг із вмістом вологи приблизно 65 – 70 %, то в процесі сушіння випаровується близько 0,6 – 0,65 кг води і значна частина спожитої електроенергії витрачається безпосередньо на фазовий перехід «рідина–пара». Таким чином, фізичні розрахунки дозволяють визначити енергетичні витрати технологічного процесу. Подібні приклади можуть бути використані на уроках фізики під час вивчення тем «Теплові явища», «Випаровування і конденсація», «Потужність електричного струму».

Одним із ключових фізичних процесів, що лежать в основі сушіння харчових продуктів, є випаровування. З точки зору молекулярно-кінетичної теорії, випаровування – це процес переходу речовини з рідкого стану в газоподібний, який відбувається з поверхні рідини за будь-якої температури. Молекули рідини перебувають у постійному хаотичному русі та мають різну кінетичну енергію. Частина молекул, що знаходяться поблизу поверхні рідини, може мати достатню енергію для подолання сил міжмолекулярного притягання. У такому разі вони залишають поверхню рідини та переходять у газову фазу, утворюючи пару. Інтенсивність випаровування залежить від кількох фізичних факторів: температури речовини, площі поверхні випаровування, швидкості руху повітря, вологості навколишнього середовища та тиску. Підвищення температури призводить до збільшення середньої кінетичної енергії молекул відповідно до співвідношення $E = 3/2 \cdot kT$ ($k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$ – стала Больцмана), що значно підвищує швидкість випаровування. Саме тому під час сушіння продуктів використовують нагрівання повітря до температур

60 – 70 °С, що відповідає 333 – 343 К і сприяє інтенсивнішому видаленню вологи. У процесі випаровування відбувається поглинання теплоти, оскільки для переходу молекул у газоподібний стан необхідно витратити енергію на розрив міжмолекулярних зв'язків. Цю енергію називають питомою теплотою пароутворення. Для води вона становить $L = 2,26 \cdot 10^6$ Дж/кг. Це означає, що для випаровування 1 кг води необхідно передати понад 2 МДж теплової енергії, а для випаровування 0,63 кг вологи з м'яса: $Q = L \cdot m = 2,26 \cdot 10^6 \cdot 0,63 \approx 1,42 \cdot 10^6$ Дж $\approx 0,39$ кВт·год. Саме тому процес сушіння потребує постійного підведення тепла.

Протилежним до випаровування є процес конденсації – перехід речовини з газоподібного стану в рідкий. Конденсація відбувається тоді, коли молекули водяної пари втрачають кінетичну енергію і сили міжмолекулярного притягання знову починають утримувати їх разом, утворюючи рідину. У процесі сушіння продуктів важливо забезпечити ефективне відведення водяної пари від поверхні продукту. Якщо цього не відбувається, у повітрі збільшується концентрація водяної пари, що призводить до наближення стану повітря до насичення. У таких умовах швидкість випаровування значно зменшується, а частина водяної пари може навіть конденсуватися на поверхні продукту. Саме тому сучасні сушарки обладнані системами примусової циркуляції повітря, які забезпечують постійне перемішування повітряних потоків і відведення повітряної маси, насиченої водяною парою. З точки зору фізики цей процес можна розглядати як динамічну рівновагу між випаровуванням і конденсацією: вона настає тоді, коли кількість молекул, що залишають поверхню рідини за одиницю часу, дорівнює кількості молекул пари, що повертаються в рідку фазу. У відкритих системах, таких як сушарки, ця рівновага постійно зміщується в бік випаровування завдяки нагріванню та примусовій циркуляції повітря, що підтримує відносно вологість біля поверхні продукту значно нижчою за 100%.

Використання прикладних задач сприяє підвищенню мотивації студентів до вивчення фізики, формує науковий світогляд і показує практичну цінність фізичних знань. Студенти починають розуміти, що фізичні закони лежать в основі багатьох технологічних процесів їхньої майбутньої професії. Отже, процес сушіння харчових продуктів є наочним прикладом прояву фізичних явищ: теплопередачі, випаровування, дифузії та перетворення енергії. Аналіз таких процесів дозволяє продемонструвати практичне значення фізики та сприяє формуванню дослідницьких компетентностей студентів. Мотивацією до продовження досліджень стало здобуття майбутніми кухарями диплома III ступеня у Творчому конкурсі фотоколлажів та відеоматеріалів «Фізико-математичний портрет моєї майбутньої професії». Усі виготовлені джерки були передані Збройним Силам

України. Студенти відчули, що вони також можуть допомагати військовим, а не бути лише спостерігачами. Отримавши схвальні відгуки, ми продовжуємо здобувати професію, працювати та допомагати нашим захисникам.

ЛІТЕРАТУРА

1. Технології сушіння : навч. посібник / В. В. Шутюк, Т. М. Левківська, О. В. Душак, К. В. Рубанка, О. С. Бессараб, С. А. Бут. Київ : НУХТ. Вид-во «АртЕк», 2024. 355 с.
2. Фізика. 10 клас : підручник / В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий. Київ : Освіта, 2010. 304 с.
3. Фізика. 10 клас : підручник : рівень стандарту / В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова. Харків : Ранок, 2018. 269 с.

Дарія КОЛІСНИЧЕНКО,

здобувачка другого (магістерського) рівня вищої освіти 1 курсу факультету фізико-математичної, комп'ютерної та технологічної освіти
Науковий керівник: **Олександр ШКОЛА,**
д.пед.н., професор (БДПУ)

МЕТОДИКА ЗАСТОСУВАННЯ МОБІЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ФІЗИЧНИХ ЯВИЩ У СТАРШІЙ ШКОЛІ

Сучасна шкільна фізична лабораторія часто стикається з проблемою візуалізації процесів, які неможливо спостерігати неозброєним оком: механічних хвиль, електромагнітних коливань, квантових явищ, ядерних розпадів тощо. Особливо гостро ця проблема постає під час вивчення розділу «Механічні хвилі та звук», де абстрактність поняття звукової хвилі поглиблюється неможливістю безпосереднього спостереження швидких коливань тиску повітря. Людське вухо сприймає звук у діапазоні від 20 Гц до 20 000 Гц, тоді як типова частота коливань струни музичного інструмента становить від 27,5 Гц (нота «ля» субконтроктави) до кількох кілогерц – процеси, що відбуваються за мікросекунди і принципово недоступні для безпосереднього спостереження. Звичайне шкільне обладнання при цьому не завжди дозволяє наочно простежити закономірності формування тембру, висоти звуку та спектрального складу коливань. Саме тому використання мобільних застосунків відкриває принципово новий підхід: персональний смартфон учня перетворюється на інструмент наукового пізнання, що органічно поєднує теоретичне моделювання з реальним експериментом.

Використання мобільного застосунку Phyphox (Physical Phone Experiments) дозволяє перетворити мобільний пристрій на цифровий осцилограф та аналізатор спектра, доступний кожному учню. Вбудований мікрофон смартфона фіксує коливання тиску повітря з частотою дискретизації («зчитування») до 44 100 Гц, що забезпечує точне відтворення сигналів у всьому діапазоні чутного звуку. Побудова спектрограм у реальному часі допомагає зрозуміти різницю між музичним звуком та шумом, а також експериментально підтвердити принцип суперпозиції хвиль.

Акустичні дослідження за допомогою мобільних пристроїв є одним із найперспективніших напрямів, оскільки вони забезпечують миттєву візуалізацію та високу наочність результатів. При цьому смартфон виконує подвійну функцію: джерела сигналу (генератора частот) та високоточного вимірювального інструменту. Впровадження мобільних застосунків, зокрема Phyphox, безпосередньо під час пояснення учням нового матеріалу дозволяє створити динамічне навчальне середовище, де фізична абстракція миттєво набуває візуальної форми. При поясненні того, чому різні інструменти звучать по-різному на одній ноті, застосунок будує спектрограму (Audio Spectrum / Акустичний спектр). Учні бачать «акустичні відбитки» – набір обертонів, що є унікальним для кожного джерела звуку. Наприклад, флейта має майже синусоїдальний сигнал із мінімумом обертонів, тоді як скрипка демонструє багатий спектр із десятками виражених гармонік – і це учні бачать безпосередньо на екрані власного смартфона. Пояснення явища резонансу або биття звукових хвиль стає наочним завдяки можливості застосунку фіксувати накладання двох сигналів у реальному часі. Биття виникає при суперпозиції двох хвиль із близькими частотами ν_1 і ν_2 : результуючий сигнал пульсує з частотою $\Delta\nu = |\nu_1 - \nu_2|$, і учні чують та одночасно бачать цю пульсацію на екрані. Наприклад, при $\nu_1 = 440$ Гц та $\nu_2 = 444$ Гц виникають 4 биття за секунду. Під час уроку вчитель генерує звук різної висоти, а учні за допомогою модуля Audio Scope (діапазон частот) на власних пристроях спостерігають, як зміна частоти впливає на «щільність» хвиль на екрані. Це дозволяє самостійно вивести залежність між частотою та висотою тону, а також наочно переконатися, що довжина хвилі λ і частота ν пов'язані співвідношенням $\lambda = \nu / \nu$, де $\nu \approx 343$ м/с – швидкість звуку в повітрі за кімнатної температури.

Окрім цього, реальний експеримент можна ефективно поєднувати з цифровим моделюванням. Наприклад, за допомогою

застосунку PhET Interactive Simulations (Університет Колорадо), який містить інтерактивні симуляції хвильових явищ: поширення звуку в різних середовищах, інтерференцію та дифракцію хвиль, коливання струни і стовпа повітря. Зокрема, при розрахунку швидкості звуку через явище резонансу учні спочатку моделюють стоячу хвилю у віртуальній лабораторії PhET: визначають вузли і пучності, встановлюють умову резонансу $L = n\lambda/2$ для відкритої труби або $L = (2n - 1)\lambda/4$ для закритої, а потім перевіряють отримані результати за допомогою датчиків смартфона в реальних умовах. У такий спосіб прості обчислення перетворюються на достовірно перевірений науковий результат, дозволяючи використовувати мобільні пристрої для перевірки або розв'язання розрахункових задач. Завдяки використанню мобільних застосунків на етапі теоретичного навчання учні долучаються до активного наукового пошуку. Смартфон тут відіграє роль сполучної ланки: він демонструє прояв фізичних законів та явищ у цифровому середовищі, що робить навчання більш зрозумілим та особистісно значущим.

Таким чином, впровадження мобільних інструментів під час засвоєння нових знань змінює роль учня з пасивного об'єкта навчання на активного дослідника. Подібні підходи активують їх когнітивну діяльність, оскільки цифровий пристрій стає інструментом поєднання між теоретичними знаннями та практичним досвідом використання технологій, що є органічним для сучасного покоління. Отже, використання смартфонів як інструментів моделювання дозволяє реалізувати концепцію змішаного навчання, підвищує доступність експерименту та сприяє формуванню цифрової компетентності учнів. Датчики, вбудовані в сучасні мобільні пристрої (акселерометр, мікрофон, магнетометр, барометр та ін.), дозволяють збирати реальні фізичні дані, проводити їх кількісний аналіз і порівнювати з теоретичними розрахунками, перетворюючи смартфон на повноцінний інструмент навчального дослідження: наприклад, акселерометр фіксує прискорення з точністю до 0,01 м/с², мікрофон реєструє звуковий тиск у діапазоні до 120 дБ, а барометр вимірює атмосферний тиск із похибкою менше 1 Па – показники, цілком достатні для проведення повноцінних шкільних фізичних досліджень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Коханов Д. В. Використання гаджетів на сучасному уроці: переваги і недоліки. *Освіта для XXI століття: виклики, проблеми, перспективи*: матеріали IV Міжнародної наук.-практ. конф. (28.10.2022 р., м. Суми). Суми : СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2022. С. 183–190.

2. Офіційний сайт проекту Phyphox. URL: <https://phyphox.org/> (дата звернення: 10.03.2026).
3. Слободяник О. В. Мобільні додатки на уроках фізики. *Фізико-математична освіта : науковий журнал*. 2017. № 4. С. 293–298.
4. Стецик С. П. Використання мобільних технологій для навчання фізики в закладах загальної середньої освіти. *Освітньо-науковий простір*. 2024. № 6. С. 54–64. URL : <https://pedagogy.com.ua/index.php/journal/article/view/73/73> (дата звернення: 12.02.2026).
5. PHeT Interactive Simulations. University of Colorado Boulder. URL : <https://phet.colorado.edu/> (дата звернення: 10.03.2026).

Ярослав КОРОПЕЦЬКИЙ,

здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти 1 курсу факультету фізико-математичної, комп'ютерної та технологічної освіти
Науковий керівник: **Олена КУЗНЄЦОВА,**
д.пед.н., професор (БДПУ)

**ПРОБЛЕМНЕ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ ЯК ЗАСІБ РОЗВИТКУ ТВОРЧИХ
ЗДІБНОСТЕЙ УЧНІВ**

Актуальність. Трансформаційні процеси в сучасній українській освіті, зумовлені впровадженням концепції «Нова українська школа», висувають нові вимоги до викладання природничих дисциплін. Сучасна школа має формувати особистість, здатну до критичного мислення, творчої діяльності та самостійного здобуття знань. Особливо важливою є роль природничих наук, зокрема фізики, яка виступає фундаментом науково-технічного прогресу та формує науковий світогляд учнів.

Слід зазначити, що традиційна модель навчання фізики нерідко обмежується репродуктивним відтворенням знань, заучуванням формул і алгоритмів розв'язування задач. Такий підхід часто призводить до формального засвоєння матеріалу, недостатнього розвитку творчого мислення школярів та зниження пізнавального інтересу. У зв'язку з цим, актуальною є потреба у впровадженні педагогічних технологій, які б стимулювали дослідницьку активність учнів і формували здатність до самостійного пошуку знань.

Однією з таких технологій є проблемне навчання. Його сутність полягає у створенні спеціально організованих проблемних ситуацій, що спонукають учнів до пошуку пояснень, формулювання гіпотез і проведення експериментів. У результаті навчальний процес наближається до реальної наукової діяльності, а учні виступають не лише як споживачі знань, а як активні дослідники. Крім того, проблемне навчання відповідає сучасним освітнім тенденціям STEM-

освіти, де важливе місце посідають дослідницька діяльність, міждисциплінарні зв'язки та практичне застосування знань.

Ступінь досліджуваності проблеми. Проблема активізації пізнавальної діяльності учнів через створення проблемних ситуацій була предметом дослідження багатьох учених. У працях українських дослідників, зокрема Н. Бібік, В. Кременя, О. Савченко, зазначається, що проблемне навчання стимулює розвиток мислення, формує вміння аналізувати, робити висновки, застосовувати знання у нових навчальних і життєвих ситуаціях. Теоретичні основи розвитку професійної компетентності майбутніх учителів фізики в умовах проблемного навчання ґрунтовно досліджує О. Школа. У його роботах підкреслюється, що проблемне навчання є важливим чинником формування наукового стилю мислення, здатності до аналізу та рефлексії.

Методичні аспекти викладання фізики у закладах загальної середньої освіти розглядаються у працях В. Кизенка, який обґрунтовує значення діяльнісного підходу в навчанні. Формування наукового світогляду майбутніх учителів фізики та застосування сучасних педагогічних технологій аналізують О. Кузнецова, О. Школа та Г. Коломоець. Особливості використання інтерактивних методів у викладанні фізики детально описані у роботах Д. Біди.

Разом з тим у сучасних умовах особливої актуальності набуває адаптація проблемного навчання до цифрового освітнього середовища. Використання віртуальних лабораторій, комп'ютерного моделювання та інтерактивних симуляцій відкриває нові можливості для створення проблемних ситуацій і проведення дослідницької діяльності учнів. Саме інтеграція традиційних методик проблемного навчання з цифровими технологіями потребує подальшого методичного осмислення.

Мета і методи дослідження. Метою дослідження є аналіз та методичне обґрунтування використання технології проблемного навчання як ефективного засобу розвитку творчого потенціалу учнів на уроках фізики.

Для досягнення поставленої мети було використано такі методи дослідження: аналіз психолого-педагогічної та науково-методичної літератури; порівняння традиційних та інноваційних підходів до викладання фізики; моделювання структури проблемного уроку; узагальнення педагогічного досвіду щодо створення пізнавальних протиріч; аналіз прикладів використання проблемних ситуацій у навчальному процесі.

Застосування зазначених методів дозволило визначити педагогічні умови ефективного розвитку творчих здібностей учнів у процесі проблемного навчання.

Сутність дослідження. Творчі здібності не є вродженою статичною характеристикою особистості. У психолого-педагогічних дослідженнях українських учених – О. Савченко, Н. Бібік, Л. Виговської – творчі здібності визначаються як комплекс інтелектуальних, мотиваційних і особистісних якостей, що забезпечують здатність генерувати нові ідеї, знаходити оригінальні способи розв'язання проблем, приймати нестандартні рішення. Зокрема, творчі здібності формуються і розвиваються в процесі активної діяльності, що передбачає пошук нових рішень, висунання гіпотез та перевірку отриманих результатів. Саме такі умови створює проблемне навчання. Проблемна ситуація виникає тоді, коли учень стикається з інтелектуальним утрудненням, яке неможливо подолати за допомогою наявних знань. Це стимулює пошук нових пояснень і активізує пізнавальну діяльність. Проблемні ситуації можуть створюватися різними способами:

– демонстрація досліду з неочікуваним результатом; постановка суперечливих запитань;

– використання життєвих прикладів, які суперечать первинним уявленням учнів;

– створення навчальних задач із недостатніми або надлишковими даними.

Ефективність проблемної ситуації залежить від її відповідності віковим особливостям учнів, доступності змісту та правильного педагогічного супроводу.

Процес розвитку творчих здібностей у межах проблемного навчання можна умовно поділити на кілька етапів:

– **Створення проблемної ситуації.** Учитель демонструє дослід або явище, що суперечить повсякденному досвіду учнів. Наприклад, явище невагомості під час вільного падіння або одночасне падіння тіл різної маси.

– **Формулювання проблеми та висунення гіпотез.** Учні намагаються пояснити спостережуване явище, пропонують власні припущення, що активізує увагу та асоціативне мислення.

– **Перевірка гіпотез.** Учні проводять експерименти, виконують розрахунки або використовують комп'ютерні моделі для підтвердження чи спростування власних припущень.

– **Узагальнення результатів.** На основі отриманих даних формулюється фізичний закон або закономірність.

Важливим елементом проблемного навчання є розвиток дивергентного мислення, тобто здатності знаходити кілька можливих способів розв'язання задачі. На уроках фізики це може

реалізовуватися через проєктні або експериментальні завдання з відкритим результатом.

Наприклад, під час вивчення теплових явищ учням пропонується створити модель термоса з підручних матеріалів. Таке завдання поєднує фізичні знання про адіабатний процес, теплопровідність, конвекцію та теплове випромінювання з конструкторською діяльністю.

Ефективним прийомом створення проблемної ситуації є використання фізичних парадоксів. Наприклад, при вивченні закону Архімеда доцільно продемонструвати плавання сталевого судна та занурення невеликого шматка сталі. Такий когнітивний конфлікт спонукає учнів до аналізу фізичних величин і встановлення причинно-наслідкових зв'язків.

Сучасні цифрові технології значно розширюють можливості проблемного навчання. Використання інтерактивних симуляцій (наприклад, PhET) дозволяє моделювати фізичні явища, які складно або небезпечно відтворити в умовах шкільної лабораторії. Учні можуть змінювати параметри експерименту, аналізувати результати та перевіряти власні гіпотези.

Таким чином, проблемне навчання поєднує експериментальну діяльність, дослідницький підхід та цифрові технології, що сприяє формуванню ключових компетентностей XXI століття. Проблемне навчання не лише підсилює засвоєння знань, але й створює умови для формування дослідницьких компетентностей, необхідних для сучасного природничо-наукового світогляду. Це відповідає ключовим положенням Державного стандарту базової середньої освіти (2020), Концепції Нової української школи та тенденціям європейської STEM-освіти.

Основні висновки. Проведене дослідження підтвердило, що проблемне навчання є ефективним засобом розвитку творчих здібностей учнів у процесі вивчення фізики. Воно сприяє формуванню дослідницьких умінь, критичного мислення та здатності до самостійного вирішення навчальних завдань.

Однією з головних переваг проблемного підходу є розвиток внутрішньої мотивації учнів. Радість від самостійного відкриття фізичних закономірностей значно підвищує інтерес до навчання та сприяє глибшому засвоєнню знань. Водночас ефективність проблемного навчання значною мірою залежить від професійної майстерності вчителя, який має вміти створювати педагогічно доцільні проблемні ситуації та організовувати пошукову діяльність учнів.

Перспективи подальших досліджень полягають у розробці цифрових кейсів проблемних ситуацій, створенні інтерактивних навчальних модулів і використанні можливостей віртуальних лабораторій у процесі навчання фізики.

ЛІТЕРАТУРА

1. Біда Д. Інтерактивні уроки фізики. Харків : Основа, 2005. 96 с.
2. Державний стандарт базової середньої освіти. URL : https://osvita.ua/legislation/Ser_osv/76886/ (дата звернення: 12.02.2026).
3. Кизенко В. Методика навчання фізики в основній школі. Київ : Педагогічна думка, 2014. 256 с.
4. Кузнецова О. Я. Методичні особливості дистанційного викладання фізики. *Scientific World Journal, Bulgaria, Svishtov. Issue №23, part 3, January, 2024. P. 79-84. DOI: 10.30888/2663-5712.2024-23-00-057.*
5. Школа О. Проблеми формування і діагностики наукового світогляду майбутніх учителів фізики. *Наукові записки Бердянського державного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки.* 2019. Вип. 3. С. 423–431.

Ярослав КОРОПЕЦЬКИЙ,

здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти 1 курсу факультету фізико-математичної, комп'ютерної та технологічної освіти
Науковий керівник: **Олександр ШКОЛА,**
д.пед.н., професор (БДПУ)

ІСААК НЬЮТОН ТА РОБЕРТ ГУК: БИТВА ЗА ФУНДАМЕНТ КЛАСИЧНОЇ ФІЗИКИ

Концепція Нової української школи вимагає від майбутнього вчителя фізики не лише знання законів, а й розуміння генезису наукових ідей: того, як відкриття дозрівають на основі встановлення емпіричних фактів, оспорюються, підтверджуються і визнаються. Конфлікт між Ісааком Ньютоном та Робертом Гуком є в цьому сенсі ідеальною моделлю не лише як драматична біографічна колізія, а й як приклад того, як особистісне протистояння і методологічні розбіжності між теоретичним і експериментальним підходами до пізнання природи можуть одночасно гальмувати і прискорювати науковий прогрес. Дослідження цієї теми дозволяє глибше осягнути природу наукового пізнання, що є вкрай актуальним для підготовки вчителів фізики.

Постаті Ньютона та Гука досліджувалися багатьма істориками науки [2-4]. Проте тривалий час роль Гука нівелювалася через домінування «ньютоноцентричної» моделі історії науки, яка приписувала Ньютонові беззаперечне лідерство у всіх спірних питаннях. Лише у XX – XXI столітті історики науки здійснили суттєву реабілітацію постаті Гука, показавши, що його внесок у розвиток класичної фізики був значно більшим, ніж визнавалося раніше. З методичної точки зору історичні конфлікти та пріоритетні суперечки у науці є цінним дидактичним ресурсом: вони створюють проблемні ситуації, що

спонукають учнів і студентів до самостійного аналізу, активізують критичне мислення та формують реалістичне розуміння природи наукового пізнання. Саме тому звернення до біографічного і полемічного контексту великих відкриттів є важливим елементом сучасної методики навчання фізики, зорієнтованої на компетентнісний підхід і розвиток наукового світогляду здобувачів освіти [1].

Наукова революція XVII століття стала переломним етапом у переході людства від середньовічної схоластики до доказової експериментальної науки – епохою, коли фізика як дисципліна народжувалася буквально у суперечках і полеміці. Щоб зрозуміти суть конфлікту, важливо усвідомити принципову різницю між двома вченими як типами наукового мислення. Роберт Гук (1635 – 1703) був «універсальною людиною» свого часу – експериментатором, інженером, винахідником. У 1665 р. він опублікував «Мікрографію», де вперше представив детальні зображення мікрооб'єктів, відкривши людству невидимий світ. Для фізики особливе значення мав його закон пружності ($F = -kx$) та винахід спіральної балансової пружини – відкриття, що зробило годинники портативними і точними та мало критичне значення для навігації і картографії. Гук мислив образами, експериментами і конструкціями.

Ісаак Ньютон (1642 – 1727) підійшов до природи як математик і теоретик. У «рік чудес» (1666) він розробив диференціальне числення та теорію кольору. Його експерименти із скляною призмою довели складну структуру білого світла, спростувавши панівні теорії того часу. Якщо Гук бачив природу через мікроскоп і власні руки, то Ньютон – через рівняння і логічні побудови. Саме ця різниця у типах наукового мислення і стала джерелом їхнього непримиренного протистояння, яке почалося у 1672 році з оптичної дискусії. Гук, як прихильник хвильової природи світла, гостро критикував корпускулярні погляди Ньютона і не без підстав, адже повна відповідь на питання про природу світла з'явилася лише у XX столітті у вигляді корпускулярно-хвильового дуалізму. Цей факт сам по собі є чудовим прикладом того, що в науці навіть «переможена» позиція може виявитися частково правильною. Другим і найгострішим етапом конфлікту стала суперечка про закон всесвітнього тяжіння. Саме Гук у листуванні 1679 року підштовхнув Ньютона до ідеї про залежність сили притягання від зворотного квадрата відстані. Однак Ньютон, володіючи потужним математичним апаратом, зміг строго довести це теоретично у своїх «Началах» (1687), викресливши при цьому майже всі згадки про пріоритет Гука. Після смерті Гука Ньютон, ставши президентом Лондонського Королівського товариства, сприяв знищенню його портретів і наукових приладів, що є однією з найпохмуріших сторінок в історії науки.

Цікавим є й позанауковий вимір обох постатей. Ньютон вважав науку формою служіння Богу і витратив значну частину життя на теологічні дослідження, вирахувавши за біблійними пророцтвами 2060 рік як початок нової ери. Гук же реалізував свій геній не лише у фізиці: після Великої лондонської пожежі 1666 року він разом із Крістофером Реном відбудовував Лондон як архітектор і містобудівник. Обидві постаті виходять далеко за межі шкільного підручника – і саме це робить їх такими цінними для навчання.

Значення для навчання фізики. Історія протистояння Ньютона і Гука є надзвичайно цінним матеріалом як для учнів загальноосвітньої школи, так і для студентів педагогічних спеціальностей з кількох причин. По-перше, вона дозволяє органічно поєднати вивчення конкретних фізичних законів (закон Гука, закон всесвітнього тяжіння, природа світла) з живим людським контекстом їх відкриття, що суттєво підвищує мотивацію і осмисленість навчання. По-друге, ця історія руйнує спрощений міф про науку як лінійний рух від незнання до знання: вона показує, що наукові відкриття народжуються у суперечках, що пріоритет буває спірним, а визнання – несправедливим. Усвідомлення цього формує в учнів критичне мислення і реалістичне розуміння природи наукового пізнання. По-третє, Ньютон-теоретик і Гук-експериментатор – це два рівноцінні і взаємодоповнювальні типи наукового мислення, і їхня історія переконливо демонструє, що справжній прогрес досягається лише через поєднання теорії і практики, математичного апарату і дослідницької інтуїції. З методичної точки зору такий історичний конфлікт створює ідеальну проблемну ситуацію на уроці: хто насправді відкрив закон тяжіння? Чи була критика Гука щодо природи світла помилковою? Чи мав Ньютон право викреслити ім'я Гука з «Начал»? Чи є математичний доказ вагомішим за експериментальну ідею? Чому геніальний експериментатор Гук виявився менш відомим, ніж теоретик Ньютон і чи справедливо це? Нарешті, чи може особиста неприязнь між вченими впливати на хід наукового прогресу? Ці питання не мають однозначної відповіді і саме тому вони змушують думати, сперечатися і шукати істину, що є серцевиною справжньої наукової освіти.

Висновки. Ньютон і Гук були не суперниками, а двома необхідними полюсами однієї наукової революції: один створював теоретичний каркас класичної механіки, інший – експериментальний інструментарій для дослідження природи. Їхнє протистояння було не перешкодою, а двигуном наукового прогресу – болісним, але продуктивним зіткненням різних стилів мислення. Включення цього матеріалу до шкільного і університетського курсу фізики сприяє формуванню наукового світогляду учнів і студентів, розвитку критичного мислення та розуміння того, що наука – це не сукупність готових істин, а живий, суперечливий і глибоко людський процес пізнання світу. Для

майбутніх учителів фізики ця тема є ще й методичним орієнтиром: вона демонструє, як історичний контекст великого відкриття перетворює абстрактний фізичний закон на захопливу інтелектуальну пригоду. Ми справді стоїмо «на плечах гігантів»: і Ньютона, і Гука рівною мірою.

ЛІТЕРАТУРА

1. Школа О. Проблеми формування і діагностики наукового світогляду майбутніх учителів фізики. *Наукові записки Бердянського державного педагогічного університету. Педагогічні науки : зб. наук. праць*. Вип. 3. Бердянськ : БДПУ, 2019. С. 423–431.
2. Dolnick E. *The Clockwork Universe: Isaac Newton, the Royal Society, and the Birth of the Modern World*. 2011.
3. Jardine L. *The Curious Life of Robert Hooke: The Man who Measured*. London : Harper Perennial, 2003.
4. Westfall R. S. *Never at Rest: A Biography of Isaac Newton*. Cambridge : University Press, 1980.

Ілона КОСТЮК,

здобувачка другого (магістерського) рівня вищої освіти 1 курсу факультету фізико-математичної, комп'ютерної та технологічної освіти
Науковий керівник: **Ганна КОЛОМОЄЦЬ,**
к.фіз.-мат.н., доцент (БДПУ)

САМОСТІЙНА РОБОТА УЧНІВ ПРИ ВИВЧЕННІ МЕХАНІКИ В СЕРЕДНІЙ ШКОЛІ

Актуальність. Механіка є одним із фундаментальних розділів фізики, який формує базові знання про закони руху та взаємодії тіл. Вивчення механіки в середніх класах загальноосвітньої школи є важливим етапом у розвитку наукового світогляду учнів [1; 2]. Однак, традиційні методи викладання часто не враховують індивідуальні особливості учнів, що призводить до зниження інтересу до предмета. Тому розробка нових методик самостійної роботи учнів з механіки є актуальною проблемою сучасної педагогіки. У зв'язку з цим необхідно відмітити декілька важливих аспектів, на яких базується наша розробка.

1. Значення самостійної роботи

- Формує навички самонавчання та відповідальності за результат.
- Активізує пізнавальну діяльність учнів, робить уроки більш ефективними.
- Допомогає глибше зрозуміти закони механіки через практичні приклади та вправи.

2. Види самостійної роботи з механіки

- Розв'язування задач (кінематика, динаміка, закони Ньютона).
- Практичні експерименти: вимірювання швидкості, часу, сили.
- Тестові завдання для перевірки базових понять (швидкість, прискорення, сила тяжіння).
- Міні-проекти: створення моделей руху, аналіз реальних прикладів (транспорт, спорт).

3. Методичні підходи

- Учитель має керувати процесом, але не виконувати роботу за учнів.
- Завдання повинні бути різнорівневими: від простих вправ до творчих задач.
- Використання візуалізацій та симуляцій (графіки руху, відеоексперименти) підвищує інтерес.

4. Переваги для учнів

- Розвиток логічного мислення та вміння застосовувати формули.
- Підготовка до самостійного життя та професійної діяльності, де потрібні аналітичні навички.
- Формування компетентності у фізиці та міжпредметних зв'язків (математика, інформатика).

5. Приклади завдань для самостійної роботи

- Обчислити середню швидкість руху тіла за даними таблиці.
- Побудувати графік залежності шляху від часу.
- Пояснити приклад із життя, де діє третій закон Ньютона.
- Виконати експеримент: виміряти час падіння предмета з різної висоти та порівняти з теоретичними розрахунками.

Висновок. Самостійна робота учнів при вивченні механіки в середній школі – це не просто додаткові вправи, а системний метод навчання, який формує вміння мислити, аналізувати та застосовувати знання на практиці. Вона має бути різноманітною, доступною та творчою, щоб кожен учень міг розкрити свій потенціал.

ЛІТЕРАТУРА

1. Методика викладання фізики в середній школі (Конспекти лекцій) / Савченко В. Ф., Бойко М. П., Дідович М. М., Закалюжний В. М., Руденко М. П. Чернігів : ЧДПУ ім. Т. Г. Шевченка, 2003. 112 с.
2. Virtual Lab for Interactive Learning in Science Education / by R. Vijayatheepan. University of Colombo, 2023. 12 p.

Владислав КУЛИК,

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти 4 курсу факультету фізико-математичної, комп'ютерної та технологічної освіти
Науковий керівник: **Олександр ШКОЛА,**
д.пед.н., професор (БДПУ)

МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РОЗВ'ЯЗАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ ЗАВДАНЬ З ФІЗИЧНИМ КОНТЕКСТОМ ДЛЯ 7-9 КЛАСІВ

Інтеграція математики та фізики є ключовим напрямом реалізації компетентнісного підходу в НУШ, однак, незважаючи на достатньо ґрунтовне теоретичне обґрунтування міжпредметних зв'язків у педагогічній науці, практичний інструментарій їх реалізації залишається недостатньо розробленим. Зокрема, методичні особливості використання математичних завдань з фізичним контекстом (МЗФК) як дієвого засобу формування міжпредметних компетентностей учнів основної школи потребують окремого дослідження.

Математичні завдання з фізичним контекстом – це задачі, у яких фізична ситуація слугує змістовою основою для застосування математичного апарату, а їх розв'язання вимагає від учня одночасного залучення знань з обох дисциплін. На відміну від традиційних задач прикладного характеру, МЗФК виконують комплекс дидактичних функцій: *мотиваційну* (демонструють практичну значущість математики), *пізнавальну* (розширюють розуміння фізичних явищ засобами математики), *інтегративну* (формують цілісне уявлення про взаємозв'язок наук) та *розвивальну* (сприяють формуванню різних типів мислення – аналітичного, системного, критичного).

Особливої актуальності використання МЗФК набуває у 7-9 класах, оскільки саме в цей когнітивно-накопичувальний період учні одночасно опановують базові поняття обох дисциплін, між якими існують природні змістові зв'язки. Зокрема, лінійна функція та рівномірний рух (7 клас), пряма і обернена пропорційність та фізичні залежності між величинами (7-8 класи), квадратична функція і рівноприскорений рух, системи рівнянь і закони механіки (9 клас) – усі ці теми створюють сприятливі умови для систематичного впровадження МЗФК у навчальний процес. Водночас аналіз чинних підручників з математики засвідчує, що задачі з фізичним контекстом становлять лише 10-15% і часто мають формальний ілюстративний характер, не забезпечуючи системного формування міжпредметних компетентностей. Мета роботи: розкрити методичні особливості добору, структурування та розв'язання МЗФК для учнів 7-9 класів з урахуванням психологічних механізмів засвоєння інтегрованих знань, вікових особливостей учнів та логіки узгодження

змісту шкільних курсів математики і фізики. Проаналізуємо зазначене вище на конкретних прикладах.

ЗАВДАННЯ 1. Рух тіла та пропорційні величини

Задача №1. Автомобіль рухається рівномірно зі швидкістю 60 км/год. Скільки кілометрів він подолає за 2,5 години? За яких умов час руху збільшиться вдвічі, якщо відстань залишиться тією самою?

Розв'язання:

1. Використовуємо формулу: $S = v \cdot t$, звідки $S = 150$ км.
2. Якщо відстань залишається постійною, а час збільшиться вдвічі, то: $v = 150 : 5 = 30$ (км/год), тобто швидкість зменшується вдвічі.

Методичний коментар: це завдання знайомить учнів із оберненою пропорційністю. Важливо показати, що коли відстань постійна, швидкість і час – обернено пропорційні величини. Можна побудувати графік залежності $v(t)$ на дошці, щоб учні зрозуміли, як змінюється швидкість з часом.

ЗАВДАННЯ 2. Лінійні рівняння та сили

Задача №2. Знайти результуючу силу та прискорення тіла масою 2 кг, якщо на нього діють дві сили: 15 Н (спрямована вправо) і 5 Н (спрямована вліво).

Розв'язання:

1. Результуюча сила: $F = 15 - 5 = 10$ Н (спрямована вправо).
2. За другим законом Ньютона: $\vec{F} = m\vec{a}$.
3. $a = F : m = 10 : 2 = 5$ (м/с²).

Методичний коментар: це завдання пов'язує вектори сил із математичною операцією віднімання. Учні часто плутають додавання сил із їхнім відніманням, тому важливо показати векторну схему на дошці. Можна запропонувати додаткове питання: що буде, якщо обидві сили спрямувати в одному напрямку?

ЗАВДАННЯ 3. Відсотки та енергія

Задача №3. У спортсмена є енергетичний напиток, який містить 15% вуглеводів. Яким має бути обсяг напитку, щоб спортсмен отримав 45 грамів вуглеводів?

Розв'язання:

1. Позначимо обсяг напитку, як x (в мл або л).
2. 15% від $x = 45$ г, звідки $0,15x = 45$, тобто $x = 45 : 0,15 = 300$ мл.

Методичний коментар: це завдання показує практичне застосування відсотків. Можна розширити його, запропонувавши учням розрахувати калорійність напитку: якщо 1 грам вуглеводів = 4 ккал, то 45 г вуглеводів = 180 ккал.

ЗАВДАННЯ 4. Площа та теплота

Задача №4. Сонячна панель має форму прямокутника розмірами 2 м × 1,5 м. На 1 м² панелі падає світлова енергія 800 Вт. Скільки енергії (у Вт) падає на всю панель?

Розв'язання:

1. Площа панелі: $S = 2 \cdot 1,5 = 3$ (м²).
2. Енергія на всю панель: $P = 800 \cdot 3 = 2400$ (Вт).

Методичний коментар: це завдання поєднує геометрію (обчислення площі прямокутника) з фізикою (потужність). Можна додати обернене запитання: якщо потужність 2400 Вт, а панель має площу 3 м², яка потужність на 1 м²?

ЗАВДАННЯ 5. Координатна площина та траєкторія

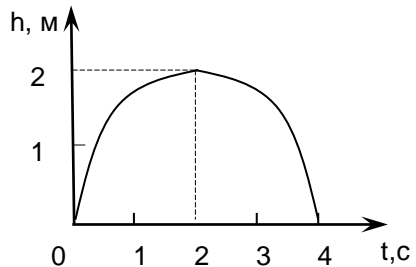
Задача №5. Снаряд випустили з поверхні землі вгору за формулою: $h(t) = 20t - 5t^2$. Побудувати графік руху та визначити: а) на якій висоті буде снаряд через 2 секунди? б) в який момент часу снаряд повернеться на землю ($h = 0$)?

Розв'язання:

а) $h(2) = 20 \cdot 2 - 5 \cdot 2^2 = 40 - 20 = 20$ (м).

б) $20t - 5t^2 = 0$ $5t(4 - t) = 0$, звідки отримуємо: $t = 0$ або $t = 4$ с. Отже, снаряд повернеться на землю через 4 секунди.

Методичний коментар: це завдання демонструє квадратичну функцію у фізичному контексті. Учні часто не розуміють, чому формула має саме такий вид. Треба пояснити зміст коефіцієнтів при t – початкова швидкість тіла та половина прискорення вільного падіння відповідно. Графік показує параболу, що перетинає вісь часу в точках $t = 0$ та $t = 4$ с.



ЗАВДАННЯ 6. Система рівнянь та змішування речовин

Задача №6. Змішали 3 л гарячої води температурою 80°C із холодною водою температурою 20°C. Яку кількість холодної води треба взяти, щоб отримати суміш температурою 50°C? (вважати теплоємність води однаковою).

Розв'язання:

1. Позначимо кількість холодної води як x (л).
2. За рівнянням теплового балансу (закон збереження енергії для теплових процесів): $3 \cdot (80 - 50) = x \cdot (50 - 20)$, звідки $3 \cdot 30 = x \cdot 30$, тобто $x = 3$ (л).

Методичний коментар: це завдання поєднує розв'язання лінійних рівнянь із законом збереження енергії. Важливо пояснити, що

коефіцієнти в рівнянні – це різниці температур (ΔT). Очевидно, що можна варіювати температури та обсяги рідин, щоб учні отримали практичні навички, у тому числі й додавати за умовою задачі рідини з іншими теплоємностями.

ЗАВДАННЯ 7. Дробі та електричні ланцюги

Задача №7. У електричному ланцюзі три резистори з опорами 6, 3 та 2 Ом з'єднані послідовно. Знайдіть загальний опір ланцюга. Якщо напруга в ланцюзі 22 В, яка сила струму?

Розв'язання:

1. При послідовному з'єднанні: $R = R_1 + R_2 + R_3 = 11$ (Ом).
2. За законом Ома: $I = U : R = 22 : 11 = 2$ (А).

Методичний коментар: це завдання можна ускладнити, якщо резистори з'єднані паралельно. Тоді потрібна формула: $1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$, яка вимагає роботи з дробами. Це відмінна можливість показати практичне застосування дробів. Можна також скласти подібну задачу на одночасне використання послідовного і паралельного з'єднання провідників в одному електричному колі.

ЗАВДАННЯ 8. Пропорції та механічні ваги (важель)

Задача №8. На важелі з точкою опори в центрі з одного боку розміщена маса 4 кг на відстані 60 см від точки опори. На якій відстані від точки опори потрібно розміститися масу 6 кг з другого боку, щоб важіль був у рівновазі?

Розв'язання:

1. За умовою рівноваги важеля: $m_1 \cdot d_1 = m_2 \cdot d_2$.
2. Після підстановки даних з умови задачі, маємо: $4 \cdot 60 = 6 \cdot d_2$, звідки $240 = 6 \cdot d_2$, звідки отримуємо: $d_2 = 240 : 6 = 40$ (см).

Методичний коментар: це завдання демонструє обернену пропорційність: чим більша маса, тим менша відстань від точки опори. Можна провести практичний експеримент з лінійкою та двома гирями, щоб учні самостійно перевірили цю формулу.

ЗАВДАННЯ 9. Відсотки та щільність речовин

Задача №9. Сплав мідь-цинк містить 70% міді за масою. Яку масу матиме цинк у 5 кг такого сплаву?

Розв'язання:

1. Маса міді: $m = 70\%$ від 5 кг = $0,7 \cdot 5 = 3,5$ (кг).
2. Маса цинку: $5 - 3,5 = 1,5$ (кг).

Методичний коментар: просте завдання можна ускладнити, додавши обчислення об'єму. Якщо щільність міді $8,9$ (г/см³), то об'єм $3,5$ кг міді становить: $V = m : \rho = 3500 : 8,9 \approx 393$ (см³).

ЗАВДАННЯ 10. Лінійні функції та рух з постійною швидкістю

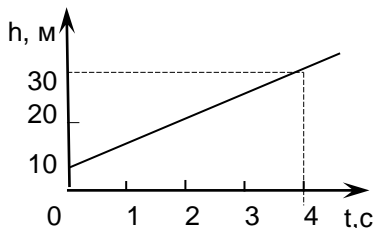
Задача №10. Турист рухається зі швидкістю 5 км/год і вже подолав 10 км. Напишіть функцію, що описує його відстань від стартової

точки залежно від часу (після того, як він вже пройшов 10 км). Побудувати графік функції для перших 4 годин подальшого руху.

Розв'язання:

1. Функція: $S(t) = 10 + 5t$, де t – час (у годинах) після того, як турист пройшов 10 км.

2. Для побудови графіка залежності шляху від часу для рівномірного руху туриста необхідно знайти відстані у чотирьох випадках: За $t = 0$: $S = 10$ км; за $t = 1$: $S = 15$ км; за $t = 2$: $S = 20$ км; за $t = 4$: $S = 30$ км.



Методичний коментар: учні вчать розуміти лінійну функцію як математичну модель реального процесу. Важливо показати, що 10 – це початкове значення (y -перетин), а 5 – це нахил графіка (швидкість).

У якості загальних методичних рекомендацій для вчителя математики у використанні МЗФК у 7-9 класах можна навести такі:

- **мотивація:** розв'язання відповідної задачі варто починати з аналізу фізичної ситуації, а потім показати математичний апарат, необхідний для її успішного розв'язання;

- **наочність:** у ході розв'язування відповідних задач варто використовувати діаграми, графіки, схеми, оскільки учні 7-9 класів добре сприймають візуальну інформацію;

- **поступовість:** варто розв'язувати відповідні задачі від простих (лінійні рівняння) до більш складних (квадратичні функції);

- **практичні демонстрації:** очевидно, що розв'язання таких задач разом з демонстраційним експериментом, лабораторним роботами робить цей процес більш ефективним. Учні будуть краще усвідомлювати зв'язок теорії з практикою, розвиватимуть експериментаторські уміння і навички (вимірювання часу, швидкості, сил, температури, сили електричного струму, напруги, індуктивності, показника заломлення середовища тощо);

- **повторення:** для ефективності процесу, міцності знань учнів варто регулярно звертатися до раніше вивчених математичних понять, щоб закріпити їх у новому контексті;

- **варіювання:** варто пропонувати учням змінювати числові дані в завданнях, щоб вони розвивали гнучкість мислення, а не просто механічно повторювали розв'язання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Войтович О. П. Міжпредметні зв'язки у навчанні фізики як засіб розвитку творчих здібностей учнів основної школи : автореф. дис. на здобуття наук.

ступеня канд. пед. наук: 13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика). Київ : НПУ імені М. П. Драгоманова, 2020. 20 с.

2. Ляшенко О. І. Компетентність як об'єкт оцінювання навчальних досягнень учнів. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені І. Огієнка. Серія Педагогічна*. К.-П. : К.-ПНУ ім. І. Огієнка, 2014. № 20. С. 36–39.

3. Школа О. В. Формування предметної компетентності учнів з фізики в умовах інтерактивного навчання. *Наукові записки Бердянського державного педагогічного університету. Педагогічні науки : зб. наук. праць*. Вип.2. Бердянськ : БДПУ, 2020. С. 227–235. URL : <https://pedagogy.bdpu.org.ua/wp-content/uploads/2020/11/25.pdf>. (дата звернення: 12.02.2026).

Ігор КУЧАЙ,

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти 3 курсу факультету фізико-математичної, комп'ютерної та технологічної освіти

Науковий керівник: **Олександр ШКОЛА,**

д.пед.н., професор (БДПУ)

ХВИЛЬОВА ФУНКЦІЯ: ІНТЕРПРЕТАЦІЯ ТА ВЛАСТИВОСТІ

Відомо, що однією з найголовніших задач класичної механіки є знаходження траєкторії руху фізичного тіла, матеріальної точки, частинки або ж системи частинок (електронна система, зокрема молекули, комплекси, радикали, атоми, іони). Для цього потрібно розв'язати рівняння руху та отримати певну функціональну залежність координат (радіус-вектору) від часу: $r(t)$. Рух частинки за визначеною траєкторією дозволяє однозначно з ймовірністю 100% передбачити її майбутнє за минулим. Тобто можна інтерпретувати, що знаючи координати частинки у даний момент часу, можна передбачити її положення в будь-який наступний момент, тобто передбачити її майбутній рух. Але ж слід відзначити, що квантова механіка включає в себе абсолютно іншу і нову концепцію руху: згідно принципу невизначеності В. Гейзенберга (1927) для квантово-механічної системи неможна розрахувати траєкторію руху, бо такого поняття в мікросвіті, який характеризується ймовірнісними властивостями, не існує. Отже, для опису руху мікрооб'єктів квантова механіка повинна оперувати новим понятійним апаратом та уявленнями, одним з ключових з яких є поняття хвильової функції (Е. Шредінґер, 1925 р.).

Згідно квантової теорії стан системи частинок у будь-який момент часу повністю описується хвильовою функцією, яка залежить від їх координат, тобто від радіус-векторів $(r_1, r_2, r_3, \dots, r_N)$, а також від часу t , й має позначення: $\psi(r_1, r_2, r_3, \dots, r_N; t)$. Варто зазначити, що

хвильова функція – історично перша назва, фізичний зміст якої пов'язаний з амплітудою ймовірності стану мікрооб'єкта/системи.

Хвильова функція має ймовірнісну інтерпретацію (М. Борн, 1926): для 1-ї частинки $\psi(r; t) = \psi(x, y, z; t)$ визначає ймовірність її знаходження в момент часу t в елементарному об'ємі $dV = dx dy dz$ в околі точки з координатами x, y, z . Але ж сама ймовірність розраховується як квадрат модулю хвильової функції, що множиться на елемент об'єму:

$$d\mathcal{P}(x, y, z; t) = |\psi(x, y, z; t)|^2 dx dy dz \quad (1)$$

У загальному випадку, якщо мова йде про систему з N -частинок, то хвильова функція $\psi(r_1, r_2, r_3, \dots, r_N; t)$ характеризує ймовірність знаходження частинок в околі точок з відповідними координатами у відповідних елементарних об'ємах: dV_1 – для першої, dV_2 – для другої частинки, тощо:

$$d\mathcal{P}(r_1, r_2, r_3, \dots, r_N; t) = |\psi(r_1, r_2, r_3, \dots, r_N; t)|^2 dV_1 dV_2 \dots dV_N \quad (2)$$

Важливо розглянути густину ймовірності перебування системи частинок з хвильовою функцією $\psi(r_1, r_2, r_3, \dots, r_N; t)$ у точках з відповідними координатами $r_1, r_2, r_3, \dots, r_N$, яка записується виразом:

$$\rho = |\psi(r_1, r_2, r_3, \dots, r_N; t)|^2 \quad (3)$$

а електронна густина відповідно має вираз:

$$\rho_e = e |\psi(r_1, r_2, r_3, \dots, r_N; t)|^2 \quad (4)$$

де e – елементарний заряд електрона.

У всьому просторі змінних хвильова функція системи з N -частинок повинна мати наступні властивості: неперервність, однозначність, скінченність, диференційованість, квадратична інтегрованість (умова нормування). У загальному випадку хвильова функція є комплексною, тому у визначення ймовірності входить квадрат її модуля:

$$|\psi(r_1, r_2, r_3, \dots, r_N; t)|^2 = \psi(r_1, r_2, r_3, \dots, r_N; t) \cdot \psi^*(r_1, r_2, r_3, \dots, r_N; t) \quad (5)$$

Важливою для розуміння фізичного змісту хвильової функції є умова її нормування. Ґрунтуючись на теоремі про повну ймовірність, можна стверджувати, що ймовірність виявити частинку у всьому об'ємі простору дорівнює сумі ймовірностей у всіх локальних об'ємах цього простору, і дорівнює одиниці. Отже, умова нормування є наслідком цієї математичної теореми. Уявімо, що електрон знаходиться в деякому об'ємі V , і відома його хвильова функція $\psi(x, y, z; t)$. Розіб'ємо даний об'єм на елементарні об'єми dV_1, dV_2, dV_3, \dots , де $dV = dx dy dz$. Звісно, що електрон може знаходитися в будь-якому з цих елементарних об'ємів. Тоді ймовірність виявити електрон, наприклад, в об'ємі dV_1 дорівнює $|\psi(x_1, y_1, z_1; t)|^2 dV_1$. Оскільки ймовірність достовірної події

дорівнює 1, тобто $\mathcal{P}(\Omega) = 1$ (або 100%), то повна ймовірність (ймовірність знаходження електрона у всьому об'ємі) дорівнює сумі ймовірностей окремо взятих подій, і дорівнює 1:

$$|\psi(x_1, y_1, z_1; t)|^2 dV_1 + |\psi(x_2, y_2, z_2; t)|^2 dV_2 + \dots = 1 \quad (6)$$

Переходячи до нескінченно малих елементів об'ємів, суму можна замінити інтегруванням. Інтеграл за усім простором повинен дорівнювати 1:

$$\iiint_V |\psi(x, y, z; t)|^2 dx dy dz = 1 \quad (7)$$

також можливий запис у вигляді:

$$\iiint_{-\infty}^{+\infty} |\psi(x, y, z; t)|^2 dx dy dz = 1 \quad (8)$$

або:

$$\oiint_{\partial S} |\psi(x, y, z; t)|^2 dS = 1 \quad (9)$$

У загальному вигляді для системи з N -частинок умова нормування псі-функції матиме аналогічний вигляд, з урахуванням $|\psi(r_1, r_2, r_3, \dots, r_N; t)|^2$ та $dV_1, dV_2, dV_3, \dots, dV_N$:

$$\iiint_V \dots \int_V |\psi(r_1, r_2, r_3, \dots, r_N; t)|^2 dV_1 dV_2 dV_3 \dots dV_N = 1 \quad (10)$$

або даний вираз (10) можна переписати за допомогою дужок Дірака у вигляді:

$$\langle \psi | \psi \rangle = 1 \quad (11)$$

Отже, хвильова функція містить у собі всю можливу інформацію про властивості системи частинок, тобто визначає все, що тільки може бути відомо про квантово-механічну систему.

У класичній механіці ймовірнісний опис виникає через практичну неможливість точного задання початкових умов руху механічної системи – і в цьому полягає зміст класичної ймовірності. Хвильова функція як міра ймовірності при цьому не використовується. У квантовій механіці ймовірнісність має принципово інший характер: вона закладена в самій концепції, а не є наслідком неточності вимірювань. Закони квантової механіки є ймовірнісними за своєю природою, при цьому ця ймовірність не пов'язана з похибками експерименту, а відображає об'єктивні закономірності руху мікросвіту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вакарчук І. О. Квантова механіка : підручник. Львів : ЛДУ імені І. Франка, 1998. 616 с.

2. Венгер Є. Ф., Грибань В. М., Мельничук О. В. Основи квантової механіки : навч. посібник. Київ : Вища школа, 2002. 286 с.
3. Іванов В. В., Слета Л. О. Квантова хімія. Харків : Фоліо, 2007. 443 с.
4. Лукіянець Б. А., Понеділок Г. В., Рудацький Ю. К. Основи квантової фізики : навч. посібник. Львів : НУ «Львівська політехніка», 2009. 420 с.

Юрій ЛЕЩИК,

здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти 1 курсу факультету фізико-математичної, комп'ютерної та технологічної освіти
Науковий керівник: **Олена КУЗНЄЦОВА,**
д.пед.н., професор (БДПУ)

**РОЗВИТОК ЛОГІЧНОГО МИСЛЕННЯ УЧНІВ СТАРШОЇ ШКОЛИ
У НАВЧАННІ ФІЗИКИ**

Актуальність. Сучасний світ характеризується надлишковим потоком інформації. Актуальність теми зумовлена необхідністю підготовки випускника, який здатний не просто відтворювати факти, а й критично їх аналізувати, відсіювати недостовірні дані та вибудовувати власну аргументовану позицію на основі логічних висновків. Зміст фізики базується на суворій ієрархії: від спостереження та гіпотези – до закону та теорії. Розвиток логічного мислення саме на уроках фізики є природним процесом, оскільки предмет вимагає постійного встановлення причинно-наслідкових зв'язків між явищами та їхніми математичними моделями. У старшій школі учні стикаються з поняттями, які не мають прямої наочності (електромагнітні поля, квантові стани, релятивістські ефекти). Актуальність дослідження підтверджується тим, що без сформованих логічних операцій (абстрагування, синтезу, моделювання) повноцінне засвоєння програми старшої школи стає неможливим – навчання перетворюється на механічне зазубрювання формул. Згідно з концепцією «Нової української школи», пріоритетом є не обсяг знань, а вміння їх застосовувати. Логічне мислення є когнітивним фундаментом для математичної, природничої та технологічної компетентностей, дозволяючи учням самостійно розв'язувати складні життєві та професійні завдання.

Часто учні вміють розв'язувати типові задачі за алгоритмом, але не розуміють фізичної суті процесу. Розвиток логіки актуальний як засіб подолання цього формалізму: він вчить учня аналізувати умови задачі, висувати альтернативні гіпотези та рефлексувати над отриманим результатом. Розвиток логічних здібностей у старшокласників є критично важливим для їхньої подальшої успішності у вищій школі, особливо в

інженерних, ІТ та наукомістких галузях, де логіка, системність та аналітичний склад розуму є головними вимогами до фахівця.

Ступінь досліджуваності проблеми. Проблема розвитку мислення бере своє коріння у працях Ж. Піаже, Л. Виготського та С. Рубінштейна. Вони довели, що логічні операції (аналіз, синтез, абстрагування) досягають свого піку розвитку саме в підлітковому та юнацькому віці, що створює базу для сучасних методик навчання у 10-11 класах. Також був зроблений вагомий внесок у дослідження механізмів того, як зовнішня навчальна діяльність перетворюється на внутрішній логічний процес. Їхні висновки дозволяють сучасним учителям фізики алгоритмізувати процес розв'язування задач.

Питання інтелектуального розвитку учнів через вивчення фізики на сучасному етапі в Україні розвиваються у працях О. Школи, Г. Коломоець, О. Кузнецової, які адаптують класичні підходи до вимог профільної школи та стандартів НУШ.

Питання використання фізичних задач як головного засобу розвитку логіки ґрунтовно висвітлено в роботах В. Бар'яхтара. Досліджено вплив не лише розрахункових, а й якісних, графічних та експериментальних задач на здатність учнів будувати дедуктивні та індуктивні висновки.

На сьогодні активна увага дослідників зосереджена на діяльнісному підході. Вивчаються інтерактивні методи, STEM-технології та цифрові лабораторії, які допомагають учням візуалізувати логічні зв'язки, що раніше залишалися занадто абстрактними. Попри значну кількість теоретичних праць, практичний аспект (створення конкретних поурочних планів, логічних вправ для нових програм старшої школи) потребує постійного оновлення. Це підтверджує доцільність нашого дослідження, де теоретичні знання трансформуються у прикладні матеріали (плани-конспекти, турніри).

Мета і методи дослідження. Метою дослідження є здійснення всебічного аналізу теоретичних, психолого-педагогічних та методичних засад розвитку логічного мислення старшокласників у процесі вивчення фізики. Обґрунтування та розробка конкретного методичного інструментарію (плани-конспекти уроків, логічні задачі, сценарії позаурочних заходів), який сприятиме активізації розумових операцій учнів 10-11 класів. Сформувані в учнів стійкі навички побудови причинно-наслідкових зв'язків, аргументації висновків та роботи з абстрактними фізичними моделями.

Для досягнення поставленої мети було використано такі методи дослідження:

- вивчення психолого-педагогічної та методичної літератури;
- узагальнення окремих педагогічних прийомів у цілісну методичну систему розвитку логіки на уроках фізики;

- співставлення традиційних підходів до викладання фізики з інноваційними методами (проблемне навчання, інтерактивні технології) для виявлення найбільш ефективних;

- узагальнення педагогічного досвіду щодо створення пізнавальних протиріч;

- розробка структурно-логічних схем викладання, де кожен етап уроку спрямований на конкретну мисленнєву операцію.

Застосування зазначених методів дозволило визначити педагогічні умови ефективного розвитку творчих здібностей учнів у процесі логічного мислення.

Сутність дослідження. Логічне мислення — це складний, багаторівневий тип пізнавальної діяльності, який ґрунтується на правилах формальної та діалектичної логіки і спрямований на встановлення істинності тверджень, побудову доведень, аргументованих висновків та науково обґрунтованих узагальнень. Логічне мислення розглядається як комплекс інтелектуальних умінь і пізнавальних операцій, що забезпечують здатність аналізувати інформацію, встановлювати причинно-наслідкові зв'язки, робити обґрунтовані висновки та будувати послідовні міркування. Розвиток логічного мислення відбувається у процесі активної пізнавальної діяльності учнів, яка передбачає аналіз явищ, порівняння фактів, формулювання припущень і перевірку отриманих результатів.

Навчання фізики має значний потенціал для розвитку логічного мислення, оскільки цей предмет базується на строгих законах, математичних моделях та експериментальному дослідженні природних явищ. У процесі вивчення фізики учні виконують різні логічні операції: аналізують умови задач, встановлюють взаємозв'язки між фізичними величинами, будують моделі явищ і роблять висновки на основі експериментальних даних.

Важливим засобом розвитку логічного мислення є створення навчальних ситуацій, які потребують від учнів пояснення фізичних явищ або пошуку способів розв'язання задачі. Наприклад, під час вивчення законів Ньютона учитель може запропонувати проблемне запитання: *«Чому пасажири нахилиються вперед під час різкого гальмування автомобіля?»* Учні аналізують ситуацію та приходять до висновку, що це пов'язано з існуванням інерціальних (перший закон Ньютона) і неінерціальних систем відліку. Таким чином, через аналіз реальної ситуації формується причинно-наслідкове мислення.

Розвитку логічного мислення сприяє також аналіз експериментальних явищ. Наприклад, під час вивчення явища електромагнітної індукції учитель демонструє дослід із котушкою та магнітом: при внесенні магніту в котушку стрілка гальванометра

відхиляється, а при його вийманні – відхиляється у протилежний бік. Учні аналізують спостереження і роблять висновок, що електричний струм виникає внаслідок зміни магнітного потоку, що приводить до формулювання закону електромагнітної індукції Фарадея.

Сучасні цифрові технології також сприяють розвитку логічного мислення. Використання інтерактивних симуляцій дозволяє моделювати рух тіл під дією сил або процес виникнення індукційного струму. Учні можуть змінювати параметри експерименту, аналізувати результати та перевіряти власні припущення, що сприяє глибшому розумінню фізичних закономірностей.

Отже, навчання фізики створює сприятливі умови для розвитку логічного мислення учнів старшої школи. Аналіз фізичних явищ, розв'язування задач, проведення експериментів та використання цифрових моделей формують у школярів уміння встановлювати причинно-наслідкові зв'язки, аргументувати висновки та застосовувати наукові методи пізнання. Такий підхід відповідає вимогам Державного стандарту базової середньої освіти (2020), положенням Концепції Нової української школи та сучасним тенденціям розвитку STEM-освіти.

Основні висновки. Значення логічного мислення для старшокласників визначається тим, що зростає рівень абстракції навчального матеріалу з фізики, формується науковий стиль мислення, учні переходять до системного сприйняття інформації, зростає роль самостійної роботи, логічне мислення є основою ключових компетентностей, зокрема, критичного мислення, уміння аналізувати дані, працювати з інформацією та приймати зважені рішення.

На основі аналізу психолого-педагогічних джерел встановлено, що старший шкільний вік є оптимальним періодом для формування абстрактно-логічних операцій, таких як аналіз, синтез, узагальнення, порівняння, дедукція, індукція та рефлексія. Показано, що навчання фізики – завдяки своїй строгій структурі, математичному апарату, експериментальній складовій та широким можливостям моделювання – є потужним засобом розвитку логічного мислення. Вивчення фізичних законів формує здатність встановлювати причинно-наслідкові зв'язки, робити аргументовані висновки, працювати з абстрактними моделями та перевіряти гіпотези.

ЛІТЕРАТУРА

1. Біда Д. Інтерактивні уроки фізики. Харків : Основа, 2005. 96 с.
2. Кузнєцова О. Я. Методичні особливості дистанційного викладання фізики. *Scientific World Journal, Bulgaria, Svishtov. Issue №23, part 3, January, 2024.* С. 79–83. Методика навчання фізики у старшій школі / [за ред. В. Ф. Савченка]. Київ : Академвидав, 2011. 294 с.84. DOI: 10.30888/2663-5712.2024-23-00-057.
4. Фізика. 11 клас : підручник : рівень стандарту / Бар'яхтар В.Г., Довгий С.О., Божинова Ф.Я. Харків : Ранок, 2019. 272 с.

5. Школа О. В. Проблеми формування і діагностики наукового світогляду майбутніх учителів фізики. *Наукові записки БДПУ. Педагогічні науки*. 2019. Вип. 3. С. 423–431.

Юрій ЛЕЩИК,

здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти 1 курсу факультету фізико-математичної, комп'ютерної та технологічної освіти
Науковий керівник: **Олександр ШКОЛА,**
д.пед.н., професор (БДПУ)

ПОНОВЛЮВАЛЬНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ: СТАН, ПЕРСПЕКТИВИ ТА ВИКЛИКИ

В умовах повномасштабної війни та систематичних ударів по критичній інфраструктурі децентралізація енергосистеми України через відновлювані джерела енергії (ВДЕ) перетворилася з економічного інтересу на питання національної безпеки. Сонячні панелі, вітрові турбіни і біогазові установки – це не лише «зелена» риторика, а фізично розподілені, важкі для одночасного знищення джерела електроенергії, здатні забезпечити автономність громад навіть при руйнуванні централізованих мереж. За даними Укренерго, внаслідок російських атак 2024–2025 рр. Україна втратила понад 9 ГВт генеруючих потужностей – це більше, ніж уся встановлена потужність сонячної та вітрової енергетики країни до початку повномасштабного вторгнення. Саме цей контекст робить розвиток ВДЕ не просто стратегічним пріоритетом, а невідкладною практичною необхідністю. У зв'язку з цим *метою нашого дослідження* є аналіз сучасного стану відновлюваної енергетики в Україні, виявленні основних перешкод для його розвитку в умовах війни та рекомендацій щодо стратегічного стимулювання ВДЕ.

Фізичний потенціал України для розвитку ВДЕ є одним із найвищих у Європі. Середній річний вплив сонячного світла на 1 квадратний метр за рік на півдні країни сягає 1400–1500 кВт·год/м², що забезпечує сучасним фотоелектричним панелям вироблення електроенергії. Для порівняння цей показник: Німеччина: ~1100 кВт·год/м²; Сахара: ~2500 кВт·год/м²; Норвегія: ~900 кВт·год/м². Тобто південь України сонячніший за Німеччину приблизно на 35% і при цьому Німеччина є світовим лідером сонячної енергетики. Це добре ілюструє потенціал України. Сонячна панель із ККД 20% і площею 1 м² на півдні України виробить за рік: $1500 \times 0,20 = 300$ кВт·год, що складає приблизно місячне споживання електроенергії

середньої української родини і зумовлює економічну доцільність встановлення сонячних панелей.

Середньорічна швидкість вітру в степових і прибережних районах становить 6–8 м/с – оптимальний діапазон для промислових вітротурбін, номінальна потужність яких досягає 3–5 МВт на одну установку. Україна також є аграрною державою з колосальним ресурсом біомаси: щорічний потенціал виробництва біометану оцінюється у 7–10 млрд м³, що може суттєво замінити імпортований природний газ у промисловості та опаленні.

Розвиток вітчизняної відновлюваної енергетики досліджують провідні українські вчені: С. Кудря (фундатор наукового напрямку ВДЕ в Україні), Г. Гелетука (біоенергетика), О. Адаменко, а також колектив Інституту відновлюваної енергетики НАН України, який системно аналізує регіональний потенціал сонячної та вітрової генерації. У працях В.Геєця та Ю.Пінчука розглядаються механізми стимулювання інвестицій, зокрема «зелений тариф», та проблеми інтеграції ВДЕ в загальну енергомережу. Водночас недостатньо вивченими залишаються питання захисту об'єктів ВДЕ в умовах воєнного стану та розвитку систем накопичення енергії.

Розвиток ВДЕ відповідає і зовнішньополітичному курсу України: European Green Deal вимагає від країн-кандидатів поступового скорочення викидів CO₂, а декарбонізація енергосектору є обов'язковою умовою євроінтеграції. Зазначена умова пов'язана із скороченням або повним усуненням викидів вуглецю та інших парникових газів в атмосферу як головного «винуватця» кліматичних змін, який виділяється при спалюванні вугілля, газу та нафти. Виснаження родовищ викопного палива та фізичне зношення радянських теплових електростанцій (більшість із яких відпрацювали понад 40 років при розрахунковому ресурсі 30) роблять технологічне оновлення енергосектору не питанням вибору, а питанням часу.

Війна суттєво деформувала структуру галузі: значна частина великих вітропарків і сонячних станцій опинилася на окупованих територіях або в зоні активних бойових дій. Це прискорило об'єктивно необхідний перехід від великих централізованих об'єктів генерації до розподіленої моделі – домашніх сонячних електростанцій, малих вітрових установок і локальних енергоострівців, здатних працювати автономно від загальної мережі. Фізичною основою такої автономності є системи накопичення енергії (літій-залізо-фосфатні акумулятори з питомою енергоємністю 120–160 Вт·год/кг), які згладжують нестабільність сонячної та вітрової генерації і є ключовим технологічним викликом для масштабування ВДЕ. Паралельно зростає потреба у «розумних мережах» (Smart Grids) і маневрових потужностях – газопоршневих установках, здатних за лічені хвилини компенсувати коливання у виробленні електроенергії.

Подальший розвиток відновлюваної енергетики України потребує системних рішень: реформи енергоринку, врегулювання заборгованості за «зеленим тарифом» та запровадження механізмів страхування воєнних ризиків для інвесторів. Стратегичною перспективою є перехід до моделі, коли кожне підприємство чи домогосподарство є одночасно споживачем і виробником електроенергії, а надлишок віддає в мережу. Це не утопія: саме така модель вже домінує в енергосистемах Німеччини та Данії. Для відбудови України після війни це унікальна можливість: не відновити стару енергосистему, а збудувати нову – децентралізовану, стійку і сучасну. Енергетичний перехід України – це не лише технологічна трансформація, а й геополітичний вибір: країна, яка збудує децентралізовану відновлювану енергосистему, стане енергетично незалежною від росії назавжди і перетвориться на повноцінного учасника європейського енергетичного ринку.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гелетуха Г. Г. Перспективи розвитку біоенергетики в Україні. Київ : Наукова думка, 2021. 138 с.
2. Кудря С. О. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії : підручник. Київ : НТУУ «КПІ», 2012. 492 с.
3. Малярєнко В. А. Енергетика і навколишнє середовище. Харків : САГА, 2008. 364 с.
4. Мхитарян Н. М. Енергетика нетрадиційних і відновлюваних джерел. Київ : Наукова думка, 2019. 321 с.
5. Суходоля О. М. Енергетична безпека держави: методологія дослідження та шляхи забезпечення. Київ : НІСД, 2022. 178 с.

Іван МАЛЯРЕНКО,

здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти 1 курсу факультету фізико-математичної, комп'ютерної та технологічної освіти
Науковий керівник: **Олександр ШКОЛА**,
д.пед.н., професор (БДПУ)

АКАДЕМІК ОЛЕКСАНДР ГАЛКІН – ВИДАТНИЙ УКРАЇНСЬКИЙ ФІЗИК З БЕРДЯНСЬКА



Серед видатних українських учених-фізиків ХХ століття постать академіка Олександра Олександровича Галкіна (1914 – 1982) займає особливе місце і водночас залишається несправедливо маловідомою широкому загалу. Народжений у Бердянську, сформований як учений у Харкові, реалізований як організатор науки у Донецьку – він пройшов шлях, що уособлює цілу епоху в історії

української фізики. Його відкриття у галузі надпровідності, магнетизму, радіоспектроскопії та фізики високих тисків здобули світове визнання, а заснована ним наукова школа і сьогодні продовжує свою діяльність. У зв'язку з цим мета роботи полягає у висвітленні життєвого і творчого шляху О. Галкіна як видатного представника української фізичної науки; показати значення його доробку для формування наукового світогляду майбутніх учителів фізики.

Олександр Галкін народився 4 липня 1914 року в Бердянську – відомому приазовському місті, де він, як і всі хлопчики, бігав до моря, відчував на губах солоний присмак азовського вітру, бачив перед собою безмежну водну гладінь і неповторні заходи сонця. Ці дитячі образи – безмежність горизонту, гра світла на воді, таємниця того, що ховається за видимою межею – можливо, і посягли в ньому те особливе ставлення до природи, яке згодом перетворилося на пристрасть до пізнання її прихованих законів. У 1939 році він закінчив Харківський державний університет і розпочав наукову кар'єру у Харківському фізико-технічному інституті АН УРСР – установі, що на той час була одним із провідних центрів фізичної науки СРСР та органічно входила до всесвітньо відомої Харківської фізичної школи. Саме там формувався його науковий стиль – органічне поєднання глибокої теоретичної підготовки з точним експериментом, широтою узагальнень та оригінальністю підходів. Війна перервала наукову роботу: з 1941 по 1945 рік Галкін брав участь у бойових діях. Повернувшись до Харківського фізико-технічного інституту, він із подвоєною енергією поринув у дослідження, що незабаром принесли перші відкриття світового рівня. Неабияку роль у цьому відіграла творча наукова атмосфера інституту, де поряд працювали видатні українські вчені-фізики: О. Ахієзер, А. Вальтер, Б. Лазарев, К. Синельников та інші представники всесвітньо відомої Харківської фізичної школи. Показово, що перше велике відкриття (виявлення детекторних властивостей надпровідників) він здійснив саме у співавторстві зі своїм харківським колегою Б. Лазаревим у 1948 році, що стало яскравим прикладом того, як колективний науковий пошук народжує результати, недосяжні для одинака. У 50-ті роки Галкін досліджував кінетику руйнування надпровідності у високочастотних полях і відкрив кристалографічну анізотропію енергетичної щільності надпровідника – результати, що суттєво вплинули на розуміння природи надпровідного стану речовини і стали науковою основою для захисту докторської дисертації у 1955 році. Присвоєння звання професора (1956) стало логічним підсумком цього плідного десятиліття і остаточно утвердило його як одного з провідних фізиків-експериментаторів країни.

Особливе місце у науковому доробку Галкіна посідає відкриття проміжного фазового стану в антиферромагнетиках (1966) та ефекту необоротного індукування нових магнітних станів речовини сильним

магнітним полем – відкриття, що були удостоєні Державної премії УРСР (1971). За значенням ці результати виходять далеко за межі суто академічного інтересу: вони заклали основи для розуміння поведінки магнітних матеріалів в екстремальних умовах і відкрили технологічні перспективи, що сьогодні реалізуються у спінтроніці – галузі електроніки, яка використовує квантові властивості спіну електронів для створення пристроїв збереження інформації, мініатюрних мікросхем і транзисторів нового покоління, а також у технологіях магнітного запису даних на надщільних носіях. У галузі радіоспектроскопії та фізики металів Галкін став одним із піонерів застосування методів циклотронного резонансу і магнітоакустики для вивчення електронних властивостей металів. Під його керівництвом було відкрито резонанс Рашби у напівпровідниках (1977) – явища, що розширило фізичне розуміння взаємодії електронів із кристалічною ґраткою.

В останні роки наукової діяльності головним напрямом стала фізика і техніка високих тисків. Галкін розробив метод нестационарної гідроекструзії – принципово нову технологію обробки матеріалів, що дозволила здійснювати безвідходне формоутворення виробів складного профілю і виробляти надпровідниковий багатожильний провід із десятками мільйонів жил. До 1978 року Донецький фізико-технічний інститут став головним в СРСР за цим напрямом – і це стало одним із найяскравіших прикладів того, як фундаментальна фізика безпосередньо визначає технологічний прогрес.

У 1960-1965 роках Галкін обіймав посаду заступника директора Фізико-технічного інституту низьких температур АН УРСР у Харкові, а у 1965 році (рік обрання його академіком АН УРСР) очолив щойно створений Донецький фізико-технічний інститут АН УРСР – установу, яку він фактично збудував з нуля і якій присвятив останні сімнадцять років свого життя. Одночасно з 1966 року він завідував кафедрою радіоспектроскопічних методів і фізики низьких температур Донецького університету, поєднуючи керівництво провідним науковим центром із активною педагогічною діяльністю і підготовкою нових поколінь фізиків. Уміння підбирати кадри, стратегічно виважений вибір наукових напрямів і невичерпна організаторська енергія перетворили новостворену установу на найбільший академічний осередок Донецького регіону зі світовою репутацією завдяки комплексним дослідженням речовини в екстремальних умовах: за низьких температур, високих тисків і сильних магнітних полів. Галкін став також ініціатором створення Донецького наукового центру АН УРСР і одним із засновників Донецького національного університету, поклавши основи цілої наукової та освітньої екосистеми регіону. Наукова школа у галузі фізики високих тисків і спектроскопії твердих тіл, яку він заснував, продовжує свою діяльність і

сьогодні вже під назвою Донецького фізико-технічного інституту імені О. Галкіна НАН України, евакуйованого до Києва після 2014 року.

Науковий внесок Галкіна був відзначений численними державними нагородами: двічі лауреат Державної премії УРСР у галузі науки і техніки (1971, 1982), лауреат премії імені К. Синельникова АН УРСР (1975), Заслужений діяч науки УРСР (1978). У 1994 році Донецькому фізико-технічному інституту НАН України було присвоєно його ім'я – найвища інституційна форма визнання наукових заслуг.

Постать академіка Галкіна є надзвичайно цінним матеріалом для курсу фізики і для підготовки майбутніх учителів. По-перше, його відкриття охоплюють теми, що вивчають у шкільному і університетському курсах фізики: надпровідність, магнетизм, електронні властивості металів, резонансні явища. По-друге, його біографія є живим прикладом того, як наукова кар'єра будується через поєднання теоретичної глибини та експериментальної майстерності, як фундаментальні дослідження перетворюються на реальні технології. По-третє, сам факт того, що видатний фізик народився у Бердянську, формувався у Харкові і будовав науку у Донецьку, є переконливим аргументом на користь думки: українська земля завжди була і залишається частиною світової наукової карти.

Олександр Олександрович Галкін – це не просто ім'я в енциклопедії [2; 3]. Це людина, чий відкриття живуть у сучасній фізиці твердого тіла, чий технології використовуються у промисловості, і чия наукова школа продовжує працювати попри всі випробування, що їх пережив останніми роками Донецький регіон. Повернути його ім'я у навчальний процес – у лекції з фізики, у контекст вивчення надпровідності чи магнетизму, у систему національно-патріотичного виховання майбутніх учителів фізики – означає не лише віддати належне видатному вченому, а й показати студентам і учням: велика наука робилася і тут, на цій землі, людьми, чий долі були органічно вплетені в долю України.

ЛІТЕРАТУРА

1. Варюхін В. М., Каменев В. І., Криворучко В. М. Олександр Олександрович Галкін (1914-1982). До сторіччя з дня народження. *Фізика низьких температур*. 2014. Т. 40, № 7. С. 735–736.
2. Храмов Ю. О. Галкін Олександр Олександрович. *Енциклопедія історії України*. Т. 2. Київ, 2004. С. 43.
3. Яблонська Л. П., Коваленко О. І. Галкін Олександр Олександрович. *Енциклопедія сучасної України*. Т. 5. Київ: Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2006. URL : <https://esu.com.ua/article-28444>. (дата звернення: 12.02.2026).

Олександр МЕДВЕДЕНКО,

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти 4 курсу факультету фізико-математичної, комп'ютерної та технологічної освіти
Науковий керівник: **Олександр ШКОЛА,**
д.пед.н., професор (БДПУ)

**«ВІЙНА СТРУМІВ»:
ІСТОРИЧНЕ ПРОТИСТОЯННЯ, ЩО ЗМІНИЛО СВІТ**

Наприкінці XIX ст. світ став ареною однієї з найдраматичніших технологічних битв в історії фізичної науки – «Війни струмів». Це протистояння між системами постійного (DC) і змінного (AC) струму вийшло далеко за межі лабораторій і наукових дискусій: воно охопило великий бізнес, засоби масової інформації та громадську думку, ставши унікальним прикладом того, як наукова істина пробиває собі шлях крізь економічні інтереси, інформаційні маніпуляції та суспільні упередження і врешті-решт перемагає завдяки силі факту і практичного результату. Саме тому ця сторінка історії фізики є надзвичайно цінним матеріалом для формування наукового світогляду учнів і студентів.

Передумови протистояння. У другій половині XIX ст. людство активно почало використовувати електрику. Одним із головних піонерів електрифікації був Томас Едісон, який у 1882 р. відкрив першу електростанцію у Нью-Йорку (Pearl Street Station). Вона працювала на основі постійного струму (DC), проте мала принципові технічні обмеження: передача енергії лише на короткі відстані, значні втрати в проводах і необхідність будувати електростанції майже в кожному міському районі. Через це електрифікація міст просувалася повільно і була надзвичайно дорогою, що спонукало до пошуку альтернативи.

Геніальний інженер Нікола Тесла запропонував принципово інше рішення – систему змінного струму (AC), засновану на революційній ідеї: передавати електроенергію під дуже високою напругою, а потім знижувати її трансформаторами безпосередньо біля споживача. З фізичного погляду це рішення спиралося на фундаментальні властивості змінного струму: можливість трансформації напруги, менші омичні втрати при передачі на великі відстані та ефективне використання індукційних машин. Технологію Тесла підтримав американський промисловець Джордж Вестінгауз, засновник компанії Westinghouse Electric, який придбав патенти і розпочав масштабний розвиток системи AC.

Боротьба за суспільну довіру. Коли стало очевидним, що AC може витіснити DC з ринку, Томас Едісон розгорнув безпрецедентну кампанію дискредитації змінного струму. Вона включала публічні демонстрації загибелі тварин від дії AC, газетні публікації про його

смертельну небезпеку та підтримку ідеї використання змінного струму в електричному стільці для страти злочинців, щоб закріпити у суспільній свідомості стійку асоціацію «АС = смертельна технологія». Ця сторінка протистояння є показовим прикладом того, як нетехнічні чинники – страх, упередження, маніпуляція інформацією – можуть гальмувати науково-технічний прогрес. Утім очікуваного ефекту кампанія не досягла: факти виявилися сильнішими за пропаганду.

Вирішальною подією у протистоянні АС і DC стало освітлення Всесвітньої виставки у Чикаго 1893 року – грандіозного заходу, що відзначав 400-річчя подорожі Христофора Колумба до Америки. Виставка зібрала понад 27 мільйонів відвідувачів, охоплювала близько 280 гектарів і налічувала понад 200 великих павільйонів, де можна було побачити перші у світі верстати, автомобілі, «рухомий тротуар», оглядове колесо та ін. Комплекс отримав назву «Біле місто» завдяки світлим неокласичним будівлям – проте справжньою сенсацією стала його масштабна електрична ілюмінація. За контракт на освітлення виставки змагалися дві системи: DC від компаній, пов'язаних з Едісоном і General Electric, та АС від Westinghouse Electric. Перемогла остання, запропонувавши вдвічі дешевше рішення із значно ефективнішою передачею енергії. Масштаб електричного освітлення був безпрецедентним: понад 100 000 ламп розжарювання, десятки великих генераторів змінного струму, кілометри електричних кабелів. Електричні прожектори освітлювали будівлі, фонтани та центральну площу – і коли ввечері вмикали світло, для мільйонів глядачів це виглядало як диво.

Під час виставки Нікола Тесла проводив знамениті демонстрації з високочастотним струмом (рис. 1): показував досліди з котушкою, що створювала розряди, подібні до блискавки; демонстрував фосфоресцентне освітлення без жодних проводів за допомогою високочастотного поля, а також пропускав через власне тіло високочастотний струм, залишаючись при цьому неушкодженим. Ці досліди наочно спростовували міф про безумовну смертельність змінного струму, переконливо демонструючи, що його безпечність визначається не лише напругою, але й частотою, а тому відкривали широкі можливості для його практичного використання. Успіх виставки став переломним моментом: мільйони людей власними очима переконалися в ефективності, стабільності та економічності системи АС. Після цього більшість міст і компаній почали обирати саме змінний струм. Логічним завершенням протистояння стало введення в експлуатацію за проектом Тесли гідроелектростанції на Ніагарському водоспаді: вона розпочала передачу електроенергії до Баффало, підтвердивши повну технічну і економічну перевагу АС на великих відстанях.

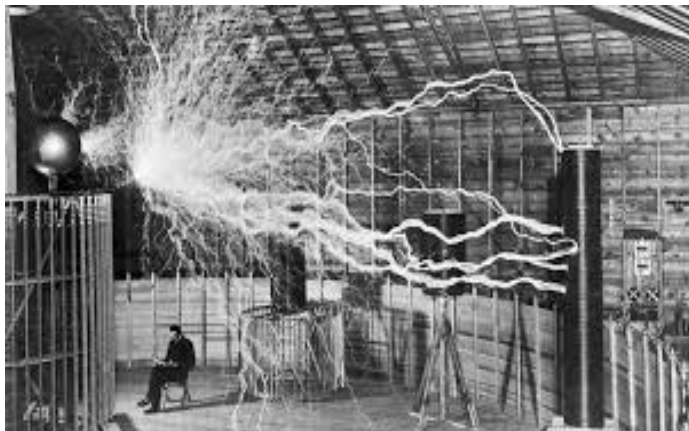


Рис. 1. Николо Тесла у власній лабораторії

Історія «Війни струмів» є надзвичайно цінним навчальним матеріалом як для учнів загальноосвітньої школи, так і для студентів-фізиків педагогічних спеціальностей. По-перше, вона дозволяє органічно поєднати вивчення фізичних понять (постійний і змінний струм, трансформація напруги, втрати потужності при передачі електроенергії) з їх реальним історичним і технологічним контекстом, що суттєво підвищує мотивацію та осмисленість навчання. По-друге, це яскравий приклад того, що наукова істина не завжди перемагає одразу: на шляху до визнання правильного технічного рішення стоять економічні інтереси, суспільні страхи і маніпуляція інформацією. Усвідомлення цього формує в учнів критичне мислення і розуміння того, що наукове пізнання – це не лінійний, а суперечливий і соціально зумовлений процес. По-третє, історія «Війни струмів» – це ще й знакова портретна галерея: Тесла-геній, що випереджав свій час, Едісон-прагматик, який захищав власний бізнес будь-якими засобами, і Вестінгауз-підприємець, який зумів розгледіти майбутнє і поставити на нього. Їхні долі разом складають живу і повчальну картину того, як народжуються великі відкриття.

Висновки. «Війна струмів» – це не лише захоплива сторінка історії фізичної науки і техніки, але й важливий урок про природу наукового прогресу. Включення цього матеріалу до шкільного курсу фізики сприяє формуванню наукового світогляду учнів, розвитку їх критичного мислення та розуміння логіки наукового пізнання світу. Для майбутніх учителів фізики ця тема є ще й методичним орієнтиром: вона демонструє, як історичний контекст наукового відкриття перетворює абстрактні фізичні поняття на живу і значущу частину людської культури.

ЛІТЕРАТУРА

1. Війна струмів. URL : <https://europan.ua/news/vijna-strumiv/> (дата звернення: 10.11.2025).
2. Кевшин А. Г. Історія фізики і техніки: конспект лекцій. Луцьк : Волинський національний університет імені Лесі Українки, 2023. 80 с. URL : <https://evnuir.vnu.edu.ua/handle/123456789/22383>. (дата звернення: 10.02.2026).

Микола ПАШКОВСЬКИЙ,

здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти 1 курсу факультету фізико-математичної, комп'ютерної та технологічної освіти
Науковий керівник: **Олександр ШКОЛА,**
д.пед.н., професор (БДПУ)

НАНОТЕХНОЛОГІЇ: ВІД ІДЕЇ ДО ЦИВІЛІЗАЦІЙНОГО ПРОРИВУ

У 1959 році американський фізик і нобелівський лауреат Річард Фейнман виголосив лекцію «Там унизу ще багато місця», в якій вперше сформулював ідею маніпулювання окремими атомами та молекулами. Тоді це сприймалося як наукова фантастика. Сьогодні – це реальність, що визначає технологічне обличчя XXI століття. Нанотехнології – галузь науки і техніки, що вивчає та використовує властивості об'єктів розміром від 1 до 100 нанометрів ($1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$). Для розуміння масштабу: діаметр людської волосини становить близько 80 000 нм, тоді як атом водню лише 0,1 нм. Саме в цьому діапазоні матерія поводиться за принципово іншими законами, ніж у макросвіті.

Перший реальний крок від теорії до практики зробив японський учений Норіо Танігучі, який у 1974 році ввів сам термін «нанотехнологія». Проте справжній технологічний прорив стався в 1981 році, коли Герд Бінніг і Генріх Рорер у лабораторіях IBM у Цюриху створили тунельний скануючий мікроскоп (СТМ) – прилад, що вперше дозволив «побачити» окремі атоми. У 1986 році вони отримали за це відкриття Нобелівську премію з фізики. У тому ж 1985 році Гарольд Крото, Роберт Керл і Річард Смоллі відкрили фулерени – сферичні молекули вуглецю, що нагадують футбольний м'яч і стали першими об'єктами нанохімії. За це відкриття у 1996 році вони також були удостоєні Нобелівської премії. Ще одним проривом стало відкриття у 1991 році вуглецевих нанотрубок японським ученим Суміо Іджімою. Ці циліндричні структури діаметром кілька нанометрів виявилися у 100 разів міцнішими за сталь з масою у шість разів меншою, що фактично відкрило нову еру в матеріалознавстві. Нарешті, у 2004 році Андрій Гейм і Костянтин Новосьолов у Манчестерському університеті отримали графен – одноатомний шар вуглецю з унікальними

електричними, механічними й оптичними властивостями. Нобелівська премія 2010 року увінчала це відкриття, яке й досі залишається одним із найактивніших напрямів наноматеріалознавства.

На наномасштабі фізичні властивості речовини кардинально відрізняються від властивостей того самого матеріалу у звичайному стані. По-перше, різко зростає відношення площі поверхні до об'єму: для частинки діаметром 10 нм понад 20 % усіх атомів знаходяться на поверхні, що робить наночастинки надзвичайно хімічно активними. По-друге, при розмірах, сумірних з довжиною хвилі де Бройля електрона, починають домінувати квантово-механічні ефекти, зокрема квантове обмеження, що змінює електронний спектр та оптичні властивості матеріалу. Яскравий приклад цього – квантові точки: наночастинки напівпровідника, колір люмінесценції яких визначається не хімічним складом, а виключно розміром частинки. Золото у наночастинковому стані залежно від розміру змінює колір від червоного до синього – хоча у злитку воно завжди жовте. Це не магія, а квантова фізика.

Найбільш відчутний вплив нанотехнологій на якість людського життя сьогодні пов'язаний з електронікою. Закон Мура (емпіричне спостереження про подвоєння кількості транзисторів на чіпі кожні два роки) реалізувався саме завдяки послідовному переходу до нанометрових технологічних норм. Якщо у 1970-х роках розмір транзистора становив кілька мікрометрів, то сучасні процесори виробляють за технологічними нормами 3–5 нм, а один чіп містить десятки мільярдів транзисторів. Смартфон у кишені сучасної людини має більшу обчислювальну потужність, ніж суперкомп'ютери 1990-х років, що займали цілі кімнати і це пряме досягнення нанотехнологій. Наступний крок – оптичні наночіпи (фотонні інтегральні схеми), де замість електронів носієм інформації стає світло. Це відкриває можливість обробки даних зі швидкістю, що наближається до швидкості світла, при багаторазово меншому енергоспоживанні.

Медицина є одним із найперспективніших напрямів застосування нанотехнологій. Наночастинки розміром 10–200 нм можуть проникати крізь біологічні бар'єри і доставляти лікарські препарати безпосередньо до уражених клітин – принцип адресної доставки (*targeted drug delivery*). Це кардинально змінює підхід до лікування онкологічних захворювань: замість системної хіміотерапії з руйнівними побічними ефектами препарат концентрується лише в пухлині. Нанозондові системи вже сьогодні дозволяють діагностувати онкологічні маркери на стадії, коли пухлина ще не виявляється жодним іншим методом, змінюючи саму концепцію медицини від лікування до раннього виявлення.

Глобальна кліматична криза зробила нанотехнології одним із ключових інструментів «зеленої» революції. Наноструктуровані

фотоелектричні елементи на основі перовскітів досягли ефективності перетворення сонячної енергії понад 33 %, порівняно з 15–20 % для стандартних кремнієвих панелей. Нанопористі матеріали для акумуляторів нового покоління збільшують їхню ємність і швидкість заряджання в рази, що є критичним для розвитку електромобільності. Наноструктуровані каталізатори очищення промислових викидів дозволяють розкладати токсичні сполуки ефективніше і за нижчих температур, зменшуючи енергоспоживання хімічних виробництв.

Таким чином, за шість десятиліть нанотехнології пройшли шлях від думки фізика-мрійника до технологій, що рятують людські життя і визначають обчислювальну потужність цивілізації. Сьогодні глобальний ринок нанотехнологій перевищує 80 млрд доларів на рік і зростає щорічно більш ніж на 14 %. Нанотехнології вже не майбутнє – вони теперішнє, вбудоване в кожен смартфон, кожную сучасну вакцину, кожную сонячну панель. Їхній вплив на науково-технічний прогрес і якість людського життя лише наростатиме і саме тому розуміння фізичних основ нанорозмірного світу є невід'ємною частиною природничо-наукової освіти сучасної людини.

ЛІТЕРАТУРА

1. Feynman R. P. There's Plenty of Room at the Bottom. *Engineering and Science* (Caltech). 1960. Vol. 23, № 5. P. 22–36. URL : <https://www.cs.jhu.edu/~basu/Papers/Feynman59.pdf> (дата звернення: 11.12.2025).
2. Roco M. C. The long view of nanotechnology development: the National Nanotechnology Initiative at 10 years. *Journal of Nanoparticle Research*. 2011. № 13. P. 427–445. <https://doi.org/10.1007/s11051-010-0192-z>
3. Salata O. V. Applications of nanoparticles in biology and medicine. *Journal of Nanobiotechnology*. 200). № 2. P. 3. <https://doi.org/10.1186/1477-3155-2-3>

Віталій РОЖОВИК,

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти 3 курсу факультету фізико-математичної, комп'ютерної та технологічної освіти
Науковий керівник: **Олександр ШКОЛА,**
д.пед.н., професор (БДПУ)

ПЕРЕТВОРЕННЯ ФУР'Є: МАТЕМАТИКА СИГНАЛІВ І СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ

Сучасний світ важко уявити без цифрової обробки звуку, медичної візуалізації чи стиснення зображень. Щоразу, коли смартфон розпізнає голосову команду, формат MP3 стискає аудіофайл, апарат МРТ реконструює зображення внутрішніх органів людини, супутник передає

фотографію Землі у форматі JPEG, сейсмографи аналізують підземні хвилі чи астрономи визначають хімічний склад зірок за їхніми спектрами – за всіма цими процесами стоїть один із найпотужніших математичних інструментів сучасності – перетворення Фур'є. У контексті шкільного та університетського навчання фізики це поняття є особливо важливим: воно не лише розкриває математичну природу коливань і хвиль, але й слугує містком між теоретичними знаннями та їх технологічним застосуванням. Мета нашої роботи – узагальнити математичні основи перетворення Фур'є, висвітлити його історичний розвиток і розкрити широкий спектр практичних застосувань у фізиці та суміжних галузях.

Передісторія. У 1822 році французький математик і фізик Жозеф Фур'є, розв'язуючи рівняння теплопровідності, показав, що будь-яку функцію можна представити у вигляді суми синусів і косинусів. Спочатку це викликало наукову дискусію, однак згодом математики, зокрема Діріхле, Коші та Ріман, розвинули й формалізували цю теорію. Першим великим практичним застосуванням перетворення Фур'є стала телеграфія наприкінці XIX століття: аналіз частотного складу електричних сигналів дозволив інженерам виявляти причини їх спотворення під час передачі підводними кабелями, визначати смугу пропускання ліній зв'язку та мінімізувати втрати сигналу, що заклало основи сучасної теорії електричних кіл і передачі даних.

Проте історія ідеї сягає ще глибше. У 1805 році (за сімнадцять років до публікації Фур'є) Карл Фрідріх Гаусс розробив математично близьку ідею (метод інтерполяції траєкторій руху тіл за дискретними вимірами), однак не опублікував її, тому вона залишилась непоміченою сучасниками. Отже, геніальна ідея виникла раніше, ніж отримала своє ім'я, і лише через півтора століття набула завершеного алгоритмічного вигляду. Цей факт є повчальним не лише з історичного погляду: він наочно демонструє, що наукові відкриття рідко з'являються раптово – вони визрівають поступово, іноді випереджаючи свій час на десятиліття. Саме тому звернення до історії науки на уроках фізики та математики є важливим педагогічним прийомом, що формує в учнів розуміння справжньої природи наукового пізнання.

Математична сутність. У найзагальнішому розумінні перетворення Фур'є – це математичний інструмент, який розкладає будь-який складний сигнал на прості складові: синусоїди та косинусоїди різних частот. Інтуїтивно це можна пояснити на прикладі музичного акорду: на слух ми сприймаємо єдиний звук, але насправді він складається з кількох окремих тонів. Перетворення Фур'є робить із сигналом те саме – «розкладає» його на окремі «ноти» і показує, яка частота присутня у сигналі і з якою амплітудою. На вході – складний сигнал (звук, зображення, електромагнітна хвиля), на виході – повний

«частотний рецепт» цього сигналу. Саме тому з практичного погляду зручніше працювати з частотами, ніж із самим сигналом: наприклад, щоб прибрати шум із аудіозапису, достатньо математично «викреслити» небажані частоти.

Перетворення Фур'є розкладає складний сигнал на синусоїдальні компоненти і представляє його як функцію частоти. Рівняння перетворення має вигляд:

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) \cdot e^{-j\omega t} dt,$$

де $f(t)$ – задана функція складної хвилі, де областю визначення є час, а значеннями – амплітуда або інтенсивність сигналу. Щоб виконати перетворення, припускають існування синусоїдальних хвиль різних частот, а потім будують модель, яка визначає внесок кожної з них у вихідний сигнал. Ряд Фур'є добре працює з періодичними сигналами, проте не придатний для неперіодичних хвиль [2]. Саме тут застосовують перетворення Фур'є: воно «вбудовує» сімейство синусоїд зі змінною частотою в базисну функцію $e^{-j\omega t}$ (формула Ейлера) і встановлює зв'язок між часовою та частотною областями. Щоб визначити внесок кожної частоти, дві функції перемножують та інтегрують за часом – аналогічно до проєкції одного вектора на інший: частоти, що збігаються з реальними складовими сигналу, дають ненульовий результат, тоді як решта взаємно компенсуються внаслідок ортогональності синусоїд і обнуляються (подібно до того, як взаємно перпендикулярні вектори мають нульову проєкцію один на одного). Зрештою будують графік «амплітуда – частота», що наочно показує внесок кожної частоти у вихідний сигнал.

Швидке перетворення Фур'є (FFT). Рівно 60 років тому, у 1965 році, американські математики Джеймс Кулі та Джон Тьюкі перевідкрили та узагальнили ідею Гаусса 1805 року, опублікувавши алгоритм, який став революційним: він знизив обчислювальну складність дискретного перетворення Фур'є (DFT): якщо кількість відліків сигналу позначити як n , то прямий алгоритм виконує n^2 операцій, тобто зі збільшенням сигналу вдвічі обсяг обчислень зростає вчетверо [1]. Алгоритм FFT натомість потребує лише $n \cdot \log(n)$ операцій – зі збільшенням сигналу вдвічі обсяг обчислень зростає лише трохи більше ніж удвічі, що робить його незрівнянно ефективнішим для великих масивів даних. Для сигналу з мільйоном відліків це різниця між трильйоном операцій і лише двадцятьма мільйонами – тобто FFT виконується у десятки тисяч разів швидше за прямий підхід. Саме цей стрибок зробив можливими обробку сигналів у реальному часі та цифрове стиснення медіаданих і відкрив шлях до масового

впровадження цифрових технологій у повсякденне життя. Сьогодні FFT працює всередині кожного смартфона, кожного MP3-програвача і кожного апарата МРТ. У шкільному курсі фізики цей алгоритм може розглядатися як переконливий приклад того, як математичний прорив безпосередньо визначає технологічний прогрес – від мобільного зв'язку до медичної діагностики, що робить його вагомим аргументом на користь вивчення математики як інструментальної дисципліни.

Застосування у фізиці та суміжних галузях. Перетворення Фур'є та його різновиди охоплюють надзвичайно широкий спектр застосувань. У медицині обернене перетворення Фур'є застосовують для відновлення сигналів у МРТ і КТ, а FFT дозволяє реконструювати зображення органів із томографічних даних. У цифровій обробці сигналів DFT використовують у розпізнаванні мовлення, сейсмічному аналізі та шумозаглушенні. У мультимедіа FFT лежить в основі стиснення зображень (формат JPEG) і аудіообробки в реальному часі. В астрономії метод застосовують для аналізу спектрів світла від віддалених зірок і в радіотелескопії – саме так учені визначають хімічний склад зоряних атмосфер. У квантовій механіці перетворення Фур'є пов'язує координатне й імпульсне представлення хвильових функцій, що є фундаментальним для розуміння принципу невизначеності Гейзенберга. В інженерії цей метод використовують для оцінки структурної цілісності матеріалів і конструкцій [3].

Перетворення Фур'є посідає особливе місце у шкільній і університетській фізиці: воно є теоретичною основою для пояснення акустичних явищ, оптичної дифракції, резонансу та електромагнітних коливань, тобто є природним продовженням теми коливань і хвиль. Використання комп'ютерного моделювання на основі FFT у навчальному фізичному експерименті, зокрема візуалізація спектрального розкладу звукового сигналу в реальному часі за допомогою програмного забезпечення (наприклад, GeoGebra), робить абстрактну математичну теорію наочною і зрозумілою для учнів старшої школи або студентів. Такий підхід реалізує принцип міжпредметної інтеграції математики, фізики та інформатики і сприяє формуванню як цифрової, так і природничо-наукової компетентностей здобувачів освіти.

Висновок. Від радіотелескопів до JPEG, від аудіокодеків до квантової механіки – перетворення Фур'є присутнє всюди, де потрібно «почути» приховану структуру сигналу. Це один із найважливіших і найелегантніших математичних інструментів, що своїм корінням сягає праць Гаусса і Фур'є, але по-справжньому «ожив» в епоху комп'ютерів, без якого неможливо уявити сучасну цивілізацію. Показово, що за двісті років сфера його застосування лише розширюється: сьогодні перетворення Фур'є працює і в лабораторії фізика-теоретика, який досліджує квантові стани елементарних частинок, і в обсерваторії

астронома, що розшифровує спектри далеких галактик, і в хімічній лабораторії, де спектральний аналіз розкриває будову молекул, і в кабінеті лікаря, де МРТ реконструює зображення органів, – і водночас у смартфоні школяра, який навіть не підозрює, що саме цей математичний інструмент стискає його музику, розпізнає його голос і обробляє його фотографії. Саме тому у контексті навчання фізики воно є не просто окремою темою програми, а живим прикладом того, як математична теорія стає технологічною силою: поєднуючи математичний апарат, фізичну інтуїцію та цифрові технології, перетворення Фур'є формує в учнів цілісне наукове світобачення і готовність розуміти світ глибше, ніж він видається на перший погляд.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бортник Г. Г., Кичак В. М. Цифрова обробка сигналів : навчальний посібник. Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. 167 с. URL : <https://iq.vntu.edu.ua/fm/fdb/653/%D0%A6%D0%9E%D0%A1-%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D1%87-%D0%BF%D0%BE%D1%81.pdf>. (дата звернення: 15.02.2026).
2. Хомюк Д., Самотий В. Адаптація перетворення Фур'є для відтворення неперіодичних сигналів. *Фізико-математичне моделювання та інформаційні технології*. 2023. Випуск 38. С. 156–165. URL : <http://www.fmmit.lviv.ua/index.php/fmmit/article/view/348>. (дата звернення: 11.02.2026).
3. Cooley J. W., Tukey J. W. An algorithm for the machine calculation of complex Fourier series. *Mathematics of Computation*. 1965. Vol. 19, № 90. P. 297–301. URL : <https://web.stanford.edu/class/cme324/classics/cooley-tukey.pdf>. (дата звернення: 05.02.2026).

Альона СПАРТЕСНА,

здобувачка другого (магістерського) рівня вищої освіти 1 курсу факультету фізико-математичної, комп'ютерної та технологічної освіти
Науковий керівник: **Олександр ШКОЛА,**
д.пед.н., професор (БДПУ)

НАВЧАЛЬНИЙ ФІЗИЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ ПІЗНАВАЛЬНОГО ІНТЕРЕСУ УЧНІВ 7 КЛАСУ

З переходом до 7 класу Нової української школи учні знайомляться з новим видом навчально-пізнавальної діяльності – лабораторними роботами на уроках фізики. Різноманітність підходів до тлумачення поняття «лабораторна робота» зумовлює й різні підходи до її організації, проведення та місця в навчальному процесі. Семен Гончаренко в «Українському педагогічному словнику» розглядає лабораторну роботу як метод навчання, за якого учні за завданням учителя і під його керівництвом проводять спостереження або

експерименти з використанням навчальних приладів з метою засвоєння нових знань або перевірки вже відомих [1]. Євген Коршак розглядає лабораторний експеримент насамперед як засіб формування в учнів наукового світогляду, розуміння зв'язку між теорією та практикою, а також розвитку дослідницьких умінь [2]. Сучасні методисти Л. Благодаренко, М. Мартинюк, М. Шут розглядають навчальний фізичний експеримент як форму організації навчально-пізнавальної діяльності учнів, спрямовану на самостійне здобуття знань та їх практичне застосування через безпосереднє дослідження фізичних явищ і процесів. Він слугує одночасно джерелом знань, методом навчання, видом наочності, засобом формування предметної компетентності учнів, розвитку їх інтелектуальних і творчих здібностей [5]. У методичних матеріалах НУШ лабораторна робота трактується як вид навчальної дослідницької діяльності, за якої учень не просто виконує дії за інструкцією, а самостійно висуває гіпотезу, планує та проводить експеримент, аналізує результати і формулює висновки, розвиваючи критичне мислення та природничо-наукову компетентність.

Сучасних учнів важко спонукати до заучування понять, законів і формул: навіть посилання на цікаві відео та досліди вони в кращому разі переглядають і забувають. Натомість експерименти, виконані власноруч під час лабораторних робіт, викликають справжній пізнавальний інтерес, спонукають розбиратися в законах природи та фізичному змісті отриманих результатів, розвивають практичні вміння й навички, формують науковий світогляд і стиль мислення.

За модельною навчальною програмою «Фізика. 7-9 класи» для закладів загальної середньої освіти (автори: Б. Кремінський, І. Гельфгат, Ф. Божинова та ін.) передбачено по 10 лабораторних робіт у кожному класі [3]. Зокрема, у 7 класі це роботи на ознайомлення з вимірювальними приладами та визначення ціни поділки шкали, вимірювання розмірів малих тіл різними способами, маси, сили, густини, ККД простого механізму, а також дослідження рівноваги важеля, коливань нитяного маятника, пружних властивостей, умов плавання тіла тощо. Лабораторні роботи, як правило, проводяться після вивчення теоретичного матеріалу та розв'язування задач, виконуючи функцію закріплення набутих знань. Це цілком виправдано з огляду на обмежений час уроку. Однак якщо учень не засвоїв теорію, участь у лабораторній роботі перетворюється на марно витрачений час, а вчитель у такому разі більше нагадує аніматора, ніж педагога. Проведення коротких опитувань або колоквиумів перед роботою як своєрідного «допуску» теж не вирішує проблеми повністю: це потребує додаткового часу, але питання про учня, який допуску не отримав, залишається відкритим.

Попередні лабораторні роботи на початку вивчення нового навчального матеріалу здатні зацікавити учня і спонукати його самостійно розібратися в незнайомій темі. Проте виділити на це цілий урок не завжди можливо. Тому доцільніше використовувати короткі демонстраційні досліди з фізики та домашній експеримент, які на початку вивчення теми виконують важливу мотиваційну функцію. Наприклад, перед вивченням теми «Атмосферний тиск» учитель може роздавати пластикову пляшку, попередньо випустивши з неї повітря, або провести класичний дослід із «кип'ятінням» холодної води у закритій колбі при зниженому тиску. Перед темою «Сила тертя» – продемонструвати, чому монета, покладена на аркуш паперу, залишається на місці, коли папір різко смикають. Такі прості досліди займають 2–3 хвилини, проте ефективно формулюють проблемне питання і налаштовують учнів на пошук пояснення. Якщо на початку вивчення теми не просто поставити проблемне питання, а підкріпити його таким дослідом, учні охоче долучаються до обговорення, висувають гіпотези, які вчитель узагальнює під час опрацювання теоретичного матеріалу. Це відповідає дослідницькій моделі навчання, закладеній у концепції НУШ: «спостереження – гіпотеза – експериментальна перевірка – висновок».

Домашній експеримент є логічним продовженням класної роботи. Підручники з фізики для НУШ за редакцією С. Довгого містять у багатьох темах невеликі дослідження та експериментальні завдання з підручних засобів. Наприклад, учні можуть дослідити вдома залежність швидкості розчинення цукру від температури води, виміряти густину мила або визначити центр мас різних предметів. Виконавши такий дослід удома, учень приходить до класу з власним результатом і готовий його обговорювати – це якісно змінює характер уроку: з монологу вчителя він перетворюється на діалог, активне навчання. Поєднання коротких демонстраційних дослідів на початку теми з домашніми експериментами учнів дає відчутний позитивний результат: спонукає відірватися від гаджетів і долучитися до реального дослідження. При цьому пріоритет слід надавати самостійному виконанню дослідів «наживо», а не електронним симуляціям чи перегляду відеозаписів – особливо у 7 класі, коли учні лише починають осмислювати фізичні явища, наукові факти, поняття, принципи, закони і теорії. Цифрові інструменти та симуляції є корисним доповненням, але не можуть замінити тактильного досвіду реального фізичного експерименту.

Окремої уваги заслуговує питання оцінювання лабораторних робіт з фізики у НУШ. Більшість рекомендацій відносить їх до першої групи результатів «Досліджує природу». Однак якісно спланована лабораторна робота дає можливість оцінити одразу всі три групи результатів навчання: «Досліджує природу» – через спостереження та вимірювання; «Моделює природні явища» – через побудову графіків,

таблиць і формулювання висновків; «Оцінює роль природничих наук» – через усвідомлення практичного значення отриманих результатів. Отже, лабораторна робота є не лише інструментом закріплення знань, а й комплексним засобом оцінювання навчальних досягнень учнів. Таким чином, грамотне поєднання коротких демонстраційних дослідів з фізики, домашнього експерименту та повноцінних лабораторних робіт дозволяє забезпечити неперервність дослідницької діяльності учнів, підтримати їхній пізнавальний інтерес і реалізувати компетентнісний підхід, закладений у концепції Нової української школи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гончаренко С. У. Український педагогічний енциклопедичний словник. Рівне : Волинські обереги, 2011. 552 с.
2. Коршак Є. В., Ляшенко О. І., Савченко М. І. Методика навчання фізики в середній школі : посібник для вчителя. Київ : Радуга, 2002. 173 с.
3. Модельна навчальна програма «Фізика. 7-9 класи» для закладів загальної середньої освіти / Кременський Б. Г., Гельфгат І. М., Божинова Ф. Я., Ненашев І. Ю., Кірюхіна О. О. (Наказ Міністерства освіти і науки України від 24.12.2024 № 1787).
4. Фізика. 7 клас : підручник / М. І. Шут, М. Т. Мартинюк, Л. Ю. Благодаренко. Київ-Ірпінь : Перун, 2014. 256 с.
5. Школа О. В. Мотивація активної навчально-пізнавальної діяльності школярів з фізики як педагогічна проблема. *Наукові записки. Серія : Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. Кропивницький : РВВ ЦДПУ ім. В.Винниченка, 2020. Вип. 13. С. 113–122.

Владислав СТІЛЕЦЬ,

здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти 1 курсу факультету фізико-математичної, комп'ютерної та технологічної освіти
Науковий керівник: **Олександр ШКОЛА,**
д.пед.н., професор (БДПУ)

ОПТИЧНІ НАНОЧІПИ НОВОГО ПОКОЛІННЯ

У сучасному світі обсяг обробки інформації постійно зростає. Традиційні електронні мікročіпи, які використовують електричний струм для передачі даних, поступово наближаються до фізичних обмежень своєї швидкості та енергоефективності. Зокрема, зменшення розмірів транзисторів нижче 3–5 нм супроводжується квантовим тунелюванням електронів крізь потенціальний бар'єр, що призводить до неконтрольованих витоків струму і суттєво обмежує подальшу мініатюризацію. Саме тому вчені активно досліджують нові технології обробки інформації. Одним із найбільш перспективних

напрямів є оптичні наночіпи – пристрої, які використовують світло замість електронів для передачі та обробки даних.

Оптичний наночіп – це мініатюрний напівпровідниковий пристрій, створений із використанням наноструктур, який передає інформацію за допомогою фотонів – квантів електромагнітного випромінювання. На відміну від традиційних електронних чіпів, де сигнал рухається у вигляді потоку електронів провідниками, в оптичних чіпах сигнал передається у вигляді світлових імпульсів через нанофотонні хвилеводи. Швидкість поширення світла у вакуумі становить $c = 3 \cdot 10^8$ м/с, а у кремнієвому хвилеводі приблизно c/n , де $n \approx 3,5$ – показник заломлення кремнію, тобто близько $8,6 \cdot 10^7$ м/с. Незважаючи на уповільнення у середовищі, пропускна здатність оптичних каналів може сягати десятків терабіт за секунду (Тбіт/с), тобто на кілька порядків більше, ніж у мідних електричних провідниках. Завдяки цьому інформація передається значно швидше, а енергоспоживання зменшується.

Оптичні наночіпи працюють на основі нанофотоніки – галузі науки, що досліджує поведінку світла на нанометрових масштабах, порівнянних із довжиною хвилі або меншими за неї. У телекомунікаціях та фотонних чіпах найчастіше використовується інфрачервоне випромінювання з довжиною хвилі $\lambda = 1310$ нм або $\lambda = 1550$ нм – саме в цих діапазонах, як свідчить дослід, кремній є прозорим і втрати сигналу мінімальні. Основними елементами таких чіпів є нанофотонні хвилеводи – канали шириною 200–500 нм, якими поширюється світло завдяки повному внутрішньому відбиванню на межі кремній–діоксид кремнію; оптичні резонатори – мікрокільцеві структури діаметром кілька мікрометрів, що підсилюють або фільтрують сигнали певної довжини хвилі завдяки конструктивній інтерференції; фотонні кристали – матеріали з періодичною наноструктурою, період якої порівнянний із довжиною хвилі світла, що дозволяє формувати заборонені фотонні зони та керувати поширенням світла подібно до того, як кристалічна ґратка керує рухом електронів у напівпровідниках; оптичні модулятори – пристрої, що перетворюють електричні сигнали у світлові, використовуючи електрооптичний ефект Поккельса або ефект поглинання в квантових ямах. Завдяки цим компонентам оптичний сигнал може передаватися, оброблятися та зчитуватися без значних втрат енергії.

Оптичні наночіпи мають низку суттєвих переваг порівняно з традиційними електронними чіпами. По-перше, вони забезпечують значно більшу швидкість передачі даних: сучасні кремнієво-фотонні чіпи демонструють пропускну здатність понад 1 Тбіт/с на одному кристалі, тоді як електричні між'єднання обмежені кількома десятками

Гбіт/с. По-друге, такі чіпи споживають менше енергії: передача 1 біта інформації оптичним каналом потребує в 10–100 разів менше енергії, ніж електричним, що є критично важливим для великих дата-центрів та суперкомп'ютерів. По-третє, оптичні сигнали не створюють електромагнітних перешкод, тому кілька каналів передачі даних на різних довжинах хвиль можуть працювати паралельно в одному хвилеводі без взаємного впливу. Це явище називають хвильовим мультиплексуванням (WDM). Ще однією перевагою є можливість значного зменшення розмірів пристроїв завдяки використанню наноструктур.

У 2025 році дослідники з провідних університетів Канади та технологічних компаній активно розробляють нові типи оптичних наночіпів. Особливу увагу приділяють кремнієвій фотоніці – технології, що дозволяє інтегрувати оптичні елементи безпосередньо у кремнієві мікросхеми, використовуючи стандартні CMOS-процеси виробництва. Це робить масове виробництво фотонних чіпів технологічно і економічно реалістичним. Також активно досліджуються плазмонні наноструктури – металеві наночастинки або нанощілини, в яких під дією електромагнітного поля виникають колективні коливання вільних електронів, що називають плазмонами. Завдяки резонансному збудженню останніх електромагнітне поле концентрується в об'ємах, значно менших за довжину хвилі світла (порядку кількох нанометрів), що робить можливим створення ще компактніших та швидших фотонних пристроїв. Ключовим матеріалом для плазмоніки є золото та срібло через їхні оптичні константи в діапазоні видимого та ближнього інфрачервоного світла.

Оптичні наночіпи можуть знайти застосування у багатьох галузях науки і техніки. Однією з головних сфер є дата-центри та хмарні обчислення, де швидкість обробки та передачі інформації є критично важливою. Також такі чіпи можуть використовуватися у штучному інтелекті та нейромережах, де матричні операції над великими масивами даних можна реалізувати оптично (через інтерференцію і дифракцію світла) значно ефективніше, ніж електронними засобами. Іншими перспективними напрямками є квантові комп'ютери, де фотони використовуються як кубіти, телекомунікації нового покоління та високоточні сенсорні системи.

Отже, оптичні наночіпи є однією з найперспективніших технологій майбутньої електроніки. Використання фотонів замість електронів дозволяє суттєво підвищити швидкість обробки інформації та зменшити енергоспоживання, долаючи фізичні обмеження, що гальмують розвиток традиційної кремнієвої електроніки. Попри те що технологія ще перебуває на стадії активних досліджень, вона вже

демонструє великий потенціал для застосування у комп'ютерних системах, телекомунікаціях та квантових технологіях. У найближчі роки розвиток нанофотоніки може суттєво змінити підхід до створення процесорів та обчислювальних систем.

ЛІТЕРАТУРА

1. Bogaerts W. et al. Programmable photonic circuits. *Nature*. 2020. № 586. P. 207–216. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2764-0>
2. Karabchevsky A. et al. On-chip nanophotonics and future challenges. *Nanophotonics*. 2021. URL : <https://www.semanticscholar.org/paper/On-chip-nanophotonics-and-future-challenges-Karabchevsky-Katiyi/f932fa7576bf70fc38e2a73a4db4e4997675d62b> (дата звернення: 11.10.2025).
3. Margalit . et al. Perspective on the future of silicon photonics and electronics. *Applied Physics Letters*. 2021. № 118. 220501 <https://doi.org/10.1063/5.0050084>
4. Shekhar S. et al. Roadmapping the next generation of silicon photonics. *Nature Communications*. 2024. URL : <https://www.nature.com/articles/s41467-024-44750-0> (дата звернення: 21.01.2026).

Павло ЦИКАЛО,

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти 3 курсу факультету фізико-математичної, комп'ютерної та технологічної освіти
Науковий керівник: **Олександр ШКОЛА,**
д.пед.н., професор (БДПУ)

ПОЄДНАННЯ ТРАДИЦІЙНОГО ТА ВІРТУАЛЬНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ ЯК УМОВА ЕФЕКТИВНОГО НАВЧАННЯ ФІЗИКИ

Фізика як фундаментальна природнична наука пояснює закономірності руху та взаємодії матеріальних тіл, розвиває інтелектуальні і творчі здібності учнів, формує їх науковий світогляд і логічне мислення. Однак засвоєння фізичних понять і законів нерідко викликає труднощі через абстрактний характер більшості фізичних процесів. Саме тому демонстраційний експеримент залишається одним із найефективніших засобів унаочнення навчального матеріалу й забезпечення зв'язку між теорією та практикою.

Питання теорії та методики системної організації шкільного навчального фізичного експерименту досліджували О. Бугайов, С. Гончаренко, С. Величко, В. Заболотний, Є. Коршак, В. Мендерецький, І. Сальник, О. Сергєєв, В. Шарко, М. Шут та ін. У своїх працях вони обґрунтовують, що демонстраційний дослід активізує пізнавальну діяльність школярів, підвищує інтерес до предмета й формує дослідницькі вміння [2 : 45]. Незважаючи на ґрунтовні науково-методичні здобутки, виклики сьогодення (матеріально-технічні обмеження,

дистанційне навчання, цифрова трансформація освіти) зумовлюють потребу переосмислення підходів до ефективної організації фізичного експерименту у сучасній загальноосвітній школі. Метою цих тез є аналіз ролі демонстраційних експериментів у навчанні фізики в сучасній школі, визначення проблем їхнього використання та обґрунтування доцільності органічного поєднання його реального й віртуального форматів.

Як відомо, демонстраційний експеримент виконує кілька ключових дидактичних функцій. По-перше, він слугує для мотивації активної пізнавальної діяльності учнів та формування нових знань: наприклад, демонстрація досліду з кулею на нитці унаочнює поняття доцентрового прискорення, а дослід із падінням тіл у трубі Ньютона – вплив опору повітря на вільне падіння. По-друге, фізичні досліди закріплюють набуті знання: після пояснення закону збереження імпульсу учні спостерігають зіткнення візків на рейці, що підтверджує теоретичні положення або характер взаємодії прямолінійних паралельних електричних струмів після вивчення закону Ампера. По-третє, проблемний демонстраційний дослід стимулює пізнавальний інтерес і мислення учнів: учитель демонструє «несподіване» явище (наприклад, стиснення металевої банки під дією атмосферного тиску після вилучення пари) і пропонує учням пояснити побачене. Такий підхід розвиває критичне мислення та дослідницькі вміння.

Очевидно, що ефективність демонстрацій залежить від ретельної підготовки: перевірки обладнання, забезпечення видимості для всіх учнів, чіткого коментування кожного етапу та обговорення результатів. До важливих демонстраційних дослідів шкільного курсу фізики належать: дослід із маятником для вивчення законів коливань, демонстрація вільного падіння, інертних, гравітаційних і пружних властивостей тіл, теплового розширення тіл, ізопроцесів, взаємодії точкових зарядів, законів постійного струму, електромагнітної індукції за допомогою котушки й магніту, спостереження інтерференції та дифракції світла за допомогою лазерної указки й дифракційної решітки, дослід Резерфорда для вивчення будови атома. Попри усталену цінність реального досліду, сучасна школа стикається з низкою проблем: застаріла матеріально-технічна база, брак обладнання, обмежений час уроку, а також неможливість відтворити ряд явищ у шкільній лабораторії – ядерні реакції, астрофізичні процеси, рух елементарних частинок. За даними моніторингу якості природничо-математичної освіти в Україні (2023), понад 60% учителів фізики відзначають недостатній рівень оснащення кабінетів. Особливо гострою ця проблема стала в умовах воєнного стану: значна кількість шкіл перейшла на дистанційний або змішаний формат навчання, через що учні не набувають практичного досвіду роботи з обладнанням і не

формують повноцінних експериментаторських умінь (планувати дослід, збирати установку, знімати показники приладів, оцінювати похибки та аналізувати результати). Усе це негативно позначається на якості природничо-наукової підготовки та актуалізує звернення до цифрових інструментів як органічного доповнення, але не заміни реального навчального фізичного досліду.

Органічне поєднання традиційного й віртуального експерименту відкриває якісно нові можливості для навчання фізики. Реальний дослід забезпечує безпосередній сенсорний досвід, формує вміння працювати з обладнанням і розуміти похибки вимірювань. Віртуальний – дозволяє варіювати фізичні параметри, спостерігати процеси в уповільненому або прискореному темпі, моделювати явища, недоступні для шкільної лабораторії. Найефективнішою є модель «реальний дослід → цифрова симуляція → узагальнення»: спочатку учні спостерігають реальне явище, потім досліджують його параметри у віртуальному середовищі з наступним узагальненням отриманої інформації. Серед цифрових ресурсів, що активно використовуються у навчанні фізики, варто виокремити такі. Платформа PhET Interactive Simulations (Університет Колорадо) пропонує понад 50 безкоштовних симуляцій з механіки, електрики, оптики, квантової фізики; вони перекладені українською мовою і не потребують встановлення програм. Наприклад, симуляція «Закон Ома» дозволяє змінювати напругу й опір та миттєво спостерігати зміну струму – те, що складно продемонструвати на реальному стенді за обмежений час уроку. Онлайн-лабораторія Labster пропонує реалістичні 3D-симуляції лабораторних робіт з фізики та хімії. Платформа Mozaik Education містить інтерактивні 3D-моделі фізичних явищ і процесів — від будови атомного ядра до принципу роботи двигуна внутрішнього згоряння. Відеосервіс YouTube у поєднанні з каналами на кшталт Veritasium або «Фізика для всіх» надає якісні відеодемонстрації складних експериментів. Для організації зворотного зв'язку під час перегляду демонстрацій сучасні учителі активно використовують інтерактивні платформи Mentimeter, Kahoot і Classroomscreen, що перетворюють пасивний перегляд на активну взаємодію. Варто зазначити: цифровий інструмент не замінює реальний дослід, а розширює його дидактичний потенціал. Учень, який лише «клікає» у симуляції, не набуває досвіду роботи з реальним приладом, не відчуває похибок вимірювань і непередбачуваності живого експерименту. Тому методично виправданою є така послідовність: реальна демонстрація явища → обговорення → поглиблення через цифрову модель → узагальнення та формулювання закономірностей.

Отже, демонстраційний експеримент залишається незамінним елементом навчання фізики, що забезпечує наочність, активізує пізнавальну діяльність і поглиблює розуміння фізичних явищ.

Актуальними проблемами є оновлення матеріально-технічної бази шкіл та підвищення методичної компетентності вчителів у використанні цифрових інструментів. Органічне поєднання реального й віртуального досліду через платформи PhET, Labster, Mozaik та інші суттєво розширює можливості навчального фізичного експерименту й відповідає сучасним вимогам до якості природничої освіти.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гончаренко С. У. Український педагогічний енциклопедичний словник. Київ : Либідь, 1997. 336 с. URL : <https://surli.cc/ecivjs> (дата звернення: 08.02.2026).
2. Забара О. А. Методика виконання фізичного практикуму майбутніми вчителями фізики в умовах взаємозв'язку реального та віртуального навчального експериментів : автореф. дис. ... канд. пед. наук : спец. 13.00.02 «Теорія і методика навчання (фізика)». Кіровоград, 2015. 20 с. URL : <https://surl.li/gqmvzt> (дата звернення: 10.02.2026).
3. Сальник І. В. Інтеграція реального та віртуального навчального фізичного експерименту у старшій школі : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра пед. наук : спец. 13.00.02 «Теорія і методика навчання (фізика)». Кіровоград, 2016. 40 с.

КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ В УПРАВЛІННІ ТА НАВЧАННІ

Дар'я ГРИПИЧ,

здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти 2 курсу факультету фізико-математичної, комп'ютерної та технологічної освіти
Науковий керівник: **Максим ПАВЛЕНКО,**
к.пед.н., доцент (БДПУ)

АРХІТЕКТУРНІ ПІДХОДИ ДО СИНХРОНІЗАЦІЇ ГЕТЕРОГЕННИХ СЕРВІСІВ ТА ДЕДУПЛІКАЦІЇ ЗАПИТІВ У КОРПОРАТИВНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

Обґрунтування актуальності дослідження. Перехід від монолітних до гнучких розподілених архітектур, як SOA та мікросервісів, є ключовою тенденцією цифрової трансформації, що забезпечує масштабованість та стійкість систем. Водночас це породжує складну науково-технічну проблему надійної інтеграції гетерогенних сервісів. Вона полягає у вирішенні двох взаємопов'язаних завдань: синхронізації даних між незалежними компонентами та гарантування унікальності обробки операцій через дедуплікацію запитів. Невирішеність цих питань призводить до порушення цілісності даних, збоїв у бізнес-процесах та фінансових втрат, що обумовлює високу актуальність дослідження та систематизації ефективних архітектурних рішень для цих викликів в галузі інженерії програмного забезпечення.

Аналіз фахової літератури свідчить, що науковий дискурс навколо інтеграції корпоративних систем активно розвивається, пропонуючи комплексні рішення, що виходять за межі окремих патернів і охоплюють цілісні платформи та методології. Одним із ключових напрямів є застосування подійно-керованих архітектур (Event-Driven Architecture, EDA), які забезпечують слабку зв'язність та асинхронну взаємодію між компонентами [3]. Іншим важливим напрямом є методологія API-led connectivity, яка структурує інтеграційні рішення на трьох логічних рівнях: системні, процесні та досвідні API. Такий підхід сприяє перевикористанню інтеграційних компонентів, зменшує дублювання логіки та централізує управління доступом [2].

Метою даного дослідження є систематизація науково-технічних проблем синхронізації даних та дедуплікації запитів, що виникають при інтеграції гетерогенних сервісів у розподілених корпоративних системах.

Виклад основного матеріалу. Центральною проблемою синхронізації є фундаментальна гетерогенність інтегрованих сервісів,

які можуть бути розроблені з використанням різних мов програмування, протоколів комунікації та моделей даних. Це унеможливорює застосування традиційних ACID-транзакцій. У розподіленому середовищі, що підпорядковується закономірностям теореми CAP, перевага надається моделі кінцевої узгодженості. Для управління розподіленими транзакціями в таких умовах застосовується архітектурний патерн «Saga» (Saga), який декомпозує глобальну операцію на послідовність локальних транзакцій, для кожної з яких існує компенсуюча транзакція, що дозволяє здійснити логічний відкат у випадку збою на одному з етапів.

Нерозривно пов'язаною є проблема дедуплікації запитів, що виникає через повторні відправлення повідомлень у ненадійних мережах. Якщо операція не є ідемпотентною, її дублювання призводить до порушення цілісності даних. Для забезпечення ідемпотентності застосовується підхід із використанням «ключа ідемпотентності» – унікального ідентифікатора, що генерується клієнтом. Сервіс-отримувач, перш ніж виконати операцію, перевіряє наявність цього ключа у спеціалізованому сховищі. Якщо запит вже оброблявся, сервіс повертає збережений результат, не виконуючи бізнес-логіку повторно. В асинхронних, керованих подіями системах, для гарантованої доставки повідомлень без дублікатів та втрат ефективним є патерн «Транзакційна поштова скринька» (Transactional Outbox). Його сутність полягає в тому, що подія, яка має бути опублікована, зберігається в окремій таблиці в тій самій базі даних і в рамках тієї ж локальної транзакції, що й основна бізнес-операція. Окремий процес-ретранслятор асинхронно зчитує події з цієї таблиці та гарантовано доставляє їх до брокера повідомлень, що вирішує проблему узгодженості між зміною стану сервісу та відправкою відповідної події.

Висновки. Проведене дослідження дозволяє зробити висновок, що інтеграція гетерогенних сервісів у єдину корпоративну систему є комплексною науково-технічною задачею, ключовими аспектами якої є синхронізація станів та дедуплікація запитів. Було встановлено, що традиційні підходи, засновані на строгій транзакційності, є непридатними для сучасних розподілених систем. Натомість ефективне вирішення проблеми лежить у площині застосування архітектурних патернів, розроблених для слабкозв'язаних систем, таких як «Saga» для управління розподіленими транзакціями та «Транзакційна поштова скринька» для надійної асинхронної комунікації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Pavlenko L., Pavlenko M., Khomenko V. Development of application for investigation and testing in Python educational process. *Physical and mathematical education*. 2019. Vol. 22, no. 4. P. 100–107. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2019-022-4-016>

2. Venkata Pavan Kumar Gummadi. MuleSoft architectural paradigms and sustainability: a comprehensive technical analysis. *Journal of computer science and technology studies*. 2025. Vol. 7, no. 12. P. 534–540. <https://doi.org/10.32996/jcsts.2025.7.12.59>
3. Venugopal Reddy Depa. Event-Driven vs. api-driven: a strategic architectural paradigm choice. *International journal of computational and experimental science and engineering*. 2025. Vol. 11, no. 4. <https://doi.org/10.22399/ijcesen.4458>

Віктор МОЛЧАНОВ,

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти 3 курсу факультету фізико-математичної, комп'ютерної та технологічної освіти
Науковий керівник: **Максим ПАВЛЕНКО,**
к.пед.н., доцент (БДПУ)

**ВПРОВАДЖЕННЯ ПРОМІЖНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
ДЛЯ ГЕТЕРОГЕННИХ БАЗ ДАНИХ У МАЛИХ ТА СЕРЕДНІХ
ПІДПРИЄМСТВАХ**

Обґрунтування актуальності дослідження. В умовах тотальної цифровізації малі та середні підприємства (МСП) для підтримки своєї конкурентоспроможності змушені використовувати дедалі ширший спектр програмних продуктів: CRM-системи, платформи електронної комерції, бухгалтерське програмне забезпечення та спеціалізовані галузеві рішення. Така диверсифікація ІТ-інфраструктури неминуче призводить до формування гетерогенного середовища зберігання даних, де одночасно функціонують різномірні системи управління базами даних (СУБД) на базі відмінних апаратних та програмних архітектур. Для отримання цілісного уявлення про бізнес-процеси, проведення аналітики та прийняття обґрунтованих управлінських рішень виникає гостра потреба в інтеграції цих розрізнених джерел даних. Технологічною основою для такої інтеграції слугує проміжне програмне забезпечення (middleware), що забезпечує єдиний інтерфейс доступу до даних. Однак, на відміну від великих корпорацій, МСП стикаються зі специфічними, часто критичними, проблемами при впровадженні таких рішень, зумовленими обмеженістю фінансових, технічних та людських ресурсів. Таким чином, ідентифікація, систематизація та пошук шляхів вирішення цих проблем є надзвичайно актуальним науково-практичним завданням, спрямованим на підвищення ефективності цифрової трансформації у секторі МСП.

Аналіз наукової літератури свідчить, що проблема інтеграції гетерогенних баз даних є класичною для комп'ютерних наук і досліджується протягом кількох десятиліть. Фундаментальні праці в цій галузі описують базові архітектурні моделі, такі як федеративні

системи баз даних та сховища даних, що передбачають створення єдиної глобальної схеми або централізованого репозиторію для даних з різних джерел [4]. Ці підходи, хоча й теоретично обґрунтовані, часто виявляються надто складними та ресурсозатратними для реалізації в умовах МСП. Сучасніші дослідження зосереджені на більш гнучких методах, зокрема на концепції віртуалізації даних, яка передбачає використання системи посередників та обгортку для трансляції запитів до локальних джерел без фізичного переміщення даних [1]. Такий підхід дозволяє створювати віртуальну інтегровану схему даних, що значно знижує витрати на зберігання та синхронізацію. Водночас аналіз наукових публікацій показує, що більшість існуючих робіт присвячена технічним аспектам семантичної інтероперабельності, оптимізації розподілених запитів та розробці алгоритмів зіставлення схем, переважно в контексті великих корпоративних систем [2]. При цьому організаційні, економічні та кадрові виклики, з якими стикаються саме малі та середні підприємства при спробі впровадження навіть спрощених інтеграційних рішень, залишаються недостатньо дослідженими. Існують лише поодинокі роботи, що вказують на специфічні труднощі інтеграції даних в МСП, зокрема на відсутність кваліфікованих ІТ-спеціалістів та високу вартість комерційних програмних продуктів.

Метою даного дослідження є ідентифікація та систематизація ключових технологічних, економічних та організаційних проблем, з якими стикаються малі та середні підприємства при впровадженні проміжних програмних рішень для інтеграції гетерогенних баз даних у системах з багатоархітектурною структурою, а також формулювання комплексу архітектурних та стратегічних рекомендацій для їх подолання.

Виклад основного матеріалу. На основі аналізу існуючих наукових праць та практичного досвіду цифрової трансформації МСП можна виділити комплекс взаємопов'язаних проблем, що системно перешкоджають ефективному впровадженню інтеграційних рішень. Першочерговою перепорою є надзвичайна технологічна складність та багатоархітектурність ІТ-ландшафту. Гетерогенність у МСП проявляється не лише на рівні різноманітних СУБД, як-от одночасне використання реляційних MySQL, PostgreSQL, MS SQL Server та NoSQL-рішень на кшталт MongoDB, але й на рівні операційних систем та апаратних платформ. За таких умов проміжне програмне забезпечення повинно забезпечувати безшовну сумісність з усіма цими компонентами, що вимагає складної конфігурації драйверів, конекторів та мережевих протоколів [3]. Завдання додатково ускладнюється фундаментальною необхідністю узгодження відмінних моделей даних, зокрема реляційної, документної чи графової, та вирішенням проблеми

семантичної неоднорідності, коли ідентичні за суттю бізнес-об'єкти мають різну структуру та найменування в різних системах.

Окрім технологічних бар'єрів, не менш гострою для малих та середніх підприємств є проблема високих фінансових витрат. Вартість ліцензій на комерційні інтеграційні платформи, такі як Enterprise Service Bus чи повнофункціональні ETL-інструменти, часто виявляється непосильною для їхніх бюджетів. Навіть якщо початкові інвестиції є прийнятними, сукупна вартість володіння, що включає плату за технічну підтримку, регулярні оновлення та масштабування, може стати надмірним фінансовим тягарем. Це змушує підприємства звертатися до альтернативних, проте не завжди надійних чи безпечних, рішень.

Ці технологічні та фінансові виклики нерозривно пов'язані з третьою ключовою проблемою – гострим дефіцитом кваліфікованих кадрів. У штаті МСП, зазвичай, відсутні вузькопрофільні спеціалісти, такі як архітектори даних чи інженери з інтеграції. Відповідальність за налаштування та підтримку проміжного програмного забезпечення лягає на ІТ-спеціалістів широкого профілю, які об'єктивно не володіють необхідною глибиною знань у цій специфічній галузі. Така ситуація неминуче призводить до архітектурних помилок при впровадженні, що в подальшому проявляється у вигляді низької продуктивності, прихованих вразливостей безпеки та загальної нестабільності інтеграційного рішення.

Для подолання цих взаємопов'язаних викликів доцільно розглянути комплекс стратегічних та архітектурних підходів. Одним із найефективніших шляхів мінімізації фінансового навантаження є пріоритетне використання рішень з відкритим вихідним кодом. Продукти, як-от Apache Camel, Talend Open Studio чи WSO2, надають потужний функціонал для інтеграції даних, що не поступається багатьом комерційним аналогам, проте не вимагає ліцензійних відрахувань. Хоча такий підхід потребує вищої технічної компетенції для розгортання та підтримки, він повністю усуває бар'єр початкових інвестицій.

Іншим стратегічним напрямом, що одночасно вирішує проблему кадрового дефіциту та технологічної складності, є застосування хмарних інтеграційних платформ як послуги. Сервіси iPaaS, від простих на кшталт Zapier та Integromat до більш потужних як Azure Logic Apps чи AWS Glue, переносять складність управління інфраструктурою на сторону провайдера. Завдяки цьому МСП отримують доступ до бібліотеки готових конекторів та візуальних конструкторів інтеграційних потоків, що значно знижує поріг входження та вимоги до кваліфікації персоналу. Модель оплати за фактичне використання дозволяє уникнути великих капітальних витрат і гнучко співвідносити витрати з поточним обсягом бізнесу.

На архітектурному рівні ефективною альтернативою класичним підходам є впровадження рішень на основі віртуалізації даних. Замість побудови громіздких та дорогих у підтримці фізичних сховищ даних, МСП можуть використовувати легковагові програмні шари для віртуалізації. Цей підхід, як зазначається у дослідженнях, дозволяє створювати єдину точку доступу до даних з різних джерел у режимі реального часу без їх копіювання. Таке рішення ідеально підходить для завдань оперативної бізнес-аналітики та звітності, де не потрібна глибока трансформація даних, та дозволяє суттєво зменшити як складність, так і загальну вартість інтеграційного проєкту.

Висновки. Проведене дослідження показало, що малі та середні підприємства при впровадженні проміжних програмних рішень для інтеграції гетерогенних баз даних стикаються з трьома основними групами проблем: високою технологічною складністю, значними фінансовими витратами та дефіцитом кваліфікованих кадрів. Було встановлено, що традиційні підходи до інтеграції, розроблені для великих корпорацій, є малоприсадибними для умов МСП.

Ефективне вирішення цих проблем лежить у площині відмови від дорогих комерційних продуктів на користь більш гнучких та економічно доцільних моделей. Ключовими напрямками є використання програмного забезпечення з відкритим вихідним кодом, перехід на хмарні інтеграційні платформи (iPaaS), що знижують вимоги до інфраструктури та персоналу, та застосування архітектури віртуалізації даних як легкої альтернативи класичним ETL-процесам. Вибір конкретної стратегії залежить від специфіки бізнес-процесів, наявних компетенцій та фінансових можливостей підприємства, однак саме комбінація цих підходів дозволяє подолати існуючі бар'єри та повною мірою використовувати переваги інтегрованого інформаційного простору.

ЛІТЕРАТУРА

1. Gruner F., Kassel S. Experiences of transferring approaches of interoperability into smes: a case-study of implementing an integration platform. *Enterprise interoperability V*. London, 2012. P. 441–451. https://doi.org/10.1007/978-1-4471-2819-9_38
2. Middleware development for heterogeneous databases on multi-architecture systems small medium enterprise / C. H. Simanjuntak et al. *MATRIK : jurnal manajemen, teknik informatika dan rekayasa komputer*. 2025. Vol. 25, no. 1. P. 189–204. <https://doi.org/10.30812/matrik.v25i1.5545>
3. Pavlenko L., Pavlenko M., Khomeiko V. Development of application for investigation and testing in Python educational process. *Physical and mathematical education*. 2019. Vol. 22, no. 4. P. 100–107. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2019-022-4-016>
4. Samuel J., Rey C. Challenges in integrating multiple heterogeneous and autonomous web services using mediation approach. *2016 eleventh international conference on digital information management (ICDIM)*, Porto, Portugal, 19–21 September 2016. 2016. <https://doi.org/10.1109/icdim.2016.7829764>

Олександр СИДОРЕНКО,

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти 3 курсу факультету фізико-математичної, комп'ютерної та технологічної освіти
Науковий керівник: **Лілія ПАВЛЕНКО,**
к.пед.н., доцент (БДПУ)

ПОЄДНАННЯ КЛАСИЧНОЇ СТАТИСТИКИ ТА СУЧАСНИХ ІНСТРУМЕНТІВ DATA SCIENCE В АНАЛІЗІ ВЕЛИКИХ МАСИВІВ ДАНИХ

Актуальність. Сучасний етап розвитку інформаційного суспільства характеризується стрімким зростанням обсягів даних, що генеруються в різних сферах діяльності людини. Розвиток цифрових технологій, поширення інформаційних систем, соціальних мереж та онлайн-сервісів призводить до формування так званих великих даних. Такі масиви інформації містять значний потенціал для аналізу соціально-економічних процесів, прогнозування тенденцій розвитку економіки та прийняття обґрунтованих управлінських рішень.

У традиційній статистиці застосовуються методи описової статистики, кореляційного та регресійного аналізу, які дозволяють виявляти закономірності у вибіркових даних. Проте зростання обсягів інформації та ускладнення структури даних потребують використання сучасних інструментів Data Science, що поєднують статистичні методи, алгоритми машинного навчання та засоби програмної обробки даних.

У зв'язку з цим актуальним є дослідження можливостей інтеграції класичних статистичних підходів із сучасними інструментами аналізу даних, що дозволяє підвищити ефективність обробки інформації та точність прогнозування.

Ступінь досліджуваності проблеми. Проблематика статистичного аналізу даних має тривалу історію розвитку. Основи математичної статистики та аналізу взаємозв'язків між змінними були закладені у працях К. Пірсона, який розробив коефіцієнт кореляції як міру статистичного зв'язку між показниками.

Подальший розвиток статистичних методів пов'язаний із формуванням економетрики, що досліджує кількісні закономірності економічних процесів. Значний внесок у розвиток економетричних методів зробили сучасні дослідники, зокрема Д. Гуджараті, який систематизував підходи до побудови та перевірки регресійних моделей [3].

У сучасних умовах активного розвитку цифрових технологій з'явився новий міждисциплінарний напрям – Data Science, який поєднує статистику, програмування та методи машинного навчання. У праці G. James та інші розглядаються сучасні методи аналізу великих масивів даних, зокрема алгоритми класифікації, регресії та кластеризації [2].

Вітчизняні дослідження також підкреслюють необхідність використання статистичних методів у поєднанні з цифровими інструментами для аналізу соціально-економічних даних та підтримки управлінських рішень [1].

Отже, аналіз наукових джерел свідчить про значний інтерес дослідників до проблеми аналізу даних, однак питання інтеграції класичних статистичних методів та сучасних інструментів Data Science потребує подальшого дослідження.

Метою дослідження є аналіз можливостей поєднання класичних статистичних методів та сучасних інструментів Data Science для обробки та інтерпретації великих масивів даних.

Сутність дослідження. Класичні статистичні методи відіграють важливу роль у процесі аналізу даних. Описова статистика дозволяє узагальнювати інформацію про вибірку за допомогою середніх значень, дисперсії, стандартного відхилення та інших показників. Кореляційний аналіз дає можливість оцінити силу та напрям взаємозв'язку між змінними, тоді як регресійний аналіз використовується для побудови математичних моделей залежностей.

Разом із тим сучасні інформаційні системи генерують величезні обсяги даних, які часто мають складну структуру та не піддаються ефективному аналізу за допомогою лише традиційних статистичних методів. Саме тому виникла необхідність застосування інструментів Data Science, які забезпечують автоматизацію процесів обробки даних та використання алгоритмів машинного навчання.

Серед найбільш поширених інструментів аналізу даних можна виокремити програмні середовища Python, R, а також табличні процесори та спеціалізовані статистичні пакети. Вони дозволяють здійснювати очищення даних, їх візуалізацію, побудову статистичних моделей та виконання прогнозних розрахунків.

Поєднання класичних статистичних методів із сучасними алгоритмами обробки даних створює нові можливості для аналізу соціально-економічних процесів. Зокрема, статистичні методи можуть використовуватися для первинного аналізу та інтерпретації даних, тоді як алгоритми машинного навчання дозволяють виявляти складні нелінійні залежності та здійснювати більш точне прогнозування.

Таким чином, інтеграція статистичних методів та інструментів Data Science є перспективним напрямом розвитку сучасних методів аналізу даних.

Основні висновки. Зростання обсягів цифрової інформації зумовлює необхідність використання сучасних методів аналізу даних. Класичні статистичні методи залишаються важливим інструментом дослідження закономірностей у даних. Водночас інструменти Data

Science дозволяють ефективно працювати з великими масивами інформації та автоматизувати процес аналізу. Поєднання статистичних методів і сучасних цифрових інструментів сприяє підвищенню точності прогнозування та ефективності прийняття управлінських рішень. Подальші дослідження доцільно спрямувати на розроблення методик використання інструментів аналізу даних у професійній діяльності фахівців з цифрових технологій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Статистичні методи у теорії економічного аналізу підприємницької діяльності / Г. Рябенко, О. Верланов, Г. Белов, В. Кудрич. *Актуальні питання економічних наук*. 2025. № 18. DOI: 10.5281/zenodo.18023620. URL : <https://www.a-economics.com.ua/index.php/home/article/view/993> (дата звернення: 15.03.2026).
2. An introduction to statistical learning / G. James et al. Cham : Springer Nature Switzerland AG, 2023. XXII, 607 p. : ill. (Springer Texts in Statistics). DOI: 10.1007/978-3-031-38747-0.
3. Gujarati D. N., Porter D. C. *Basic econometrics*. 6th ed. New Delhi : McGraw Hill Education (India), 2019. 952 p. ISBN 978-9390219292.

Максим ТЕРЗІ,

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти 3 курсу факультету фізико-математичної, комп'ютерної та технологічної освіти
Науковий керівник: **Лілія ПАВЛЕНКО,**
к.пед.н., доцент (БДПУ)

АНАЛІЗ ВПЛИВУ СОЦІАЛЬНО-ДЕМОГРАФІЧНИХ ФАКТОРІВ НА ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ З ВИКОРИСТАННЯМ АЛГОРИТМІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

Актуальність. У сучасних умовах розвитку цифрової економіки економічні показники, зокрема рівень доходів населення, формуються під впливом численних чинників — віку, рівня освіти, професійної діяльності, сімейного статусу та інших соціально-демографічних характеристик. Традиційні статистичні методи аналізу часто не дозволяють повною мірою врахувати складність і нелінійність взаємозв'язків між цими параметрами. Це обумовлює необхідність застосування методів машинного навчання, які здатні ефективно опрацьовувати великі масиви різномірних даних, виявляти приховані закономірності та будувати прогностичні моделі. Результати таких досліджень мають як наукове, так і практичне значення — зокрема для обґрунтування управлінських рішень та формування соціальної політики.

Ступінь досліджуваності проблеми. У сучасній науковій літературі активно розглядаються можливості застосування машинного навчання для аналізу соціально-економічних явищ. Зокрема, Hongcheng Chu [1] досліджував прогнозування доходів дорослого населення на основі набору даних із понад 32 тисяч записів і п'ятнадцяти соціально-економічних характеристик. Для побудови моделей використовувалися логістична регресія, випадковий ліс та метод опорних векторів; найвищу точність класифікації забезпечила логістична регресія. Аналіз значущості ознак показав, що найбільший вплив на рівень доходів мають сімейний статус, вік та кількість років освіти. Kibekbaev та Duman [2] провели порівняльний аналіз алгоритмів регресії для моделювання прогнозування доходів, що дозволило встановити відносні переваги різних підходів залежно від структури даних. Ці дослідження підтверджують ефективність методів машинного навчання у вивченні соціально-економічних залежностей і слугують методологічною основою для даної роботи.

Метою дослідження є побудова та порівняльна оцінка моделей машинного навчання для прогнозування рівня доходів населення на основі соціально-демографічних характеристик, а також визначення факторів, що мають найбільший вплив на економічні результати.

Сутність дослідження. Емпіричну базу складає загальнодоступний набір даних Adult Income Dataset, що містить понад 32 тисячі записів із такими характеристиками, як вік, рівень освіти, професійна діяльність, сімейний статус, стать та кількість робочих годин на тиждень. На першому етапі здійснюється підготовка даних: очищення від пропущених значень, кодування категоріальних змінних та нормалізація числових параметрів. На другому етапі будуються три моделі машинного навчання – логістична регресія, випадковий ліс і градієнтний бустинг – та проводиться їх порівняльна оцінка за показниками точності, повноти та F1-міри. На третьому етапі виконується аналіз значущості ознак, що дозволяє встановити, які соціально-демографічні характеристики найбільше визначають рівень доходів.

На відміну від традиційних статистичних підходів, які передбачають попереднє формулювання гіпотез щодо структури залежностей, використані алгоритми здатні самостійно виявляти складні нелінійні зв'язки між змінними. Це особливо важливо у дослідженні соціально-економічних процесів, яким властива висока варіативність та значна кількість взаємодіючих факторів.

Основні висновки. Результати дослідження підтверджують, що соціально-демографічні характеристики відіграють суттєву роль у формуванні рівня доходів населення. За підсумками порівняльного

аналізу найвищу точність прогнозування забезпечила модель випадкового лісу. Аналіз значущості ознак виявив, що найбільший внесок у прогностичну здатність моделей мають сімейний статус, вік та рівень освіти, що узгоджується з результатами Chu [1]. Водночас порівняння різних алгоритмів, на відміну від зазначеного дослідження, дозволило встановити, що логістична регресія поступається ансамблевим методам за якістю класифікації на даному наборі даних, що є самостійним внеском роботи. Отримані результати можуть бути використані для розроблення інструментів підтримки прийняття рішень у сфері соціальної та економічної політики.

Таким чином, застосування методів машинного навчання у дослідженні впливу соціально-демографічних факторів на економічні показники забезпечує вищу аналітичну точність порівняно з традиційними підходами та відкриває нові можливості для наукового обґрунтування управлінських рішень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Chu H. Adult income prediction and key factors analysis based on machine learning algorithm. *Advances in economics, management and political sciences*. 2025. Vol. 239, no. 1. P. 143–147. <https://doi.org/10.54254/2754-1169/2025.bl29341>
2. Kibekbaev A., Duman E. Benchmarking regression algorithms for income prediction modeling. *Information systems*. 2016. Vol. 61. P. 40–52. <https://doi.org/10.1016/j.is.2016.05.001>

ПРОФЕСІЙНА ОСВІТА, ТРУДОВЕ НАВЧАННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

Софія ДМУХАЙЛО,

здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти 1 курсу
факультету фізико-математичної освіти
Науковий керівник: **Вікторія Жигір,**
д.пед.н., професор (БДПУ)

ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ АСПЕКТИ ДЕФОРМАЦІЇ МЕТАЛУ В ПРОЦЕСІ РУЧНОГО РУБАННЯ ТА ПРАВЛЕННЯ

Тема ручного рубання та правлення металів поєднує базові положення механіки деформівного твердого тіла з прикладними прийомами слюсарної обробки. Нижче подано узагальнений і переформульований виклад фізико-механічної сутності цих процесів. Рубання металу – це операція відокремлення частини матеріалу або зняття шару за допомогою зубила і молотка, в якій ключову роль відіграє передача кінетичної енергії удару [1]. Енергія, накопичена під час замаху, переходить в ударну дію, що концентрується на вузькій ріжучій кромці інструмента. У результаті виникають напруження, які перевищують межу міцності матеріалу, що й спричиняє його руйнування або зсув. У зоні контакту формується складний напружено-деформований стан: під лезом виникає область всебічного стиску, яка трансформується в зсувні деформації. Процес супроводжується інтенсивною пластичною деформацією та локальним виділенням теплоти. Важливим чинником є геометрія клина зубила: зі збільшенням твердості матеріалу кут загострення має зростати, що забезпечує стійкість інструмента до руйнування. Правлення металу полягає в усуненні деформацій (хвилястості, випучин) шляхом перерозподілу внутрішніх напружень. Основою цього процесу є локальне пластичне розтягування матеріалу, що досягається ударами молотка у визначених ділянках. При цьому обробка викривлених зон виконується переважно навколо дефекту, що сприяє вирівнюванню довжин волокон у різних частинах заготовки. Необхідно враховувати явище пружної віддачі: після зняття навантаження матеріал частково відновлює форму, тому деформацію задають із певним запасом. Обидва процеси базуються на здатності металів до пластичної деформації, однак мають обмеження. Зокрема, обробка в холодному стані спричиняє наклеп – підвищення твердості та зниження пластичності через накопичення дефектів кристалічної решітки. Надмірні навантаження або багаторазова дія на одну ділянку можуть викликати утворення

мікротріщин. На мікрорівні пластична деформація пояснюється рухом і взаємодією дислокацій. Зі збільшенням їх кількості виникає ефект зміцнення, але водночас зменшується здатність матеріалу до подальшої деформації. Структура металу набуває орієнтованого характеру, що зумовлює анізотропію його властивостей. Ефективність ручної обробки значною мірою визначається характером удару. Легкі та часті удари застосовують для тонких матеріалів, середні – для типових слюсарних операцій, а потужні – для масивних заготовок. Частина енергії удару витрачається на пластичну деформацію, інша – на пружне відновлення та нагрівання. Жорстка опора підвищує ефективність передачі енергії. Попри те, що процес вважається холодним, у зоні контакту виникає короточасне нагрівання внаслідок інтенсивної деформації, що може впливати як на властивості металу, так і на знос інструмента. Правлення пов'язане з балансуванням внутрішніх напружень різного походження. Зовнішні дії накладаються на вже наявні залишкові напруження, що дозволяє досягти вирівнювання форми заготовки.

Отже, ручне рубання і правлення – це не лише механічні операції, а керований процес зміни напружено-деформованого стану матеріалу. Його результат залежить від узгодження сили удару, параметрів інструмента та властивостей металу. Раціональний вибір режимів обробки дає змогу уникнути дефектів і забезпечити високу якість виробів при мінімальних витратах зусиль.

ЛІТЕРАТУРА

1. Волкова Н. В. Стратегічні цілі реалізації інформатизації вищої освіти. *Проблеми трудової і професійної підготовки: наук.-метод. збірник*: у 3 т. Слов'янськ : СДПУ, 2012. Вип. 17. Т. 1. С. 247–253.
2. Volkova N. V., Kondrashov N. M., Kondrashova K. G., Chuvason M. O., Slyusarenko N. V. Technologization of preventive activities in the system of preparing future teachers: *Apuntes Universitarios. Peru*. 2021. Vol. 11, No 4. P. 183–202. URL : <https://www.webofscience.com/wos/author/record/17315464>. (дата звернення: 20.02.21)

Євген КРАСНОЩОК,

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти 1 курсу
факультету фізико-математичної освіти
Науковий керівник: **Вікторія Жигір**,
д.пед.н., професор (БДПУ)

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМІВ РУЧНОГО РІЗАННЯ ТА ОБПИЛЮВАННЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Попри активний розвиток автоматизації та широке застосування верстатів із числовим програмним керуванням, ручна обробка металів і

надалі відіграє ключову роль у підготовці фахівців технічного спрямування. Удосконалення процесів ручного різання й обпилювання є важливим не лише з позиції підвищення продуктивності, але й для досягнення високої точності припасування деталей у випадках, коли використання машинних методів є економічно невиправданим або технічно обмеженим [1].

Вибір режимів обробки визначається передусім фізико-механічними характеристиками матеріалу, зокрема його твердістю та в'язкістю (сталі, чавуни, кольорові сплави). Наприклад, під час різання високовуглецевих сталей спостерігається інтенсивне зношування зубів ножівкового полотна. Водночас обробка м'яких металів, таких як алюміній чи мідь, потребує застосування напилків із грубою насічкою, щоб уникнути забивання інструменту, тоді як для загартованих сталей доцільно використовувати дрібнозернисті (оксамитові) напилки. Раціоналізація процесу різання ножівкою базується на трьох основних складових. По-перше, це геометрія полотна: крок зуба обирають відповідно до товщини заготовки (для тонких матеріалів – 24–32 зуби на дюйм, для масивних – 16–18). По-друге, важливою є кінематика рухів: оптимальний темп становить приблизно 40–60 подвійних ходів за хвилину. По-третє, необхідно правильно розподіляти зусилля: натиск здійснюється лише під час робочого (прямого) ходу, а на зворотному – послаблюється для збереження ріжучих кромки. Обпилювання, яке по суті є процесом мікрорізання багатолезовим інструментом, також потребує оптимізації. Вона включає правильний вибір типу насічки (драчеві напилки для чорнової обробки та личкувальні – для чистової), узгоджену роботу обох рук для забезпечення рівності поверхні, а також застосування мастильно-охолоджувальних засобів.

Наприклад, використання крейди або оливи під час чистового обпилювання сталі сприяє зменшенню шорсткості поверхні. Ефективна обробка неможлива без систематичного контролю. Для цього застосовують лекальні лінійки (для перевірки площинності), кутники (для контролю перпендикулярності) та штангенциркулі з точністю до 0,1 мм. Важливим є дотримання послідовності вимірювань у процесі роботи. Не менш значущим є ергономічний аспект. Оскільки ручна обробка є фізично навантажувальною, важливо правильно організувати робоче місце: зокрема, встановлювати лещата на рівні ліктіа та дотримуватися раціональної пози, що зменшує вплив на запобігання травмам. Слід також враховувати термодинамічні явища, що супроводжують процес різання. У зоні контакту виникають локальні підвищення температури, які можуть спричинити наклеп – зміцнення поверхневого шару металу через деформацію. Це ускладнює подальшу обробку і пришвидшує зношування інструменту. Крім того, при обробці в'язких кольорових металів можливе налипання частинок

на зуби інструменту, що вимагає регулярного очищення (наприклад, щітками або промиванням у гасі). Вибір напилків також залежить від форми оброблюваної поверхні: для внутрішніх контурів застосовують напівкруглі або тригранні інструменти, використовуючи спеціальні рухи (наприклад, «гойдалкоподібні»). Важливо, щоб твердість напилка перевищувала твердість заготовки приблизно на 20–30%, інакше інструмент швидко втрачає ріжучі властивості. Особливої уваги заслуговує техніка перехресного штрихування – зміна напрямку руху напилка під кутом приблизно 45° у різних напрямках. Це дозволяє краще контролювати рівномірність зняття матеріалу та уникати дефектів поверхні. З практичної точки зору важливо дотримуватися кількісних параметрів: у процесі різання в контакт з металом має одночасно перебувати щонайменше 2-3 зуби полотна, інакше зростає ризик їх руйнування. Кут загострення зубів також варіюється залежно від твердості матеріалу.

Сучасні підходи до навчання передбачають інтеграцію цифрових засобів контролю, зокрема електронних штангенциркулів і мікрометрів із передачею даних на комп'ютер. Це дає змогу аналізувати точність обробки в реальному часі. Для різних матеріалів застосовують специфічні рекомендації: сталі обробляють із використанням машинної оливи або сумішей на основі олеїнової кислоти; чавун, завдяки наявності графіту, обробляється без мастил; для алюмінію ефективними є гас або скипидар, які полегшують видалення стружки.

Отже, оптимізація ручної обробки конструкційних матеріалів є складним багатофакторним процесом, що поєднує правильний добір інструментів, дотримання технологічних режимів і постійний контроль якості. Це забезпечує підвищення продуктивності (до 20–25%), зниження зносу інструменту, покращення якості поверхні та створює основу для професійного розвитку майбутніх фахівців.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гевко І. В. Професіоналізм педагогічних кадрів як одна із умов якісної підготовки майбутніх учителів технології. *Journal of Education, Health and Sport*. Poland. 2017. Vol. 7. № 5. P. 797–807.
2. Горбатюк Р. М., Мурий Б. О., Бочар І. Й. Образно-знакове моделювання як метод формування творчого стилю діяльності майбутнього спеціаліста. *Наукові записки Кіровоградського держ. пед. ун-ту ім. В. Винниченка. Серія : Педагогічні науки*. Кіровоград, 2002. Вип. 46. С. 155–160.

Валерія КУРОЧКА,

здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти 3 курсу факультету фізико-математичної, комп'ютерної та технологічної освіти
Науковий керівник: **Юлія БЕЛОВА-ОЛЕЙНИК,**
к.пед.н., доцент (БДПУ)

РОЗВИТОК КРЕАТИВНОГО МИСЛЕННЯ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ В'ЯЗАННЯ ВИРОБІВ ГАЧКОМ

Актуальність. Тема розвитку креативного мислення через в'язання гачком сьогодні актуальна як ніколи. У світі, де панує цифровізація та швидке споживання, ручна робота перетворюється з простого хобі на потужний інструмент саморозвитку та психологічного розвантаження.

Аналіз ступеня досліджуваності нашої теми показує, що ця проблема знаходиться на стику декількох наук: психології, педагогіки, мистецтвознавства та навіть нейрофізіології. Попри багатовікову історію самого ремесла, науковий підхід до нього як до інструменту розвитку інтелекту почав активно формуватися лише в останні десятиліття.

Метою роботи є теоретичне обґрунтування впливу занять із в'язання гачком на рівень розвитку креативного мислення у дітей та підлітків.

Методи дослідження. Аналіз та синтез: вивчення існуючих методик навчання в'язанню та теорій розвитку мислення. Порівняння: зіставлення традиційних методів навчання (суворе копіювання зразка) та інноваційних (експерименти з формою та кольором).

Сутність дослідження. Розвиток креативного мислення під час в'язанні гачком – це шлях від механічного повторення схем до створення унікальних арт-об'єктів. Це заняття ідеально підходить для тренування мозку, оскільки поєднує дрібну моторику, просторову уяву та математичний розрахунок.

Розвивати творчий потенціал через цей вид рукоділля можливо таким способом, як відхід від готових шаблонів. Перший крок до креативності – зміна існуючих інструкцій (додавання нових елементів, заміна візерунків або зміна форми виробу). Використання нетрадиційних матеріалів (шнури, стрічки, дріт, подрібнена тканина) змушує мозок шукати нові технічні рішення.

Підлітковий вік є унікальним через те, що розвиток складових креативності дитини: креативного мислення, креативної уяви та креативної грамотності – перебуває на стадії активного формування. Слід відзначити, що підлітки відрізняються пізнавальною активністю, появою нових мотивів навчання, що дає змогу самостійно творчо

працювати, інтенсивно розвивати креативне мислення, яке впливає на всі інші пізнавальні процеси [1].

Звичайне повторювання зразка вчителя обмежує фантазію. Креативність бере початок там, де учень отримує право на вибір кольору, фактури або варіації візерунка. Метод проєктів також стимулює розвиток креативності – перехід від виконання окремих вправ до реалізації власного задуму (від ідеї та ескізу до готового виробу).

Формування дизайн-мислення під час в'язання гачком :учень вчиться думати як дизайнер: «Для кого цей виріб? Яку функцію він виконує? Як зробити його не лише красивим, а й зручним?». Візуалізація майбутнього виробу на папері перед початком роботи розвиває просторову уяву.

Колір та фактура як інструменти розвитку креативності та самовираження. Вивчення теорії кольору дозволяє створювати неочікувані візуальні ефекти навіть за допомогою простих стовпчиків. Використання «попкорну», пишних стовпчиків та рельєфних елементів додає виробу архітектурності та глибини.

Використання помилок як творчого імпульсу. На уроках технологій ,а саме під час в'язання гачком, важливо навчити учнів, що неправильний стовпчик може стати початком нової фактури. Дефект у візерунку може стати початком нового авторського дизайну. Креативне мислення дозволяє не розпускати виріб, а обіграти помилку як декоративний елемент. Спільний пошук способів «виправити або змінити» виріб без повного розпускання розвиває критичне мислення. Здатність підлаштовувати полотно під форму, що змінюється в процесі роботи, тренує гнучкість розуму.

Міжпредметні зв'язки та технологічні інновації.

Математика та геометрія в петлях: Розрахунок петель для створення об'ємних форм і розуміння геометричних принципів (куль, конусів, спіралі, гіперболічних площин) допомагає зрозуміти прикладну сторону науки, дозволяє створювати складні 3D-форми та іграшки (амігурумі).

Екологічне мислення (Upcycling): В'язання зі смужок старого одягу або пластикових пакетів виховує відповідальне споживання та креативне переосмислення матеріалів.

Поєднання технік: Комбінування в'язання гачком із вишивкою, бісером, шкірою або тканиною розширює межі стандартного ремесла.

Психологічний та терапевтичний аспект. Це найбільш досліджена ніша. Вчені (наприклад, Бернадетт Рассел, Бетсіан Коркоран) активно вивчають феномен «терапевтичного в'язання». В'язання знижує рівень кортизолу та стимулює вироблення дофаміну. В'язання гачком давно перестало бути лише способом створення одягу. Сьогодні це форма когнітивного тренування. Ритмічні рухи та

необхідність рахувати петлі активують обидві півкулі мозку, що сприяє: 1. Зняттю стресу та досягненню стану «поток». 2. Покращенню концентрації уваги. 3. Розвитку дрібної моторики, що прямо пов'язано з мовленнєвими та інтелектуальними центрами.

Креативність: Дослідження показують, що стан релаксації, який досягається під час монотонної роботи гачком, є ідеальним підґрунтям для «інсайтів» – раптових творчих ідей.

Основні висновки: Розвиток креативного мислення на уроках технологій через в'язання гачком – це не просто засвоєння технічних навичок, а формування здатності учня до створення нового інтелектуального та матеріального продукту. Учитель у цьому процесі має заохочувати до експериментів з матеріалами, ставити відкриті питання замість надання готових відповідей, створювати атмосферу безпеки, де не страшно спробувати щось нове. Для максимізації розвитку креативності рекомендується впроваджувати в навчання вправи на «вільне в'язання», де відсутні правила та схеми, а головним інструментом стає інтуїція та фантазія майстра.

ЛІТЕРАТУРА

1. Павленко В. Особливості розвитку креативності дітей підліткового віку. *Професійна освіта в умовах інтеграційних процесів: теорія і практика: збірник наукових праць*. Житомир: ФОП Левковець, 2017. Ч. 1. С. 89-94.

Олена ТИТАР,

здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти 3 курсу факультету фізико-математичної, комп'ютерної та технологічної освіти
Науковий керівник: **Юлія БЕЛОВА-ОЛЕЙНИК,**
к.пед.н., доцент (БДПУ)

ВИВЧЕННЯ МАКРАМЕ ЯК ЗАСІБ ДЛЯ РОЗВИТКУ КРЕАТИВНОГО МИСЛЕННЯ УЧНІВ

Актуальність. У сучасному освітньому просторі розвиток творчих здібностей та креативного мислення є пріоритетним завданням. Макраме – це давнє мистецтво вузликowego плетіння, яке сьогодні переживає нову хвилю популярності, трансформуючись з утилітарного ремесла в засіб художнього самовираження. Актуальність вивчення макраме полягає у його здатності поєднувати історичну спадщину, математичну логіку та екологічну свідомість. Це мистецтво дозволяє створювати вироби в популярному еко-стилі, використовуючи натуральні матеріали, такі як джут або бавовна. Крім того, різноманітність сучасного застосування макраме – від дрібних

аксесуарів до предметів інтер'єру та одягу – відкриває широкий простір для учнівської творчості та дизайну.

Ступінь досліджуваності проблеми. Історія та техніка макраме мають глибоке коріння, що підтверджується численними історичними фактами. Термін «макраме» має арабське походження і означає «мереживо» або «бахрома» [1]. Проте витoki техніки сягають часів первісних людей, коли перший вузол був зав'язаний для кріплення кам'яного молотка чи сокири. Техніка була відома у Стародавньому Єгипті, Ірані, Перу, Китаї та Греції [2]. Особливий інтерес становить вузликова писемність інків (кіпу), де вузли використовувалися для зберігання числової інформації та математичних розрахунків, що свідчить про логічну складову цього мистецтва [2]. У Європу макраме потрапило у VIII–IX століттях зі Сходу, а важливу роль у його поширенні відіграв вітрильний флот, моряки якого знали тисячі морських вузлів [2]. «Золотим століттям макраме» вважається вікторіанська епоха в Англії, коли техніка широко використовувалася для створення скатертин та абажурів [1].

Дослідження ефективності макраме як засобу розвитку креативного мислення учнів базується на синтезі глибоких історичних традицій та сучасних дизайнерських підходів.

Метою даної роботи є теоретичне та практичне обґрунтування того, як опанування вузликовим плетінням стимулює творчу уяву, логіку та художній смак дитини. Для досягнення цієї мети застосовано комплексний підхід, що включає три основні методи.

По-перше, через **аналіз історичних джерел**, простежується еволюція техніки від прадавніх функціональних вузлів та інківської вузликової писемності «кіпу» до вишуканого мистецтва «міграма» (араб. «мереживо»). Досліджується трансформація назв – від «квадратного плетіння» моряків та вікторіанської Англії до інноваційної техніки Валентини Кавандолі XV століття, що дозволило учням сприймати макраме не просто як ремесло, а як живу культурну спадщину, адаптовану до вимог сучасності.

По-друге, через **вивчення матеріально-технічної бази** розкривається перший етап креативного процесу – вибір фактури. Учні вчаться працювати з різноманітними матеріалами: натуральною бавовною та джутом для еко-виробів, синтетичними шнурами для зносостійких речей або навіть металевим дротом. Використання допоміжних інструментів, таких як подушки для фіксації, шпильки та щітки для бахром, привчає до технологічної дисципліни, яка є необхідним фундаментом для подальшого вільного польоту фантазії.

По-третє, **практичне моделювання** на основі базових вузлів (кріпильного, квадратного, репсового та «фриволіте») стає ключовим інструментом формування творчих навичок. Учні не просто копіюють схеми, а вчаться комбінувати елементи для створення унікальних

художніх виробів: від стильних аксесуарів (брелоків, браслетів) до складних інтер'єрних об'єктів (панно, кашпо, гамаків) [3]. Таке поєднання традиційних алгоритмів плетіння з сучасними трендами в дизайні дозволяє учням реалізувати власний творчий потенціал, розвиваючи гнучкість мислення та здатність знаходити нестандартні естетичні рішення.

Сутність дослідження полягає у вивченні процесу творчості в макраме як цілісної системи, що базується на трьох ключових етапах, кожен з яких безпосередньо стимулює креативне мислення учнів. Перший етап – вибір матеріалів та інструментів – стає початком творчого пошуку, де через підбір фактури (приємної на дотик бавовни для панно, стійкого поліефіру чи екологічного джуту) та експерименти з фурнітурою (намистинами, пір'ям, дерев'яними основами) закладається фундамент майбутнього дизайну. Наступним кроком є опанування «мовою» вузлів, що передбачає не просто вивчення техніки, а розвиток здатності комбінувати базові елементи: кріпильні, квадратні, репсові вузли та ажурне «фріволіте». Цей процес дозволяє учням створювати складні графічні візерунки та знайомитися з культурним символізмом, наприклад, через китайський вузол удачі, що додає роботі глибинного змісту. Завершальним етапом є створення сучасних художніх виробів, де креативне мислення проявляється у здатності учня трансформувати просте переплетення ниток у функціональні об'єкти: від дрібних аксесуарів (брелоків, сумок) до інтер'єрного декору (ловців снів, кашпо), предметів меблів (гамаків, ширм) чи святкових прикрас [3]. Таким чином, через поетапне занурення в техніку макраме учні вчать бачити нові форми та втілювати оригінальні ідеї, поєднуючи традиційне ремесло з вимогами сучасного дизайну.

Висновки. У результаті дослідження можна зробити висновок, що макраме постає потужним засобом розвитку креативного мислення, оскільки воно унікальним чином поєднує в собі математичну точність – від розрахунку необхідної довжини ниток до побудови складних схем – із можливістю для вільної художньої імпровізації. Систематична робота з різними за фактурою матеріалами, зокрема бавовною, джутом та синтетикою, у поєднанні з використанням спеціалізованих інструментів, як-от шпильок для фіксації чи щіток для створення пухнастої бахромки, активно стимулює розвиток дрібної моторики та сенсорного сприйняття учнів. Оволодіння цією давньою технікою дозволяє молодим майстрам створювати унікальні авторські вироби, що мають реальну практичну цінність у сучасному житті, успішно інтегруючи багатовікові традиції вузлового плетіння в контекст сучасного дизайну інтер'єру та моди.

ЛІТЕРАТУРА

1. Макраме. Вікіпедія: вільна енциклопедія. URL : <https://uk.wikipedia.org/wiki/Макраме> (дата звернення: 21.02.2026).
2. Макраме. Навчальний посібник. IZZI.digital. URL : <https://ua.izzi.digital/DOS/708959/709016.html> (дата звернення: 21.02.2026).
3. Чопик Т. І. Презентація «Макраме». *Osvita.ua*. URL : <https://urok.osvita.ua/materials/work/prezentacia-makrame/> (дата звернення: 21.02.2026).

Олександр ЯРОПОВЕЦЬКИЙ,

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти 3 курсу факультету фізико-математичної, комп'ютерної та технологічної освіти
Науковий керівник: **Юлія БЕЛОВА-ОЛЕЙНИК,**
к.пед.н., доцент (БДПУ)

ВИКОРИСТАННЯ ЯПОНСЬКОЇ ВИШИВКИ ПІД ЧАС ОРГАНІЗАЦІЇ ГУРТКОВОЇ РОБОТИ

Актуальність. У сучасних умовах реформування освіти важливим завданням є розвиток творчих здібностей учнів та формування їхньої культурної компетентності. Одним із ефективних засобів є декоративно-ужиткове мистецтво, яке поєднує естетичний, пізнавальний і практичний компоненти. Японська вишивка як вид декоративного мистецтва має значний потенціал для використання у гуртковій роботі, оскільки сприяє розвитку естетичного смаку, уважності та творчого мислення [1]. Ознайомлення з традиціями японської культури також формує міжкультурну компетентність та розширює світогляд учнів.

Ступінь досліджуваності проблеми. Проблема розвитку творчих здібностей засобами декоративно-ужиткового мистецтва розглядалась у працях О. Ковальчук, Н. Ничкало та інших дослідників, які підкреслювали значення практичної діяльності для формування особистості [2]. Значну увагу ролі творчості у вихованні приділяв В. Сухомлинський, який зазначав, що ручна праця сприяє розвитку мислення та емоційної сфери дитини. Особливості японської вишивки, її техніки та символіка розкриті у працях зарубіжних дослідників [3; 4], однак її педагогічний потенціал у гуртковій роботі вивчений недостатньо.

Мета та методи дослідження. Метою дослідження є визначення педагогічних можливостей використання японської вишивки у гуртковій роботі для розвитку творчих здібностей учнів. Для досягнення мети застосовано такі методи: аналіз науково-методичної літератури, узагальнення педагогічного досвіду, педагогічне спостереження та аналіз результатів творчої діяльності учнів.

Використання цих методів дозволяє оцінити ефективність застосування японської вишивки як засобу розвитку особистості.

Сутність дослідження. Японська вишивка має багатовікову історію та характеризується гармонійним поєднанням простоти і глибокого символізму. Однією з найвідоміших технік є «сашико», яка передбачає виконання геометричних візерунків за допомогою простих стібків [4]. Ця техніка є доступною для початківців і може успішно використовуватись у гуртковій роботі. У процесі занять учні ознайомлюються з історією техніки, символікою орнаментів та виконують власні творчі роботи. Така діяльність сприяє розвитку дрібної моторики, просторового мислення та творчої уяви. Крім того, гурткова робота створює умови для самовираження учнів, формування впевненості у власних можливостях та розвитку емоційно-ціннісного ставлення до мистецтва [1].

Висновки. Отже, використання японської вишивки у гуртковій роботі є ефективним засобом розвитку творчих здібностей учнів. Вона сприяє формуванню естетичного смаку, розвитку моторики, творчого мислення та пізнавального інтересу. Практична діяльність підвищує мотивацію до навчання та сприяє гармонійному розвитку особистості. Таким чином, впровадження елементів японської вишивки у гурткову діяльність є доцільним і перспективним напрямом сучасної педагогічної практики [2].

ЛІТЕРАТУРА

1. Ковальчук О. Основи декоративно-ужиткового мистецтва. Київ : Освіта, 2018. 160 с.
2. Ничкало Н. Професійна освіта і творчість особистості. Київ : Педагогічна думка, 2019. 200 с.
3. Sato Y. Japanese Embroidery Techniques. Tokyo : Craft Press, 2017. 120 p.
4. Wada Y. Sashiko: Traditional Japanese Embroidery. New York : Interweave, 2015. 144 p.

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ БІОЛОГІЇ, ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ, ФІЗИЧНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ ТА ЕКОЛОГІЇ

Євген АНТОНЕНКО,

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти 4 курсу
факультету фізичної культури, спорту та здоров'я людини
Науковий керівник: **Вадим САМОЙЛЕНКО,**
старший викладач (БДПУ)

КОНЦЕПТУАЛЬНІ ОСНОВИ ГЕЙМІФІКАЦІЇ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ УРОКІВ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ ОНЛАЙН

Актуальність. Ми живемо в епоху глобальної цифровізації, де технології трансформують усі сфери людської життєдіяльності, зокрема й освіту. Дистанційне навчання, що стало викликом останніх років, особливо гостро постало перед предметом «Фізична культура», який традиційно базується на очній взаємодії та руховій активності в межах спортивної зали. Очевидно, що сьогодні необхідно знайти нові підходи до залучення учнів, адже стандартні відеоконференції часто не забезпечують належного рівня мотивації та залученості дітей до виконання фізичних вправ у домашніх умовах.

У звітах міжнародних організацій наголошується на необхідності впровадження інноваційних освітніх моделей, які б мінімізували ризики гіподинамії та цифрової ізоляції молоді. Гейміфікація – використання ігрових механік у неігровому контексті – виступає ефективним інструментом для подолання цих загрози. Сьогодні важливо не просто продемонструвати вправу через екран, а створити інтерактивне середовище, де учень стає активним учасником «ігрового квесту», отримуючи миттєвий зворотний зв'язок та відчуття прогресу. Це дозволяє не лише підтримувати фізичну форму, а й розвивати когнітивні здібності, цифрову грамотність та емоційний інтелект.

Ступінь досліджуваності проблеми. Думка про використання гри як методу навчання розвивалася паралельно з розвитком педагогічної думки. Концепція ігрового навчання (Play-based learning) досліджувалася ще класиками педагогіки, проте сучасна «гейміфікація» у цифровому вимірі почала бурхливо розвиватися лише з початком XXI ст.

На початку XXI ст. з'явилися фундаментальні праці К. Каппа, Н. Діттінга та Ю. Чоу, які обґрунтували механізми впливу ігрових елементів (балів, лідербордів, бейджів) на внутрішню мотивацію людини [3].

В Україні питання гейміфікації фізичного виховання та використання ІКТ в онлайн-навчанні досліджували О. Аксьонова, Ю. Драгнев, Т. Круцевич, В. Самойленко, С. Трачук та ін. [1; 2; 4; 5] Вчені акцентують увагу на тому, що гейміфікація дозволяє реалізувати принципи НУШ: дитиноцентризм, гнучкість та партнерство, перетворюючи «рутину» вправ на захопливий досвід.

Мета і методи дослідження. Актуальність дослідження зумовила його мету, яка полягає у розгляді концептуальних основ гейміфікації уроків фізичної культури онлайн, виявленні її структурних елементів та розробці практичних рекомендацій щодо інтеграції ігрових платформ у навчальний процес. Для досягнення поставленої мети були використані теоретичні методи (аналіз наукових джерел, систематизація даних) та будуть застосовані практичні методи (педагогічне спостереження за онлайн-уроками).

Сутність дослідження. В умовах сучасного інформаційного суспільства гейміфікація стає ключовим стратегічним інструментом для суттєвого підвищення рівня залученості школярів до освітнього процесу. Вона передбачає не просто «гру» заради розваги, а цілісне структурування уроку за фундаментальними законами гри: обов'язкову наявність сюжетної лінії (наративу), розгалужену систему винагород за досягнення та принцип поступового ускладнення рівнів (левелінг), що дозволяє підтримувати постійний інтерес учня.

Гейміфікація сучасного онлайн-уроку фізичної культури є комплексною і включає три взаємопов'язані аспекти:

1. Механічний аспект – фокусується на технічному використанні спеціалізованих платформ, таких як Kahoot, Quizizz або Wordwall. Ці інструменти дозволяють проводити інтерактивні фізкультхвилинки-квізи та теоретичні розминки, перетворюючи перевірку знань про правила спортивних ігор або техніку безпеки на динамічне змагання.

2. Динамічний аспект – спрямований на створення живого змагального ефекту та соціальної взаємодії. Це реалізується через запуск масштабних «фітнес-челенджів» у популярних соціальних мережах або через інтеграцію спеціальних фітнес-застосунків, які дозволяють учням відстежувати активність один одного в реальному часі.

3. Естетичний аспект – забезпечує якісну візуалізацію успіху кожного учня. Замість сухих оцінок використовуються цифрові бейджі за досягнення певних результатів або прогрес-бари в електронних щоденниках, що наочно демонструють шлях дитини до поставленої мети.

Розвиток рухових компетентностей у такому форматі передбачає активний збір інформації про власну фізичну діяльність за

допомогою трекерів, глибокий аналіз якості виконання вправ через відеофідбек (зворотний зв'язок від учителя) та командну взаємодію у віртуальному просторі. Зрештою, гейміфікація безпосередньо впливає на логічний аспект, допомагаючи учням розуміти тактику гри, на інформаційний – через вміння користуватися гаджетами для підтримки здоров'я, та на психологічний, стимулюючи рефлексію власних досягнень.

Ефективність гейміфікації в освітньому процесі з фізичної культури забезпечується через інтеграцію спеціалізованих цифрових платформ, що дозволяють реалізувати механічний, динамічний та естетичний аспекти навчання. Далі розглянемо практичний інструментарій реалізації гейміфікації в цифровому освітньому середовищі:

1. Платформи Kahoot та Quizizz є оптимальними для реалізації механічного аспекту гейміфікації, де швидкість когнітивної реакції безпосередньо корелює з кількісними показниками успішності (балами):

- методика «Спортивний ерудит»: передбачає проведення експрес-квізу (тривалістю до 2 хвилин) на етапі підготовчої частини уроку. Завдання спрямовані на актуалізацію знань щодо техніки безпеки при виконанні вправ у домашніх умовах або базової спортивної термінології;

- вправа «Віртуальний суддя»: за допомогою інструменту «Video clip» у Quizizz учням пропонується фрагмент змагальної діяльності з технічною помилкою. Завдання полягає в оперативній ідентифікації порушення та виборі відповідного суддівського жесту, що сприяє розвитку логічного аспекту та розумінню тактики.

2. Платформа Wordwall дозволяє посилити естетичний та динамічний компоненти уроку через створення інтерактивного та візуально привабливого середовища:

- інтерактивна модель «Колесо фортуни: Рухова активність»: впроваджує елемент стохастичного вибору фізичних вправ (відтискання, планка тощо). Це мінімізує монотонність занять та стимулює залученість через ігрову невизначеність;

- квест-технологія «Відкрий коробку»: базується на принципах «ігрового квесту», де учень обирає закритий цифровий об'єкт, що містить варіативне навантаження або «бонусні» умови (наприклад, зміна кількості повторів). Це формує відчуття прогресу та індивідуальної траєкторії успіху.

3. Соціальні мережі та фітнес-застосунки дозволяють реалізувати динамічний аспект через командну взаємодію та змагальну діяльність у позаурочний час.

- проект «Кроко-батл» (Google Fit): реалізує збір та аналіз інформації про фізичну активність учнів за допомогою трекерів. Командне змагання за сумарними показниками крокоміра сприяє формуванню навичок самоорганізації та контролю власного фізичного стану;

- вправа «ТікТок-табата»: передбачає створення короткого відеоконтенту з виконанням тренувального комплексу під ритмічний супровід. Такий підхід стимулює розвиток цифрової грамотності, творчих здібностей та емоційного інтелекту в межах концепції НУШ.

Основні висновки. Гейміфікація онлайн-уроків фізичної культури є стратегічним напрямком сучасної освіти. В умовах дистанційного навчання здатність вчителя перетворити монітор на інтерактивний майданчик стає необхідною навичкою для успішної адаптації учнів до вимог часу. Дослідження показують, що поєднання фізичних навантажень із цифровими ігровими елементами сприяє не лише покращенню фізичного стану, а й формуванню позитивного ставлення до спорту в цілому.

Одним із ключових завдань є формування в учнів уміння самостійно контролювати свій фізичний стан, використовуючи сучасні технології. Гейміфікація допомагає вибудувати індивідуальну траєкторію успіху, де кожен учень конкурує насамперед із собою вчорашнім. Таким чином, інтеграція ігрових технологій сприяє не лише покращенню дисципліни під час онлайн-трансляцій, а й вихованню свідомої особистості, здатної до самоорганізації та здорового способу життя в цифровому світі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Аксьонова О. П. Інноваційні технології на уроках фізичної культури в умовах цифровізації освіти. *Фізичне виховання в школі*. 2023. Т. 4, № 1. С. 98–110.
2. Драгнев Ю. В. Гейміфікація у професійній підготовці вчителів фізичної культури: цифрові виклики. Луганськ: Видавництво ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2021. 180 с.
3. Капп К. Гейміфікація в навчанні: стратегії та механіки / пер. з англ. Київ: Інновації, 2020. 256 с.
4. Самойленко В. Л., Дуб І. М., Куявець Д. М., Некрасов Г. Г., Яцук С. М. Мультимедійні системи як засоби інтерактивного навчання фізичної культури. *Наукові записки. Педагогічні науки*. 2025. № 159. Київ: Український державний університет імені Михайла Драгоманова, 2025. С. 112–119. <https://doi.org/10.31392/nz-udu-159.2025.11>
5. Трачук С. В. Концептуальні засади дистанційного навчання фізичної культури в умовах НУШ. *Науковий вісник педагогіки*. 2022. № 2. С. 45–54.

Олександра СВТУШЕНКО,

здобувачка другого (магістерського) рівня вищої освіти 1 курсу
факультету фізичного культури, спорту та здоров'я людини

Науковий керівник: **Світлана ХАТУНЦЕВА,**

д.пед.н., професор (БДПУ)

РОЗВИТОК МОТИВАЦІЇ ТА ТВОРЧИХ ЗДІБНОСТЕЙ УЧНІВ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ БІОЛОГІЇ

Актуальність проблеми розвитку мотивації та творчих здібностей учнів набуває особливого значення в умовах впровадження Нової української школи, яка декларує перехід від репродуктивного засвоєння знань до формування компетентної особистості, здатної самостійно мислити, досліджувати та приймати рішення. Водночас біологія як навчальний предмет, попри очевидний потенціал для розвитку дослідницького інтересу, нерідко сприймається учнями як сукупність термінів і схем для механічного запам'ятовування. Підлітковий вік, зокрема 12–14 років, є особливо чутливим щодо мотиваційних зрушень: попередні стимули перестають працювати, а нові ще не сформовані. Саме тому виникає потреба в науково обґрунтованій методиці, яка б дозволила вчителю біології цілеспрямовано формувати внутрішню мотивацію та розвивати творчі здібності учнів 7–9 класів у реальних умовах освітнього процесу.

Ступінь досліджуваності проблеми. Проблема мотивації навчальної діяльності є предметом тривалого наукового інтересу у вітчизняній психолого-педагогічній науці. Так, П. М'ясоїд, А. Скрипник та В. Климчук досліджували природу мотиву як психологічного утворення та структуру мотиваційної сфери особистості [1; 2; 3]. Теорія самодетермінації Р. Райана та Е. Десі та визначила три базові психологічні потреби, задоволення яких забезпечує розвиток внутрішньої мотивації: автономію, компетентність і приналежність [4]. Дослідження творчих здібностей у підлітковому віці спираються на концепцію дивергентного мислення Дж. Гілфорда та вітчизняні напрацювання В. Моляко і О. Музики, які розглядають творчість як динамічний процес, що розгортається в діяльності [2]. Водночас питання практичної інтеграції мотиваційних та творчих компонентів у навчання біології на засадах НУШ залишається недостатньо розробленим: більшість існуючих досліджень присвячені або предметних компетентностях, або на окремих засадах мотивації, не пов'язуючи їх між собою в цілісну методичну систему.

Мета і методи дослідження. Провести теоретичний аналіз проблеми розвитку мотивації та формування здібностей учнів в процесі навчання біології. Аналіз наявних досліджень дозволяє виділити декілька головних положень. Перше стосується взаємозв'язку

мотивації та творчої діяльності: В. Климчук і В. Моляко незалежно доводять, що внутрішня мотивація формується в умовах саме творчої, а не виконавської діяльності [1; 2]. Репродуктивні завдання можуть забезпечити накопичення знань, але не породжують тієї пізнавальної напруги, яка трансформує зовнішній стимул у внутрішній інтерес. Друге положення пов'язане з роллю проблемної ситуації. За А. Матюшкіним, невідповідність між наявними знаннями учня та умовами нового завдання створює когнітивний дисонанс, який спонукає до самостійного пошуку – саме тут народжується пізнавальна потреба, а не готується до відтворення готова відповідь. Третє положення стосується соціального виміру навчання. Згідно з теорією самодетермінації, ізолювана робота не забезпечує повноцінного розвитку мотивації: учневі потрібне визнання з боку однолітків і вчителя, можливість обговорити власні ідеї та почути зворотний зв'язок [4]. Дана концепція узгоджується з поглядами О. Музики на роль ціннісного визнання у творчому становленні підлітка [2, с. 42].

Сутність дослідження. Специфіка біології як навчального предмета створює природні умови для реалізації окреслених підходів. Емпіричний характер біологічного знання – спостереження, вимірювання, порівняння, інтерпретація – відповідає структурі дивергентного мислення за Гілфордом. Наприклад, учень, який визначає вид тварини за слідами або моделює фізіологічну реакцію організму на стрес, вимушений генерувати гіпотези, перевіряти їх і відкидати хибні версії. Застосування ж ІКТ, STEM-підходу та нарративних форм роботи дозволяє поєднувати різні канали отримання інформації та сприйняття й підвищити особистісну значущість матеріалу, що, за концепцією осмисленого навчання Д. Озбела, є запорукою глибокого засвоєння знань [4]. Дебати як навчальна технологія розвивають гнучкість мислення через необхідність відстоювати призначену позицію незалежно від особистих переконань – це формує здатність розглядати проблему з різних точок зору, яку Торренс відносив до центральних проявів креативності.

Окремо варто зупинитися на питанні оцінювання. Традиційне бальне оцінювання орієнтоване на кінцевий результат і нерідко формує в учнів так звану мотивацію уникнення невдачі – прагнення не зробити помилки замість прагнення зрозуміти. В. Климчук показує, що така орієнтація блокує перехід до суб'єктно-ціннісного рівня мотивації. Формувальне оцінювання, яке є однією з вимог НУШ, зміщує акцент із правильності відповіді на якість мисленевого процесу. При цьому зворотний зв'язок учителя повинен містити конкретні вказівки на сильні сторони роботи і шляхи вдосконалення, а не просто констатувати помилку – саме так формується відчуття компетентності, описане Десі і Райаном [4].

Основні висновки. Узагальнення теоретичних підходів дозволяє зробити висновок, що мотивація та творчі здібності учнів у процесі навчання біології є взаємозумовленими: перша не може бути сформована без другого, і навпаки. Підлітковий вік є сензитивним для педагогічного впливу в обох вимірах, однак традиційна система з її акцентом на відтворенні матеріалу і зовнішньому контролю нерідко діє проти природних тенденцій цього вікового періоду. Ефективне середовище навчального закладу для вивчення біології передбачає насамперед зміну позиції вчителя – від транслятора знань до організатора пізнавальної діяльності, де помилка є частиною пошуку, а не підставою для зниження оцінки. Теоретичний аналіз засвідчує, що для досягнення цього необхідне поєднання проблемно-дослідницьких, діяльнісних і рефлексивних методів роботи, адаптованих до вікових особливостей підлітків і реальних умов шкільного середовища. Отримані теоретичні висновки можуть слугувати підґрунтям для розробки методичних рекомендацій учителям біології та програм підвищення кваліфікації педагогів природничих дисциплін.

ЛІТЕРАТУРА

1. М'ясоїд П. А. Психологічне пізнання: історія, логіка, психологія. Київ : Либідь, 2016. 560 с.
2. Моляко В. О., Музика Л. О. Здібності, творчість, обдарованість: теорія, методика, результати досліджень. Житомир : Вид-во Рута, 2006. 320 с.
3. Скрипник А. Ю., Михайлик А. О. Психологічна мотивація до навчання як педагогічний засіб: історіографія питання. *Соціальна робота та психологія: освіта і наука*. 2024. № 1. С. 73–78. <https://doi.org/10.32782/3041-1351/2024-1-11>
4. Deci E. L., Ryan R. M. Intrinsic motivation and self-determination in human behavior. New York: Plenum Press, 2000. 438 p.

Лариса ІВАНИНА,

здобувачка другого (магістерського) рівня вищої освіти 1 курсу факультету фізичної культури, спорту та здоров'я людини

Науковий керівник: **Наталія ПШЕНИЧНА,**

к.пед.н., доцент (БДПУ)

ІНТЕРАКТИВНІ МЕТОДИ НАВЧАННЯ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ НА УРОКАХ ОСНОВ ЗДОРОВ'Я

Актуальність проблеми. У сучасних умовах розвитку суспільства та освітньої системи України особливої актуальності набуває проблема вдосконалення методів і форм організації навчального процесу. Сучасна школа повинна не лише забезпечувати передачу учням певного обсягу знань, а й сприяти формуванню

особистості, здатної мислити критично, аналізувати інформацію, співпрацювати з іншими та приймати відповідальні рішення у різних життєвих ситуаціях. Саме тому в освітньому процесі дедалі більшого значення набувають методи навчання, які активізують пізнавальну діяльність учнів та сприяють їхній активній участі у навчанні [5].

У зв'язку з реформуванням освіти та впровадженням концепції Нової української школи особливу увагу приділяють використанню сучасних педагогічних технологій, серед яких важливе місце посідають інтерактивні методи навчання. Їх застосування сприяє створенню такого освітнього середовища, у якому учні мають можливість активно взаємодіяти між собою, обмінюватися думками, обговорювати різні проблеми та спільно знаходити шляхи їх вирішення.

Особливо актуальним є використання інтерактивних методів під час викладання предмета «Основи здоров'я». Цей навчальний предмет має важливе значення для формування у школярів культури здорового способу життя, розвитку навичок безпечної поведінки та усвідомлення відповідальності за власне здоров'я, тому ефективність його викладання значною мірою залежить від використання таких методів навчання, які сприяють активному залученню учнів до освітнього процесу [3].

Практика педагогічної діяльності свідчить, що традиційні методи навчання не завжди забезпечують достатній рівень зацікавленості учнів. Натомість інтерактивні методи дозволяють зробити урок більш динамічним, цікавим і наближеним до реальних життєвих ситуацій. Завдяки цьому учні не лише краще засвоюють навчальний матеріал, а й отримують можливість застосовувати здобуті знання у повсякденному житті. Таким чином, використання інтерактивних методів навчання на уроках «Основ здоров'я» є важливою умовою підвищення ефективності освітнього процесу та формування в учнів відповідального ставлення до власного здоров'я [4].

Ступінь досліджуваності проблеми. Проблема використання інтерактивних методів навчання є предметом дослідження багатьох науковців. Значний внесок у розроблення теоретичних основ інтерактивного навчання зробили такі вчені, як О. Пометун, Л. Пироженко, О. Савченко та інші. У своїх працях вони розглядають інтерактивне навчання як одну з ефективних форм організації освітнього процесу, яка сприяє активізації навчальної діяльності учнів [1].

Науковці зазначають, що інтерактивне навчання передбачає постійну взаємодію учнів між собою та з учителем. У процесі такої взаємодії школярі мають можливість висловлювати власні думки, брати участь у дискусіях, аналізувати різні проблемні ситуації та спільно шукати шляхи їх вирішення. Такий підхід сприяє розвитку

критичного мислення, формуванню комунікативних навичок і підвищенню мотивації до навчання [2, 5].

Дослідники також підкреслюють, що інтерактивні технології навчання позитивно впливають на психологічний клімат у класі, оскільки сприяють налагодженню взаєморозуміння між учнями та формуванню атмосфери співпраці. Це, у свою чергу, створює сприятливі умови для ефективного засвоєння навчального матеріалу [3].

Разом із тим, аналіз наукової літератури свідчить про те, що проблема використання інтерактивних методів саме на уроках «Основ здоров'я» потребує подальшого дослідження. Особливо актуальним є пошук ефективних методів і форм роботи, які сприяли б формуванню у школярів здоров'язбережувальної компетентності.

Мета і методи дослідження. Метою дослідження є теоретичне обґрунтування можливостей використання інтерактивних методів навчання на уроках предмета «Основи здоров'я», а також визначення їх ролі у формуванні здоров'язбережувальної компетентності учнів. Для досягнення поставленої мети було використано низку методів наукового дослідження. Зокрема, було проведено аналіз психолого-педагогічної та методичної літератури з проблеми інтерактивного навчання. Це дозволило визначити основні підходи до трактування поняття інтерактивних методів навчання та виявити їхні особливості. Крім того, було застосовано метод порівняння різних підходів до організації навчального процесу, що дало змогу визначити переваги інтерактивних технологій у порівнянні з традиційними методами навчання. Узагальнення результатів аналізу наукових джерел дозволило сформулювати основні положення дослідження та визначити можливості використання інтерактивних методів у навчальному процесі [7].

Сутність дослідження. Інтерактивне навчання передбачає таку організацію освітнього процесу, за якої учні активно взаємодіють між собою та з учителем. У процесі такої взаємодії школярі мають можливість не лише отримувати нову інформацію, а й обговорювати її, аналізувати різні ситуації та висловлювати власні думки. На відміну від традиційного навчання, де учні часто виступають пасивними слухачами, інтерактивні методи спрямовані на активізацію їхньої пізнавальної діяльності. Саме тому такі методи сприяють розвитку самостійності, ініціативності та творчого мислення [1].

Під час викладання предмета «Основи здоров'я» можуть використовуватися різноманітні інтерактивні методи, серед яких робота в малих групах, мозковий штурм, дискусії, рольові ігри, аналіз життєвих ситуацій та метод «мікрофона».

Так, під час використання методу мозкового штурму при вивченні теми «Здоровий спосіб життя» учитель може запропонувати учням

назвати асоціації, які виникають у них зі словом «здоров'я». Учні висловлюють різні ідеї, які записуються на дошці, після чого проводиться їх обговорення. Такий метод сприяє розвитку творчого мислення та допомагає учням усвідомити основні складові здорового способу життя [5].

Ефективним є також використання рольових ігор. Наприклад, під час теми «Безпечна поведінка у небезпечних ситуаціях» учні можуть розігрувати різні життєві ситуації, пов'язані з наданням допомоги людині, яка потрапила у складну ситуацію. У процесі гри учні обговорюють можливі дії та їхні наслідки.

Ще одним поширеним методом є робота в малих групах. Учні поділяють на кілька груп, кожна з яких отримує певне завдання. Наприклад, учням пропонують обговорити ситуації, пов'язані зі шкідливими звичками або конфліктами між однолітками, та запропонувати можливі шляхи їх вирішення. Після цього представники груп презентують результати своєї роботи.

Досить ефективним є і метод «мікрофон», який дозволяє кожному учневі коротко висловити власну думку щодо поставленого питання. Наприклад, після вивчення теми «Профілактика шкідливих звичок» учитель може запропонувати учням відповісти на запитання: «Чому важливо вести здоровий спосіб життя?».

Крім того, у сучасній школі дедалі частіше використовуються цифрові інтерактивні інструменти, зокрема онлайн-вікторини, навчальні платформи та інтерактивні презентації. Використання таких технологій значно підвищує мотивацію учнів до навчання та робить освітній процес більш цікавим і різноманітним [2].

Основні висновки. Отже, інтерактивні методи навчання є важливим засобом підвищення ефективності сучасного освітнього процесу. Їх використання сприяє активізації пізнавальної діяльності учнів, розвитку комунікативних умінь та формуванню ключових життєвих компетентностей. Застосування інтерактивних технологій на уроках «Основ здоров'я» дозволяє зробити навчальний процес більш цікавим і практично спрямованим. Учні отримують можливість не лише засвоювати теоретичні знання, а й застосовувати їх у різних життєвих ситуаціях.

Таким чином, інтерактивні методи навчання сприяють формуванню відповідального ставлення учнів до власного здоров'я, розвитку навичок безпечної поведінки та усвідомленню важливості здорового способу життя.

ЛІТЕРАТУРА

1. Марченко Н. С., Сліпчук В. Л., Юзьків Г. М. Інтерактивні методи навчання у закладах вищої освіти. *Сучасний огляд вищої освіти*. 2023. № 2. С. 33–40.

2. Пометун О. І. Інтерактивні методи навчання : навч. посіб. Київ : Інститут педагогіки НАПН України, 2021. 96 с.
3. Сенюк І. О., Кравченко В. В., Гончаров О. С. Інтеграція інтерактивних методів у навчальний процес. *ScienceRise: Педагогічна освіта*. 2025. № 1. С. 38–45.
4. Симоненко С. В., Зайцева Н. П. Розвиток комунікативних навичок за допомогою інтерактивних методів навчання. *Український журнал освітніх досліджень та інформаційних технологій*. 2023. Т. 11, № 3. С. 60–68.
5. Шарова Т. М., Коломоєць Г. А., Малечко Т. В. Використання інтерактивних методів навчання в освітніх закладах. *Проблеми освіти*. 2024. № 98. С. 45–52.

Аліна КОВАЛЬ,

здобувачка другого (магістерського) рівня вищої освіти 1 курсу
факультету фізичної культури, спорту та здоров'я людини

Науковий керівник: **Наталія ПШЕНИЧНА,**

к.пед.н., доцент (БДПУ)

ЕКОЛОГІЧНЕ ВИХОВАННЯ ЯК ОДИН ІЗ ЗАСОБІВ ДОСЯГНЕННЯ ЦІЛЕЙ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Актуальність. У сучасних умовах розвитку суспільства проблема збереження навколишнього природного середовища набуває особливої актуальності. Забруднення довкілля, виснаження природних ресурсів та зміни клімату зумовлюють необхідність формування екологічно свідомого ставлення людини до природи. Саме тому важливого значення набуває екологічне виховання, яке спрямоване на формування екологічної культури та відповідальної поведінки щодо довкілля. У контексті реалізації концепції сталого розвитку екологічне виховання виступає важливим засобом формування гармонійної взаємодії людини і природи та забезпечення збалансованого розвитку суспільства [2].

Ступінь дослідженості проблеми. Проблеми екологічного виховання та формування екологічної культури особистості досліджуються у працях багатьох науковців. У наукових дослідженнях наголошується на необхідності формування у молоді відповідального ставлення до природного середовища та усвідомлення взаємозв'язку між діяльністю людини і станом довкілля. Дослідники підкреслюють, що екологічне виховання має бути системним процесом, який поєднує формування екологічних знань, ціннісних орієнтацій і практичних навичок природоохоронної діяльності [1; 3; 5].

Мета і методи дослідження. Метою дослідження є обґрунтування ролі екологічного виховання як одного із засобів реалізації принципів сталого розвитку. Для досягнення поставленої мети було використано такі методи дослідження: аналіз і узагальнення

науково-педагогічної літератури, порівняльний аналіз наукових підходів до проблеми екологічного виховання та систематизацію отриманих результатів.

Сутність дослідження. Екологічне виховання є важливою складовою освітнього процесу, що сприяє формуванню екологічної культури особистості. Воно передбачає не лише засвоєння знань про природне середовище, а й формування відповідального ставлення до природи, усвідомлення необхідності її збереження та раціонального використання природних ресурсів. Екологічне виховання спрямоване на розвиток у молоді екологічного мислення, формування екологічних цінностей та готовності до природоохоронної діяльності. У сучасній освіті екологічне виховання розглядається як важливий інструмент реалізації ідей сталого розвитку. Воно сприяє формуванню екологічної компетентності, що включає здатність оцінювати вплив діяльності людини на навколишнє середовище та приймати відповідальні рішення щодо використання природних ресурсів. Інтеграція екологічної проблематики у навчальні дисципліни та участь молоді у природоохоронних заходах сприяють формуванню екологічно свідомої особистості [4].

Основні висновки. Отже, екологічне виховання є важливим засобом формування екологічної культури та відповідального ставлення до довкілля. Воно сприяє розвитку екологічної свідомості молоді та формуванню навичок екологічно доцільної поведінки. Інтеграція екологічної освіти у навчальний процес є необхідною умовою реалізації концепції сталого розвитку та забезпечення гармонійного співіснування людини і природи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Баярко Н. В. Формування екологічної культури учнів у сучасній освіті. Вінниця : ВДПУ ім. М. Коцюбинського, 2020. 6 с.
2. Концепція екологічної освіти України. Київ : Міністерство освіти і науки України, 2001. 12 с.
3. Стецула Н. О., Гармата О. М., Пшенична Н. С., Безлатня Л. О., Худоряова О. С. Особливості екологічної підготовки майбутніх учителів природничих спеціальностей під час військових дій в Україні. *Вісник науки та освіти (Серія «Філологія», Серія «Педагогіка», Серія «Соціологія», Серія «Культура і мистецтво», Серія «Історія та археологія»)* : журнал. 2023. № 10 (16). С. 878–890.
4. Трубавіна І. М. Екологічне виховання молоді. Харків : Харківський національний педагогічний університет ім. Г. С. Сковороди, 2019. 7 с.
5. Hnatyuk V., Pshenychna N., Kara S., Kolodii V., Yaroshchuk L. Role of education in shaping environmentally conscious citizens and promoting sustainable development in a broad context (Роль освіти у формуванні екологічно свідомих громадян та сприянні сталому розвитку у широкому контексті). *REVIEW ARTICLE*. 2024. Vol. 7, e2024spe012.

Аліна КОВІНЬКІНА,

здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти 2 курсу
факультету фізичної культури, спорту та здоров'я людини

Науковий керівник: **Ірина РАСТОРГУЄВА,**
старший викладач (БДПУ)

БІОЛОГІЧНІ МЕХАНІЗМИ СТРЕСУ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ОРГАНІЗМ ПІДЛІТКІВ

Актуальність. Проблема стресу є однією з найбільш актуальних у сучасній біології та медицині, оскільки постійний вплив стресових факторів супроводжує життя людини в умовах швидкого темпу розвитку суспільства. Особливої уваги потребує підлітковий вік, який характеризується значними анатомо-фізіологічними, нейроендокринними та психологічними змінами, що зумовлюють підвищену чутливість організму до дії стресових чинників.

У підлітковому віці відбувається інтенсивне формування регуляторних систем організму, зокрема нервової та ендокринної систем, що забезпечують адаптацію до умов навколишнього середовища. У цей період підлітки особливо гостро реагують на психоемоційні навантаження, що може призводити до порушення функціонування різних органів і систем організму та зниження адаптаційних можливостей.

Встановлено, що тривалий або інтенсивний стрес спричиняє зміни гормонального фону та діяльності мозку і впливає практично на всі фізіологічні процеси організму. Надмірна активація системи реакції на стрес та підвищений рівень гормонів стресу можуть викликати порушення сну, пам'яті, концентрації уваги, а також сприяти розвитку соматичних і психічних захворювань.

Вивчення біологічних механізмів стресу та їх впливу на організм підлітків має важливе теоретичне і практичне значення, оскільки дозволяє глибше зрозуміти процеси адаптації організму та сприяє розробці ефективних заходів профілактики негативних наслідків стресу серед молоді.

Ступінь досліджуваності проблеми. Проблема стресу та його впливу на організм людини є предметом наукових досліджень у галузях біології, фізіології, медицини та психології вже протягом тривалого часу. Основи сучасного розуміння стресу були закладені у працях Ганса Сельє, який розглядав стрес як неспецифічну реакцію організму на дію різноманітних подразників і описав механізми формування загального адаптаційного синдрому. Подальші дослідження значно розширили уявлення про біологічні механізми стресу, зокрема про роль нервової та ендокринної систем у процесах адаптації організму до несприятливих умов середовища.

Значний внесок у вивчення фізіологічних механізмів стресу зробили українські науковці, які досліджували функціональні особливості нервової системи, адаптаційні можливості організму та реакції людини на дію стресових факторів. У працях українських фізіологів і медиків розглядаються питання регуляції діяльності організму в умовах стресу, зміни функціонального стану серцево-судинної, нервової та ендокринної систем, а також особливості адаптаційних реакцій організму людини в різні вікові періоди.

Окрему увагу в сучасних наукових дослідженнях приділено особливостям прояву стресу у підлітковому віці. Підлітковий період характеризується інтенсивними процесами росту та розвитку, перебудовою гормональної регуляції та становленням механізмів нервової діяльності, що зумовлює підвищену чутливість організму до стресових впливів. У науковій літературі зазначається, що саме в цей період формуються основні механізми адаптації до психоемоційних і фізичних навантажень, тому вплив стресу може мати довготривалі наслідки для здоров'я людини.

У працях українських дослідників з вікової фізіології та шкільної гігієни розглядаються питання впливу навчального навантаження, психоемоційного напруження та соціальних чинників на організм підлітків. Дослідження свідчать, що тривала дія стресових факторів призводить до зниження адаптаційних можливостей організму, погіршення функціонального стану нервової системи, зниження працездатності та підвищення рівня захворюваності серед підлітків.

Разом із тим, незважаючи на значну кількість наукових праць, проблема біологічних механізмів стресу та їх впливу саме на організм підлітків залишається актуальною і потребує подальшого дослідження. Особливо важливим є узагальнення сучасних наукових даних щодо фізіологічних механізмів розвитку стресових реакцій та їх впливу на функціональний стан організму підлітків, що має важливе значення для збереження здоров'я молодого покоління та профілактики негативних наслідків стресу.

Мета і методи дослідження. Метою даної роботи є теоретичне обґрунтування біологічних механізмів стресу та визначення особливостей його впливу на організм підлітків на основі аналізу наукової біологічної та фізіологічної літератури. Особлива увага приділяється вивченню ролі нервової та ендокринної систем у формуванні стресових реакцій організму підлітків та змінам функціонального стану організму під впливом стресових чинників.

У процесі дослідження були використані загальнонаукові методи, зокрема аналіз і узагальнення наукової літератури з вікової фізіології, біології людини та основ здоров'я. Теоретичною основою роботи стали

праці українських учених у галузі фізіології та вікової біології, зокрема підручники і наукові видання з вікової фізіології та гігієни дітей і підлітків, у яких розглядаються особливості функціонування організму в період підліткового розвитку.

Також у роботі використано порівняльний метод для аналізу особливостей реакції організму підлітків на дію стресових факторів та метод систематизації наукових даних щодо біологічних механізмів стресу. Використані методи дозволили узагальнити сучасні наукові уявлення про фізіологічні механізми стресу та їх вплив на організм підлітків.

Сутність дослідження. Сутність даного дослідження полягає у розкритті біологічних механізмів розвитку стресу та визначенні особливостей його впливу на організм підлітків у період інтенсивного росту і розвитку. Стрес розглядається як складна неспецифічна реакція організму, що виникає у відповідь на дію різноманітних зовнішніх і внутрішніх чинників та реалізується за участю нервової і ендокринної систем. Особливу роль у формуванні стресової реакції відіграє взаємодія кори головного мозку, гіпоталамуса та гіпофіза, що забезпечує регуляцію діяльності внутрішніх органів і підтримання сталості внутрішнього середовища організму.

У роботі розглядаються фізіологічні процеси, що супроводжують розвиток стресу, зокрема активація симпатичної нервової системи, підвищення рівня гормонів стресу, зміни діяльності серцево-судинної системи та обміну речовин. Особлива увага приділяється впливу стресу на нервову систему підлітків, оскільки саме в цьому віці відбувається інтенсивне формування регуляторних механізмів організму та становлення вищої нервової діяльності.

У межах дослідження проаналізовано особливості реакції організму підлітків на стресові чинники, зокрема підвищену емоційну чутливість, нестійкість нервових процесів та зниження адаптаційних можливостей організму. Розглянуто вплив стресу на функціональний стан організму підлітків, включаючи зміни працездатності, концентрації уваги, пам'яті та загального самопочуття.

Таким чином, сутність дослідження полягає у комплексному розгляді фізіологічних механізмів розвитку стресових реакцій та визначенні їх значення для функціонального стану організму підлітків, що дозволяє глибше зрозуміти особливості адаптації організму у підлітковому віці та значення біологічних знань для збереження здоров'я молоді.

Основні висновки. У результаті проведеного дослідження встановлено, що стрес є складною біологічною реакцією організму, яка виникає у відповідь на дію різноманітних зовнішніх і внутрішніх чинників та спрямована на забезпечення пристосування організму до змін умов середовища. Відповідно до наукових положень Ганса Сельє,

стрес розглядається як неспецифічна адаптаційна реакція організму, що реалізується через взаємодію нервової та ендокринної систем і супроводжується розвитком загального адаптаційного синдрому.

З'ясовано, що підлітковий вік характеризується підвищеною чутливістю організму до дії стресових факторів у зв'язку з інтенсивним розвитком нервової системи та гормональною перебудовою організму. У цей період відбувається формування механізмів регуляції фізіологічних процесів, тому вплив тривалого або надмірного стресу може призводити до порушення функціонального стану різних органів і систем.

Встановлено, що під впливом стресу в організмі підлітків активізується діяльність симпатичної нервової системи та підвищується рівень гормонів стресу, що супроводжується змінами діяльності серцево-судинної системи, нервових процесів та обміну речовин. Тривалий вплив стресових факторів може спричинити підвищену втомлюваність, зниження працездатності, погіршення пам'яті та концентрації уваги.

Доведено, що помірний рівень стресу може виконувати позитивну адаптаційну функцію та сприяти мобілізації ресурсів організму, тоді як тривалий або надмірний стрес негативно впливає на фізіологічний стан підлітків і може призводити до зниження адаптаційних можливостей організму.

Отже, результати дослідження підтверджують важливість вивчення біологічних механізмів стресу та їх впливу на організм підлітків, оскільки розуміння цих процесів сприяє формуванню науково обґрунтованих підходів до збереження здоров'я молоді та профілактики негативних наслідків стресу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ґанонґ В. Ф. Фізіологія людини. Київ : Вища школа, 2001. 784 с.
2. Сельє Г. Анатомія стресу. Ганс Сельє та послідовники. Київ : Медкнига, 2024. 148 с.
3. Фізіологія людини : підручник / Дуган О. М., Яловенко О. І. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2024. 588 с.
4. Філімонов В. І. Фізіологія людини : підручник. Київ : Медицина, 2010. 776 с.
5. Шевчук В. Г. Фізіологія : підручник для студентів вищих медичних навчальних закладів. Вінниця : Нова книга, 2018. 447 с.

Катерина КОЗИНЕЦЬ,

здобувачка другого (магістерського) рівня вищої освіти 1 курсу
факультету фізичної культури, спорту та здоров'я людини

Науковий керівник: **Світлана ХАТУНЦЕВА,**

д.пед.н., професор (БДПУ)

ВИКОРИСТАННЯ НЕТРАДИЦІЙНИХ МЕТОДІВ НАВЧАННЯ НА УРОКАХ БІОЛОГІЇ ТА ОСНОВ ЗДОРОВ'Я

Актуальність. Сучасна освіта характеризується високими темпами інформаційного розвитку, збільшенням обсягу навчального матеріалу та підвищенням вимог до самостійності та активності учнів. У цьому контексті традиційні лекційно-пояснювальні методи навчання виявляють низьку ефективність, особливо при формуванні складних біологічних понять та розвитку компетентностей учнів у сфері здоров'я. Нетрадиційні методи навчання, які включають інтерактивні, проблемні, дослідницькі, рольові та ігрові підходи, спрямовані на активізацію пізнавальної діяльності, розвиток критичного мислення, творчих навичок та саморегуляції, набувають особливої актуальності. Упровадження цих методів дозволяє створити адаптивне освітнє середовище, що враховує психофізіологічні особливості учнів та сприяє їхньому психоемоційному благополуччю.

Ступінь досліджуваності проблеми. Аналіз сучасної наукової літератури показує, що застосування нетрадиційних методів у навчанні біології та основ здоров'я активно досліджується в межах педагогіки, психології та нейрофізіології. Питання інтеграції інтерактивних методів із класичними підходами вивчалися у працях вітчизняних і зарубіжних авторів, які підкреслюють роль проблемно-пошукових та дослідницьких стратегій у формуванні системного мислення та наукових понять. Однак більшість робіт мають прикладний характер і зосереджуються на ефективності конкретних методик без комплексного аналізу їх впливу на когнітивні та емоційні процеси, що підкреслює недостатню вивченість проблеми та обґрунтовує необхідність подальших досліджень.

Мета і методи дослідження. Метою дослідження є обґрунтування ефективності застосування нетрадиційних методів навчання на уроках біології та основ здоров'я шляхом аналізу їхнього впливу на формування біологічних понять, активізацію пізнавальної діяльності та підтримку психоемоційного стану учнів. Для досягнення цієї мети використовувалися аналітичні та експериментальні методи: аналіз наукової літератури з педагогіки, психології та нейрофізіології; педагогічне спостереження; анкетування та опитування для оцінки рівня мотивації та емоційного стану; впровадження проблемно-пошукових, дослідницьких, рольових і ігрових завдань на уроках

біології та основ здоров'я; порівняння ефективності традиційних і нетрадиційних методів.

Сутність дослідження. Використання нетрадиційних методів навчання на уроках біології та основ здоров'я має багатовимірний характер і охоплює когнітивні, емоційні та соціально-психологічні аспекти навчальної діяльності. До основних нетрадиційних методів належать інтерактивні технології, проблемно-пошукове навчання, дослідницькі та експериментальні підходи, рольові ігри та симуляції, а також мультимедійні ресурси та цифрові освітні платформи [1]. Інтерактивні технології навчання представляють собою комплекс педагогічних стратегій, спрямованих на активізацію пізнавальної діяльності учнів через безпосередню взаємодію із навчальним матеріалом та педагогом, що забезпечує синтез когнітивних, емоційних та соціальних компонентів освітнього процесу. Вони виконують функцію ефективного інструменту формування складних біологічних понять і компетентностей у сфері здоров'я, оскільки дозволяють організувати навчання як динамічну систему взаємодії знань, практичних умінь та навичок саморегуляції. До основних складових інтерактивних технологій належать дискусії та колективні обговорення, методи проблемного навчання та мозкових штурмів, рольові ігри і симуляції, а також інтеграція мультимедійних ресурсів і цифрових освітніх платформ [3].

Дискусії та групові обговорення сприяють розвитку критичного мислення, формуванню здатності аргументувати власну позицію, аналізувати альтернативні точки зору та опановувати навички колективного вирішення навчальних завдань; у біологічній освіті це проявляється, зокрема, у спільному аналізі наслідків антропогенного впливу на екосистеми або оцінці функціональних порушень організму, що стимулює системне мислення та інтеграцію знань на різних рівнях біологічної організації. Методи проблемного навчання та мозкових штурмів активізують аналітико-синтетичне мислення, стимулюють генерацію альтернативних рішень і формування когнітивних стратегій самостійного засвоєння навчального матеріалу, що забезпечує більш ефективне освоєння абстрактних понять та причинно-наслідкових зв'язків у біології та основах здоров'я.

Рольові ігри та симуляції інтегрують емоційну складову у навчальний процес, стимулюють розвиток емпатії, соціальної відповідальності та навичок прийняття рішень у змодельованих клінічних або екологічних ситуаціях, забезпечуючи формування соціально-емоційних компетентностей і підтримку психоемоційного стану учнів. Інтерактивні цифрові ресурси, включно з мультимедійними презентаціями, анімаціями, тривимірними моделями та віртуальними

лабораторіями, активізують сенсорні аналізатори, сприяють розвитку візуально-просторового мислення та полегшують інтеграцію знань, що є особливо актуальним при вивченні складних структурних і функціональних взаємозв'язків у біології, фізіології та основах здоров'я [3]. Впровадження ігрових та конкурсних елементів стимулює увагу, підвищує мотивацію, формує здорову конкуренцію та сприяє розвитку командної взаємодії, що оптимізує навчальні процеси на рівні колективних когнітивних структур. Наукові дослідження свідчать, що інтерактивні технології сприяють підвищенню навчальної активності та зацікавленості учнів, формуванню стійких нейронних зв'язків у мозку, що лежать в основі довготривалої пам'яті, розвитку когнітивних, творчих та соціально-емоційних компетентностей, а також підтримці психоемоційного благополуччя [4]. Крім того, інтерактивні технології забезпечують адаптацію освітнього процесу до індивідуальних потреб учнів, сприяють розвитку автономності та відповідальності за результати навчання, формують цілісну систему когнітивних, емоційних і соціальних компетентностей, створюючи сприятливе навчальне середовище для всебічного розвитку особистості [2]. Таким чином, інтерактивні технології навчання виступають ключовим компонентом сучасної педагогічної практики, який забезпечує ефективне поєднання засвоєння складних біологічних понять, розвитку компетентностей у сфері здоров'я та створення психологічно безпечного, стимулюючого й адаптивного освітнього середовища.

Проблемно-пошукове навчання спрямоване на активізацію аналітичного та критичного мислення учнів, формування уміння узагальнювати та систематизувати знання, встановлювати причинно-наслідкові зв'язки між біологічними явищами та процесами. Наприклад, при вивченні теми «Екосистеми» учні аналізують взаємодію організмів у моделюваних біоценозах, що стимулює самостійне відкриття закономірностей та формує стійкі когнітивні структури. Дослідницькі та експериментальні методи дозволяють формувати наукові компетентності, розвивати навички спостереження, проведення експериментів, аналізу та інтерпретації результатів. Використання лабораторних робіт, мікроскопічних дослідів, моделювання фізіологічних процесів сприяє глибокому засвоєнню навчального матеріалу та розвитку аналітико-синтетичних здібностей учнів. Рольові та ігрові методи інтегрують емоційний компонент у навчання, підвищують мотивацію та соціально-емоційні компетентності. Наприклад, моделювання клінічних або біоекологічних ситуацій дозволяє учням практикувати прийняття рішень, розвивати емпатію та навички співпраці, а також відпрацьовувати поведінкові стратегії у безпечному середовищі.

Інтерактивні технології та мультимедійні ресурси активізують сенсорні системи, стимулюють візуально-просторове мислення та

полегшують інтеграцію знань через використання схем, анімацій, 3D-моделей та віртуальних лабораторій. Вони також сприяють підвищенню інтересу до навчання, забезпечують гнучкість подання інформації та індивідуалізацію освітнього процесу, що особливо важливо для учнів із різним рівнем підготовки та різними стилями навчання [4]. Наукові дослідження підтверджують, що застосування нетрадиційних методів на уроках біології та основ здоров'я: підвищує пізнавальну активність та мотивацію учнів; сприяє формуванню стійких нейронних зв'язків, що забезпечують довготривале засвоєння знань; підтримує психоемоційний стан учнів, знижує рівень тривожності та стресу; стимулює розвиток когнітивних, творчих та соціально-емоційних компетентностей; сприяє інтеграції знань та практичних умінь у різних галузях науки та здоров'я

Основні висновки. Таким чином, використання нетрадиційних методів навчання на уроках біології та основ здоров'я є комплексним педагогічним інструментом, що дозволяє ефективно поєднувати розвиток когнітивних процесів, формування наукових понять та підтримку психоемоційного благополуччя учнів, створюючи оптимальне освітнє середовище для всебічного розвитку особистості.

ЛІТЕРАТУРА

1. Басюк Л. О., Константиненко Л. А. Застосування цифрових технологій під час навчання біології у закладах загальної середньої освіти. *Підготовка майбутніх учителів фізики, хімії, біології та природничих наук в контексті вимог Нової української школи: збірник тез доповідей V Міжнародної науково-практичної конференції*, 18-19 травня 2023 року. Тернопіль : ТНПУ, 2023. С. 92–96.
2. Глазкова І. Я., Хатунцева С. М. Теоретико-методичні засади безбар'єрного освітнього середовища. *Університети України в умовах нових реалій: збереження наукового та кадрового потенціалу : наукова монографія*. Рига, Латвія : «Baltija Publishing», 2024. С. 97–120.
3. Грицай Н. Б. Використання мультимедійних технологій у методичній підготовці майбутніх учителів біології. *Journal of Information Technologies in Education (ITE)*. 2012. № 13. С. 107–113.
4. Нісімчук А. С., Падалка О. С., Шпак О. Т. Сучасні педагогічні технології : навчальний посібник. Київ : Видавничий центр «Просвіта», 2000. 368 с.

Ніна ШТАНЬКО,

здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти 4 курсу
факультету фізичної культури, спорту та здоров'я людини

Науковий керівник: **Вадим САМОЙЛЕНКО,**
старший викладач (БДПУ)

ІНТЕРАКТИВНІ МЕТОДИ НАВЧАННЯ ТЕХНІЦІ ВОЛЕЙБОЛУ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОЇ ОСВІТИ НУШ

Актуальність. Реформування загальної середньої освіти відповідно до концепції «Нова українська школа» (НУШ) вимагає докорінного перегляду підходів до викладання фізичної культури. Особливої гостроти це питання набуло в умовах дистанційного навчання, де специфіка командних видів спорту, зокрема волейболу, стикається з обмеженнями простору, відсутністю спеціального інвентарю та неможливістю безпосередньої групової взаємодії. Традиційні методи демонстрації вправ у залі стають неефективними, що зумовлює необхідність впровадження інтерактивних технологій.

Інтерактивне навчання дозволяє трансформувати учня з пасивного спостерігача у активного учасника освітнього процесу, навіть через екран монітора. Використання цифрових інструментів для засвоєння технічних елементів волейболу (постановка рук, біомеханіка передачі, координація) є ключовим фактором підтримки мотивації школярів та забезпечення безперервності фізичного виховання.

Ступінь досліджуваності проблеми. Аналіз науково-методичної літератури свідчить, що питання трансформації фізичного виховання в сучасних умовах перебуває у центрі уваги багатьох дослідників. Проблематику впровадження інноваційних підходів, мультимедійних засобів та цифровізації у фізкультурно-оздоровчу діяльність ґрунтовно вивчали такі науковці:

- О. Хуртенко, С. Дмитренко [3] – у своїх працях розкрили теоретико-методичні аспекти застосування інноваційних педагогічних технологій у фізичному вихованні школярів, акцентуючи увагу на необхідності модернізації традиційних підходів до навчання;

- В. Самойленко та співавтори [2 : 114] – присвятили дослідження використанню мультимедійних систем як ефективних засобів інтерактивного навчання, обґрунтувавши їхню роль у візуалізації навчального матеріалу та підвищенні залученості учнів до занять фізичною культурою;

- В. Гейтенко, С. Шинкарьов, Н. Шинкарьова [1 : 22] – висвітлили особливості використання цифрових технологій безпосередньо на уроках фізичної культури в умовах реалізації концепції Нової

української школи (НУШ), довівши доцільність їх інтеграції для забезпечення сучасної якості освітнього процесу.

Попри значну кількість напрацювань, станом на 2025–2026 навчальний рік ми спостерігаємо певну суперечність: існуючі методики викладання волейболу здебільшого орієнтовані на очний формат та наявність командної взаємодії. Водночас виклики сьогодення вимагають від учителя фізичної культури вміння ефективно поєднувати вимоги НУШ із дистанційним опануванням техніки волейболу.

Даний аспект потребує додаткового прикладного опрацювання, зокрема в частині створення:

1. Відеоінструкцій з використанням AR-технологій (доповненої реальності) для самостійного вивчення стійок та переміщень волейболіста.

2. Системи асинхронного фідбеку, яка б дозволяла вчителю коригувати помилки учня за допомогою аналізу відеоматеріалів, надісланих з дому.

3. Ігрових інтерактивних платформ для засвоєння правил гри та тактичних схем в умовах браку живого спілкування.

Отже, вибір теми нашого дослідження зумовлений необхідністю адаптувати класичне навчання волейболу до сучасного цифрового освітнього простору без втрати якості засвоєння технічних елементів.

Мета і методи дослідження. Мета дослідження – обґрунтувати ефективність інтерактивних методів навчання техніці волейболу в умовах дистанційної освіти НУШ та розробити практичні рекомендації для їх впровадження. Методи дослідження: загальнонаукові (аналіз науково-методичної літератури, синтез, узагальнення); конкретно-наукові (педагогічне спостереження за навчальним процесом в онлайн-режимі, порівняльний аналіз цифрових платформ).

Сутність дослідження. Навчання техніці волейболу дистанційно в межах НУШ базується на принципах дитиноцентризму та гейміфікації. Інтерактивність у цьому контексті розуміється як багаторазова взаємодія між учителем, учнем та цифровим контентом. Основними характеристиками такого навчання є: візуалізація еталонної моделі (використання відеоматеріалів з високою частотою кадрів для детального розбору фаз руху); зворотний зв'язок (фідбек) (миттєва корекція технічних помилок вчителем через відеозв'язок); свідоме опанування (учень не просто копіює рух, а розуміє його механіку через інтерактивні завдання)

Основні методи навчання техніці волейболу дистанційно включають:

1. Метод «Відеоскрайбінгу та аналізу»: Учні створюють або аналізують короткі ролики (TikTok/Reels), де накладають графічні

позначки (стрілки, кути) на власне виконання верхньої чи нижньої передачі м'яча. Це сприяє розвитку критичного мислення.

2. Гейміфіковані платформи (Quizizz, Kahoot): Використання ігрових тестів для перевірки знань з тактики та правил волейболу, що знімає психологічну напругу дистанційного формату.

3. Метод «Перевернутого класу»: Теоретичний матеріал (біомеханіка подачі) вивчається учнями самостійно через інтерактивні лонгриди, а онлайн-урок присвячується практичному виконанню вправ.

4. Використання імітаційних вправ з підручними засобами: В умовах квартири техніка відпрацьовується з повітряними кульками (для уповільнення фази польоту) або поролоновими м'ячами, що дозволяє зберегти меблі та безпеку середовища.

Позитивні аспекти інтерактивного підходу у волейболі:

- Індивідуалізація: Кожен учень працює у власному темпі, записуючи відео до моменту досягнення правильного результату.

- Розвиток цифрової компетентності: Учні опановують інструменти відеомонтажу та аналізу рухів.

- Психоемоційне розвантаження: Спільні онлайн-челенджі («Хто більше наб'є м'яч над собою») підтримують командний дух класу.

Висновки. Впровадження інтерактивних методів навчання техніці волейболу в умовах НУШ дозволяє нівелювати недоліки дистанційної освіти. Основним завданням вчителя є не вимога ідеального виконання в обмеженому просторі, а формування правильного рухового уявлення та підтримка інтересу до гри. Цифрові інструменти (відеоаналіз, інтерактивні вправи, онлайн-челенджі) стають містком між теорією та практичною грою на майданчику, забезпечуючи високу якість освітнього процесу навіть у складних умовах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гейтенко В. В., Шинкарьов С. І., Шинкарьова Н. Г. Використання цифрових технологій на уроці фізичної культури в умовах нової української школи. *Олімпійський та паралімпійський спорт*. 2025. № 1. С. 21–25. <https://doi.org/10.32782/olimpsspu/2025.1.4>
2. Мультимедійні системи як засоби інтерактивного навчання фізичної культури / В. Л. Самойленко та ін. *Наукові записки*. 2025. № 159. С. 112–119. <https://doi.org/10.31392/nz-udu-159.2025.11>
3. Хуртенко О., Дмитренко С. Застосування інноваційних педагогічних технологій у фізичному вихованні школярів. *Physical culture sports and health of the nation*. 2025. Т. 19, № (38). С. 132. [https://doi.org/10.31652/2071-5285-2025-19\(38\)-132-142](https://doi.org/10.31652/2071-5285-2025-19(38)-132-142)

Ніна ШТАНЬКО,

здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти 4 курсу факультету фізичної культури, спорту та здоров'я людини
Науковий керівник: **Вадим САМОЙЛЕНКО,**
старший викладач (БДПУ)

ФОРМУВАННЯ КЛЮЧОВИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ УЧНІВ ЛІЦЕУ ЗАСОБАМИ МОДУЛЬНОГО НАВЧАННЯ НУШ З ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

Актуальність дослідження. Процес фундаментальної трансформації загальної середньої освіти в Україні, зумовлений впровадженням концепції «Нова українська школа» (НУШ), вимагає докорінного переосмислення методологічних підходів до організації фізичного виховання у закладах середньої освіти III ступеня (ліцєях). У сучасних реаліях, що характеризуються тривалим правовим режимом воєнного стану та домінуванням дистанційного (або змішаного) формату навчання, питання збереження та зміцнення здоров'я учнівської молоді набуває стратегічного значення.

Традиційні репродуктивні методи викладання поступаються місцем формуванню ключових компетентностей: здоров'язбережувальної, соціальної, громадянської та цифрової. Фізична культура в ліцеї сьогодні розглядається не лише як засіб розвитку фізичних якостей, а як інтегрований інструмент соціалізації та психоемоційної підтримки. Модульна побудова навчальних програм забезпечує необхідну адаптивність освітнього процесу до індивідуальних можливостей ліцеїстів, дозволяючи ефективно реалізовувати рухову активність навіть в обмежених умовах домашнього середовища.

Ступінь досліджуваності проблеми. Теоретико-методологічні засади впровадження концепції НУШ та реалізації компетентнісного підходу в освіті були предметом системних досліджень таких науковців, як Л. Гриневич, Т. Круцевич, Ю. Бойко, К. Дроздова та ін. [1; 2; 4; 5]. Зокрема, у працях Т. Круцевич [5] детально обґрунтовано рекреаційну спрямованість фізичного виховання підлітків. Проте, попри наявний науковий доробок, методичні аспекти реалізації варіативних модулів (таких як йога, чирлідінг, загальна фізична підготовка) саме в дистанційному форматі для учнів 10–11 класів залишаються недостатньо вивченими. Потребує додаткового наукового пошуку питання кореляції між вибором модуля та рівнем мотивації ліцеїстів до самостійних занять спортом у позаурочний час.

Мета і методи дослідження. Метою роботи є комплексний аналіз ефективності модульної системи навчання як чинника

формування ключових компетентностей ліцеїстів у процесі дистанційного опанування предмета «Фізична культура».

Для досягнення мети було використано наступні методи дослідження:

- теоретичний аналіз та систематизація науково-методичних джерел для визначення сучасних тенденцій у фізичному вихованні;
- синтез передового педагогічного досвіду вчителів-практиків, які працюють у межах реформи НУШ;
- метод термінологічного уточнення та узагальнення результатів для формулювання висновків щодо оптимізації освітнього процесу.

Сутність дослідження. Сучасна парадигма фізичного виховання в закладах загальної середньої освіти III ступеня (ліцеях), що реалізується в межах реформи «Нова українська школа», базується на фундаментальних принципах варіативності, індивідуалізації та дитиноцентризму. На відміну від застарілих нормативних моделей, де домінував жорсткий контроль та уніфіковані стандарти фізичної підготовленості, нова модель фокусується на особистісних потребах ліцеїста. Навчальна програма структурується як динамічна система варіативних модулів (аеробіка, йога, футзал, настільний теніс, пілатес, чирлідінг, бадмінтон, атлетизм тощо). Це створює умови для того, щоб кожен учень міг самостійно проектувати власну індивідуальну траєкторію фізичного розвитку, обираючи ті види рухової активності, які найбільше відповідають його психофізіологічним особливостям, стану здоров'я та ціннісним орієнтаціям.

Особливої актуальності цей підхід набуває в умовах дистанційного та змішаного навчання. Т. Круцевич [5] у своїх працях акцентує увагу на тому, що надання учневі права вибору конкретного модуля є ключовим педагогічним механізмом розвитку суб'єктності. У такому контексті відбувається докорінна трансформація ролі учня: він перетворюється з пасивного об'єкта педагогічного впливу, який просто виконує команди вчителя, на свідомого та активного учасника освітнього процесу. Це сприяє формуванню внутрішньої відповідальності за власний фізичний стан та рівень соматичного здоров'я, що є критично важливим для підлітків у період їхнього самоствердження.

Науковець І. Омеляненко [3] аргументує, що інтеграція сучасних цифрових платформ (таких як Google Classroom, Zoom, Microsoft Teams) та спеціалізованих мобільних додатків у процес фізичного виховання створює унікальний синергетичний ефект. У цифровому освітньому просторі фізична культура перестає бути лише «уроком руху». Наприклад, під час дистанційного опанування модулів «Гімнастика», «Аеробіка» чи «Чирлідінг» ліцеїсти не лише вивчають складну техніку виконання вправ через багаторазове переглядання еталонних відеодемонстрацій, а й паралельно вдосконалюють свою цифрову

компетентність. Вони вчаться використовувати інструменти відеоаналізу: записують власні тренування, створюють відеозвіти, використовують функцію сповільненого відтворення для самодіагностики помилок та порівняння власної техніки з професійними зразками. Використання фітнес-трекерів, пульсометрів та мобільних застосунків для контролю серцевого ритму дозволяє об'єктивізувати дані про інтенсивність навантаження в режимі реального часу.

Модульний підхід також дозволяє глибоко структурувати дидактичний матеріал, забезпечуючи досягнення обов'язкових результатів навчання через проектну діяльність. Це означає, що оцінювання в НУШ зміщується з суто фізичних результатів (швидкість, сила) на здатність учня застосовувати знання у практичних ситуаціях. У межах обраного модуля ліцеїсти виконують комплексні індивідуальні завдання:

- самостійну розробку та апробацію авторських комплексів ранкової гімнастики або зарядок-руханок;
- складання персоніфікованих планів тренувань на тиждень з урахуванням наявного вдома інвентарю;
- підготовку мультимедійних проектів та презентацій, що розкривають вплив конкретних вправ на серцево-судинну, дихальну та опорно-рухову системи організму.

Така організація освітнього процесу забезпечує дієву реалізацію міжпредметних зв'язків, інтегруючи фізичну активність із фундаментальними знаннями з біології (анатомія та фізіологія людини), медицини (основи домедичної допомоги та гігієни), інформатики (робота з даними та відеомонтаж) та навіть фізики (біомеханіка рухів). Таким чином, фізичне виховання стає цілісним інтелектуально-фізичним процесом, який формує не лише тіло, а й критичне мислення та аналітичні здібності молодшої людини.

Основні висновки. Проведене дослідження підтверджує, що модульне навчання в системі НУШ є найбільш адекватним та ефективним інструментом формування ключових компетентностей ліцеїстів у сучасних умовах. Впровадження варіативних модулів забезпечує необхідну гнучкість освітнього процесу, дозволяючи адаптувати навантаження до технічних можливостей учнів (наявність інвентарю, вільної площі вдома). Головною перевагою такої системи є зростання внутрішньої мотивації підлітків до рухової активності, оскільки навчання базується на їхніх особистих інтересах та потребах, що є фундаментом для формування звички до здорового способу життя у дорослому віці.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гриневич Л. М. Концептуальні ідеї реформи «Нова українська школа» у світлі української педагогічної думки. *Український педагогічний журнал*. 2022. № 4. URL : <https://uej.undip.org.ua/index.php/journal/article/view/631> (дата звернення: 15.03.2026).
2. Дроздова К. В. Формування мотивів до занять фізичною культурою у сучасних школярів. *Modern Issues of Physical Education, Sports, Tourism-Local History, and Physical Culture, and Recreation Work* : monograph / sci. eds.: N. Khilus, T. Pokusa. Opole : The Academy of Applied Sciences – Academy of Management and Administration in Opole, 2023. P. 142–178.
3. Омеляненко І., Омеляненко В. Виклики нормативно-правового забезпечення фізичного виховання здобувачів загальної середньої освіти в умовах нової української школи. *Education. Innovation. Practice*. 2025. Т. 13, № 5. С. 36–40. <https://doi.org/10.31110/2616-650x-vol13i5-005>
4. Фізична активність і здоров'я: сучасні підходи до формування здоров'язбережувальної компетенції студентів : кол. моногр. / Ю. С. Бойко та ін. ; наук. ред. Л. С. Соколенко ; МОН України, Уманський держ. пед. ун-т імені Павла Тичини. Київ : Комприт, 2025. 268 с.
5. Krutsevich T. et al. The Configuration of Educational Factors in the Family in Terms of their Impact on the Formation of Interest in Sports in Middle School Children. *Teoriâ ta Metodika Fizičnogo Vihovannâ*. 2021. Vol. 21, № 2. P. 101–106. <https://doi.org/10.17309/tmfv.2021.2.01>

ТЕОРІЯ ТА МЕТОДИКА ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ

Єлизавета БАЛУЄВА

здобувачка другого (магістерського) рівня вищої освіти 1 курсу
факультету фізичної культури, спорту та здоров'я людини
Науковий керівник: **Наталія САМСУТІНА**
к.пед.н., доцент (БДПУ)

ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

Актуальність. Сучасний етап розвитку освіти характеризується активним впровадженням інформаційно-комунікаційних технологій у освітній процес. Поширення дистанційного навчання, спричинене пандемією COVID-19, воєнним станом та розвитком цифрових технологій, суттєво змінило підходи до організації освітнього процесу у закладах освіти.

Особливої актуальності це набуває у сфері фізичного виховання, оскільки ця навчальна дисципліна безпосередньо пов'язана з руховою діяльністю здобувачів освіти. У традиційних умовах заняття з фізичного виховання передбачають безпосередню взаємодію викладача та студентів, демонстрацію фізичних вправ, контроль техніки їх виконання та оперативну корекцію помилок. У дистанційному форматі такі можливості значно обмежуються, що зумовлює необхідність пошуку ефективних форм і методів організації фізичного виховання в умовах віддаленої взаємодії.

У зв'язку з цим актуальним є питання вдосконалення методики проведення занять з фізичного виховання із використанням сучасних цифрових технологій, що дозволяють підтримувати належний рівень рухової активності здобувачів освіти.

Ступінь досліджуваності проблеми. Проблеми організації фізичного виховання та формування рухової активності здобувачів освіти висвітлюються у працях багатьох науковців. Теоретико-методичні засади фізичного виховання розглянуті у дослідженнях Т. Круцевич, Г. Грибана та інших учених, які підкреслюють важливу роль фізичної культури у формуванні здорового способу життя та підтриманні фізичного здоров'я молоді [1; 2].

Останніми роками зростає кількість досліджень, присвячених використанню дистанційних технологій у фізичному вихованні. У наукових працях відзначається, що застосування цифрових платформ, інтерактивних ресурсів та мобільних застосунків створює нові

можливості для організації навчального процесу, підвищує мотивацію здобувачів освіти до занять фізичною культурою та сприяє формуванню навичок самостійної фізичної активності [3].

Разом із тим питання ефективної організації занять з фізичного виховання в умовах дистанційного навчання потребує подальшого наукового аналізу та методичного обґрунтування.

Мета дослідження – визначити особливості організації фізичного виховання здобувачів освіти в умовах дистанційного навчання та обґрунтування сучасних підходів до підтримання їх рухової активності. **Методи дослідження** – аналіз і узагальнення науково-методичної літератури, порівняльний аналіз, моніторинг освітніх практик.

Сутність дослідження. Дистанційне навчання передбачає використання інформаційно-комунікаційних технологій для організації освітнього процесу без безпосередньої присутності викладача та здобувачів освіти в одному просторі. У фізичному вихованні це створює певні труднощі, пов'язані з обмеженими можливостями контролю техніки виконання фізичних вправ, різними умовами їх виконання у домашньому середовищі та неоднаковим рівнем фізичної підготовленості студентів [3].

Водночас дистанційні технології відкривають нові можливості для організації освітнього процесу. Для проведення синхронних занять можуть використовуватися онлайн-платформи Zoom, Google Meet, Microsoft Teams, які дозволяють демонструвати техніку виконання вправ, пояснювати навчальний матеріал та забезпечувати зворотний зв'язок зі здобувачами освіти.

Важливе значення мають також асинхронні форми навчання, що передбачають використання освітніх платформ Google Classroom, Moodle, а також відеоматеріалів і навчальних ресурсів, які дозволяють студентам самостійно опановувати навчальний матеріал у зручний для них час [3].

Одним із сучасних підходів до підвищення мотивації здобувачів освіти до фізичної активності є гейміфікація освітнього процесу, яка передбачає використання ігрових елементів у навчанні. У фізичному вихованні це може реалізовуватися через онлайн-челенджі, систему досягнень, рейтинги активності, виконання рухових завдань та участь у командних змаганнях.

Ефективним інструментом організації дистанційного фізичного виховання є також онлайн-трекінг рухової активності, який дозволяє контролювати рівень фізичного навантаження та відстежувати результати тренувальної діяльності. Для цього можуть використовуватися фітнес-трекери, мобільні застосунки та цифрові

платформи, що фіксують кількість кроків, тривалість фізичної активності, витрати енергії та інші показники рухової діяльності.

Під час організації дистанційних занять з фізичного виховання особливу увагу слід приділяти добору фізичних вправ, які можуть безпечно виконуватися в домашніх умовах та не потребують спеціального спортивного обладнання. До таких вправ належать загальнорозвивальні вправи, вправи з власною вагою, функціональні тренування, елементи фітнесу, а також вправи на розвиток гнучкості, координації та витривалості. Подібні засоби фізичної підготовки широко використовуються у системі фізичного виховання студентів та сприяють розвитку основних фізичних якостей [1; 2].

Отже, поєднання цифрових освітніх платформ, інтерактивних завдань та елементів гейміфікації дозволяє урізноманітнити дистанційні заняття з фізичного виховання і підтримувати інтерес здобувачів освіти до регулярної рухової активності.

Основні висновки. Дистанційне навчання є важливою складовою сучасного освітнього процесу та потребує адаптації змісту фізичного виховання до нових умов організації занять. Використання цифрових освітніх платформ та інформаційно-комунікаційних технологій розширює можливості організації занять з фізичного виховання у дистанційному форматі. Ефективність дистанційного фізичного виховання значною мірою залежить від застосування сучасних педагогічних технологій, зокрема гейміфікації освітнього процесу та онлайн-трекінгу рухової активності. Раціональне поєднання синхронних та асинхронних форм роботи сприяє підтриманню належного рівня фізичної активності здобувачів освіти та формуванню у них відповідального ставлення до власного здоров'я.

ЛІТЕРАТУРА

1. Грибан Г. П. Фізичне виховання студентів : навчальний посібник. Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. 336 с.
2. Круцевич Т. Ю., Пангелова Н. Є., Кривчикова О. Д. Теорія і методика фізичного виховання : підручник для студентів закладів вищої освіти. Київ : Олімпійська література, 2017. 448 с.
3. Шиян Б. М. Теорія і методика фізичного виховання школярів. Тернопіль : Навчальна книга – Богдан, 2016. 272 с.

Віра СТАДНИЧЕНКО,

здобувачка другого (магістерського) рівня вищої освіти 1 курсу факультету фізичної культури, спорту та здоров'я людини

Науковий керівник: **Наталія САМСУТІНА,**

к.пед.н., доцент (БДПУ)

ОРГАНІЗАЦІЙНО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ВИКОРИСТАННЯ РІЗНОВИДІВ ОЗДОРОВЧОЇ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ У ФІЗИЧНОМУ ВИХОВАННІ РІЗНИХ ГРУП НАСЕЛЕННЯ

Актуальність. Оскільки у сучасних умовах праці баланс рухової активності та роботи порушений, це призводить до гіподинамії серед різних вікових груп населення. Виходячи з цього, актуальність теми роботи полягає у тому, що зростає необхідність у розробці ефективних науково обґрунтованих методик для зміцнення здоров'я.

Кожен різновид оздоровчої культури (наприклад, аеробіка, йога, фітнес, скандинавська ходьба) працює як окремий елемент у процесі фізичного виховання, профілактики різноманітних захворювань та дотримання норм здорового способу життя. З метою забезпечення всіх необхідних умов для різних груп населення (дітей, дорослих, людей літнього віку) необхідно удосконалювати організаційно-методичне забезпечення з урахуванням їх індивідуальних особливостей.

Ступінь досліджуваності проблеми. Тема організаційно-методичних засад у контексті формування фізичної культури серед різних груп населення є достатнім чином розробленою у сучасній науці. Зокрема, у роботі І. Степанової [3] розглядаються організаційно-методичні засади рекреаційно-оздоровчої активності різних груп населення, розкриваються особливості організації оздоровчої та рекреаційної діяльності для дітей, молоді, дорослих і людей похилого віку. Також описано методику добору вправ, дозування навантажень, форми занять.

Методичні розробки Ф. Опанасюк [2] пов'язані з основами розвитку фізичних якостей студентів, зокрема таких, як сила, швидкість, витривалість, гнучкість, координація. У роботі продемонстровано підбір вправ та тренувальних програм для студентів, дозування навантаження з урахуванням рівня підготовки, представлено тести та контрольні вправи для визначення рівня фізичних якостей. Проблема рекреації у фізичній культурі різних груп населення була розглянута в роботі Т. Круцевич та Г. Безверхньої [1]. У цій роботі також описано різновиди рекреаційної та оздоровчої фізичної діяльності, їх вплив на здоров'я, методику організації занять.

Мета дослідження – перевірити ефективність застосування різновидів оздоровчої фізичної культури на прикладі різних груп населення.

Методи дослідження – теоретико-аналітичний метод, педагогічне спостереження та педагогічний експеримент.

Сутність дослідження. Головна ідея наукової роботи полягає у тому, що правильна організація оздоровчої фізичної культури сприяє покращенню фізичного стану, підвищенню працездатності і здоров'я людей різного віку (дітей, дорослих, пенсіонерів), зокрема якщо враховувати такі параметри, як вік, фізичну підготовленість, стан здоров'я, дозування навантаження, регулярність занять.

Розгляд оздоровчої фізичної культури як складової фізичного виховання був пов'язаний з такими питаннями, як роль оздоровчої культури в системі фізичного виховання, її значення для здоров'я різних вікових груп (діти, молодь, дорослі, люди літнього віку).

До різновидів оздоровчої фізичної культури, які є ефективними для різних груп населення, можна віднести оздоровчу ходьбу, ранкову гімнастику, йогу оздоровчого спрямування, легкі аеробні вправи, стретчинг.

Задля проведення педагогічного експерименту була розроблена спеціальна програма, яка включала вправи зазначених вище видів оздоровчої фізичної культури. Упродовж місяця 20 учасників експерименту різних вікових груп виконували вправи та фіксували результати у спеціальний щоденник. Всіх учасників педагогічного експерименту було розподілено на чотири групи по 5 осіб у кожній відповідно до вікових категорій: діти молодшого шкільного віку (8-10 років), студентська молодь (18-22 роки), дорослі (30-45 років), люди літнього віку (60-70 років).

У процесі експерименту фіксувалися показники до виконання фізичних вправ та після: для оздоровчої ходьби – частота серцевих скорочень у стані спокою (ЧСС), артеріальний тиск (сistolічний і діастолічний), тривалість та швидкість ходьби без втоми, рівень витривалості (пульсовий резерв, VO_2 max – за можливості), для ранкової гімнастики – загальний тонус та самопочуття (опитувальники, шкали відчуття втоми), показники працездатності (швидкість виконання фізичних вправ), частота дихання та серцевих скорочень до і після занять, суб'єктивна оцінка енергійності та настрою тощо.

У підсумку було зафіксовано, що оздоровча ходьба (зокрема скандинавська) призвела до зменшення частоти серцевих скорочень у стані спокою на 5-8 уд/хв, підвищення витривалості (час ходьби без втоми) на 10-15%, зниження систолічного артеріального тиску на 3-5 мм рт. ст.

Після занять з ранкової гімнастики спостерігалось збільшення працездатності за тестом на швидкість виконання рухових вправ на 8-12%.

Йога оздоровчого спрямування показала збільшення гнучкості за тестом «нахил тулуба вперед» на 5-7 см, покращення рівноваги за тестом «стояти на одній нозі» на 10-15 с, зменшення рівня стресу та психоемоційного напруження за опитуванням на 20-30%.

Використання легких аеробних вправ показало збільшення витривалості за тестом «біг на 6 хв» на 12-18%, покращення функції дихальної системи (об'єм форсованого видиху – FEV1) на 5-7%, підвищення толерантності до фізичного навантаження.

Після використання вправ стретчингу було зафіксовано збільшення амплітуди рухів у суглобах, зниження м'язової скутості у 70-80% учасників, покращення координації рухів.

Основні висновки. Виходячи з результатів експериментального дослідження, було з'ясовано, що різні види оздоровчої фізичної культури (оздоровча ходьба, ранкова гімнастика, йога оздоровчого спрямування, легкі аеробні вправи та стретчинг) впливають позитивно на фізичний і функціональний стан учасників різних вікових груп. Наприклад, легкі аеробні вправи підвищують витривалість дихальної системи, а стретчинг збільшує рухливість суглобів та знімає м'язову напругу. Отже, було зафіксовано покращення фізичної підготовленості, функціональних можливостей організму, зменшення втоми та формування стійкої мотивації до регулярних тренувань.

ЛІТЕРАТУРА

1. Круцевич Т. Ю., Безверхня Г. В. Рекреація у фізичній культурі різних груп населення. Київ : Олімпійська література, 2010. 248 с.
2. Опанасюк Ф. Г., Грибан Г. П. Основи розвитку фізичних якостей студентів : навчально-методичний посібник. Житомир : Державний агроекологічний університет, 2006. 332 с.
3. Степанова І. В., Федоренко Є. О. Організаційно-методичні засади рекреаційно-оздоровчої активності різних груп населення : навчальний посібник. Дніпро : Інновація, 2016. 194 с.

Анна ХАЦЬКО,

здобувачка другого (магістерського) рівня вищої освіти 1 курсу факультету фізичної культури, спорту та здоров'я людини
Науковий керівник: **Наталія САМСУТІНА,**
к.пед.н., доцент (БДПУ)

РОЛЬ ГІМНАСТИЧНИХ ВПРАВ У ПІДТРИМЦІ ФІЗИЧНОГО ЗДОРОВ'Я СТУДЕНТІВ

Актуальність. Сучасні студенти проводять значну частину часу сидячи – за комп'ютером, під час занять чи навчання онлайн. Це веде

до ослаблення м'язів, проблем із поставою та зниження загальної витривалості.

Гімнастика та спеціальні вправи допомагають зміцнити м'язи спини, живота та кінцівок, покращують роботу серця і легенів, а також підвищують рівень енергії. Регулярні фізичні навантаження формують правильну поставу та витривалість студентів, що робить навчальний процес більш комфортним і продуктивним.

Ступінь досліджуваності проблеми. Вплив гімнастичних вправ на фізичне здоров'я студентів досліджували С. Ковальов [1], О. Швець [3] та Л. Оніщук [2]. Вони доводять, що систематичні комплекси вправ сприяють гармонійному розвитку фізичних якостей, зміцненню опорно-рухового апарату та покращенню психоемоційного стану студентів. Дослідження показують, що поєднання вправ на розтягування, силових та динамічних вправ знижує ризик травм і сприяє більш ефективному відновленню після стресу чи інтенсивного навчання.

Мета дослідження – теоретично обґрунтувати роль гімнастичних вправ у підтримці фізичного здоров'я студентів.

Методи дослідження: аналіз наукових джерел, узагальнення літератури, спостереження, моніторинг фізичної активності студентів та опитування щодо самопочуття після виконання гімнастичних вправ.

Сутність дослідження. Заняття гімнастичними вправами включає розминку, основну частину, вправи на розтягнення й релаксацію. Систематичні заняття покращують гнучкість, координацію, силу м'язів та стимулюють роботу серцево-судинної системи.

Для студентів особливо важливо комбінувати вправи для різних груп м'язів: чергувати силові, аеробні та розтяжні елементи. Це знижує ризик травм, зміцнює спину та суглоби, підвищує витривалість і знижує відчуття втоми під час навчання. Додатково включення вправ на дихання та релаксацію допомагає студентам зменшити рівень стресу, поліпшити концентрацію та підвищити продуктивність під час занять. Дослідження свідчать, що навіть короткі комплекси тривалістю 10-15 хвилин 3-4 рази на тиждень позитивно впливають на загальний стан здоров'я.

Основні висновки. Регулярне виконання гімнастичних вправ покращує фізичне та психоемоційне здоров'я студентів. Впровадження систематичних занять формує здорові звички, розвиває силу, гнучкість та витривалість, знижує стрес і підвищує працездатність. Інтеграція гімнастики у студентське середовище – ефективний спосіб підтримки активного способу життя та здоров'я протягом усього навчального року.

З огляду на зазначене, важливим є дотримання певних практичних рекомендацій щодо організації та проведення занять гімнастикою: починати заняття з легкої розминки для розігріву м'язів, поєднувати силові, динамічні та розтяжні вправи, приділяти увагу

правильному диханню та релаксації після основного комплексу, включати гімнастику у щоденний розклад, навіть по 10-15 хвилин, вести моніторинг фізичного стану та самопочуття для корекції навантаження.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ковальов С. Теорія і методика фізичного виховання студентів. Київ : Освіта, 2020. 214 с.
2. Оніщук Л. Навчання, виховання й розвиток гармонійно розвиненої особистості в процесі занять фізичною культурою і спортом : монографія. Слов'янськ : ДВНЗ, 2023. 731 с.
3. Швець О. Вплив гімнастичних вправ на здоров'я та працездатність студентів. *Молодий вчений*. 2019. № 5. С. 45–50.

УДК 37.01(06)
ББК 74я5

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

З 41 Збірник тез наукових доповідей здобувачів вищої освіти Бердянського державного педагогічного університету на Днях науки 12 травня 2026 року. Том 3. Природничі науки. Запоріжжя : БДПУ, 2026. 159 с.

Головний редактор – Богданов Ігор Тимофійович – д.пед.н., проф., ректор Бердянського державного педагогічного університету.

Відповідальний редактор – Сичикова Яна Олександрівна – д.тех.н., проф., проректор з наукової роботи Бердянського державного педагогічного університету.

*Відповідальність за зміст та літературне редагування тез доповідей несуть **автори та їх наукові керівники.***

Адреса редакції:

71100, Запорізька область, Бердянськ, вул. Шмідта, 4.
Тимчасово переміщений за адресою (поштова адреса):
Україна, 69011, м. Запоріжжя, вул. Університетська, 55А.

Підписано до друку 08.05.2026 р. Формат 60х84 1/16. Папір офс.
Друк. офс. Умовних друкарських аркушів 17,8
Тираж 300 прим. Замовл. № 273.