

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»  
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ ТА ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

**МАТЕРІАЛИ**  
**СТУДЕНТСЬКОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ**  
**ФАКУЛЬТЕТУ МАТЕМАТИКИ ТА**  
**ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**м. Ужгород | 25 листопада 2025 року**

УДК 51+001

Матеріали студентської наукової конференції факультету математики та цифрових технологій ДВНЗ «УжНУ», 25 листопада 2025 року. Ужгород: ДВНЗ «УжНУ», 2025. 78 с.

У збірнику представлено стислий виклад доповідей і повідомлень поданих на студентську наукову конференцію факультету математики та цифрових технологій ДВНЗ «УжНУ». Матеріали наукової конференції подані в авторському варіанті. Відповідальність за представлений матеріал несуть автори та їх наукові керівники.

*Рекомендовано до друку науково-методичною комісією факультету математики та цифрових технологій ДВНЗ “Ужгородський національний університет” від 24 грудня 2025 року, протокол № 4.*

**Укладач:** Синявська О. О.

© ДВНЗ «УжНУ», 2025

© Автори публікацій, 2025

## ЗМІСТ

<b>Секція 1. СЕРЕДНЯ ОСВІТА (МАТЕМАТИКА), МАТЕМАТИКА.....</b>	<b>6</b>
<i>Андрух М.Є.</i> Математичні моделі інформаційної безпеки.....	7
<i>Бізар Н.М.</i> Диференційований підхід у навчанні при вивченні раціональних рівнянь і нерівностей у шкільному курсі математики .....	8
<i>Бойко А.І., Юрченко В.А.</i> Інтеграція штучного інтелекту в навчання математики в закладах освіти: можливості для вчителів та учнів .....	9
<i>Буташи Ю.Н.</i> STEM-проекти на уроках математики як засіб формування практичних компетентностей школярів .....	11
<i>Варга Я.В.</i> Специфіка розв'язування ірраціональних нерівностей методом інтервалів .....	13
<i>Вінтонович І.В.</i> Розв'язування задач на трикутники з використанням традиційних і цифрових методів навчання .....	14
<i>Волонтир Д.В.</i> Елементи інтегрального числення та його використання в курсі алгебри і початків аналізу .....	15
<i>Глебена О.В.</i> Методичні аспекти навчання розв'язування задач з параметрами в сучасному шкільному курсі математики .....	16
<i>Головачко В.В.</i> Формування алгоритмічного мислення учнів засобами Python .....	17
<i>Запорожець О.В.</i> Диференційоване навчання як засіб підвищення мотивації до вивчення тригонометрії у старшій школі .....	18
<i>Йовжій М.Я.</i> Інтегування багатоточкових крайових задач з незафіксованим правим краєм .....	19
<i>Кепша Г.І.</i> Вивчення властивостей функції як засіб розвитку математичного складу мислення .....	21
<i>Костик С.М.</i> Математичні методи криптографії .....	23
<i>Кунак М.Я.</i> Використання онлайн-сервісів GEOGEBRA та DESMOS у процесі викладання математики .....	24
<i>Курей О.Ю.</i> Проблеми викладання інформатики для учнів старших класів. Вступ до математично орієнтованого програмування .....	25
<i>Курин К.М.</i> Формування творчо-пошукової та пізнавальної активностей учнів .....	27
<i>Лазарик В.Е.</i> Вплив війни World War Bee II на цінову динаміку дрона Warrior II в економіці EVE Online .....	28

<i>Махненко Г.І.</i> Методика викладання тригонометрії в закладах загальної середньої освіти .....	29
<i>Мигович В.В.</i> STEM-підхід як засіб міжпредметної інтеграції на уроках математики в основній школі .....	30
<i>Нірода І.П.</i> Методика розробки практико-орієнтовних задач в курсі шкільної математики .....	32
<i>Переста В.В.</i> Дослідження розв'язків інтегральних крайових задач .....	34
<i>Пилип Д.В.</i> Розвиток математичної компетентності учнів у процесі вивчення стереометрії в шкільному курсі геометрії .....	35
<i>Плакош К.В.</i> Оптимізація цінової політики на основі математичного моделювання .....	37
<i>Процишина І.М.</i> Порівняльна характеристика використання динамічних математичних середовищ для розв'язування квадратних рівнянь з параметрами ..	38
<i>Рильський О.С.</i> Розробка цифрової освітньої платформи «Collainer Pulse» .....	40
<i>Фетько О.В.</i> Розробка мобільного додатка для самостійного вивчення математики з інтерактивними завданнями та теоретичним матеріалом .....	41
<i>Чабан Р.Б.</i> Формування математичної компетентності учнів в процесі навчання теми “Числові послідовності” в курсі алгебри .....	43
<i>Чіка М.В.</i> Математичне моделювання логістичних систем як стохастичних процесів .....	44
<i>Шклярук С.І.</i> Особливості вивчення теми “Координати і вектори” в умовах змішаного формату навчання .....	45
<b>Секція 2. СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ .....</b>	<b>47</b>
<i>Андрусик В.М.</i> Оптимізаційні підходи у моделюванні організаційно - технологічних процесів, кадрового менеджменту та ергономічних параметрів для виробничої сфери .....	48
<i>Брила П.А.</i> Системи керування засобами комп'ютерного зору .....	49
<i>Возгар А. Ю.</i> Model Context Protocol як засіб підвищення ефективності великих мовних моделей.....	50
<i>Гайхел І.І.</i> Використання агентів штучного інтелекту для автоматизації процесів консультування та попередньої перевірки домашніх завдань у закладах освіти .....	51
<i>Головачко В.В.</i> Методи збору та обробки даних за допомогою Web API .....	52

<i>Кіш В.В.</i> Синхронізація потоків .....	53
<i>Кобаль В. А.</i> Використання React Hooks для спрощення управління станом у веб-додатках .....	55
<i>Коворданій В.В.</i> Рекурсивне мислення в малих нейронних мережах .....	57
<i>Когутка М.М.</i> Математичне моделювання та оптимізація багатокрокових процесів в умовах невизначеності: застосування до системи управління ресурсами .....	58
<i>Кудак В.І.</i> Використання нейронних мереж для оптимізації А/В тестування .....	59
<i>Луць О.Ю.</i> Порівняльний аналіз архітектур YOLOv8n та SSD MobileNetV3 для детекції об'єктів на автономних дронах з обмеженими ресурсами .....	60
<i>Манзич В.В.</i> Дослідження ефективності доступу до даних у клієнт-серверних системах .....	62
<i>Мілюченко А.А.</i> Архітектура трансформер .....	63
<i>Савчин М.В.</i> Розподілені системи .....	64
<i>Староста А.В.</i> Дослідження роботи простої моделі одношарового перцептрона, реалізованої мовою C++ .....	66
<i>Трикур А.І.</i> Розробка мобільного додатка для зберігання та організації рецептів .....	68
<i>Фейса Б.І.</i> Дослідження і порівняння рейтингових систем у іграх з нульовою сумою .....	70
<i>Чіка К.Р.</i> Методи розпаралелювання обчислень у ігрових рушіях .....	71
<b>Секція 3. ПРИКЛАДНА МАТЕМАТИКА</b> .....	73
<i>Кондрук Г.Є.</i> Огляд інфраструктури Hugging Face для масштабованого розгортання моделей машинного навчання .....	74
<i>Тегза М.М.</i> Реалізація гібридної системи обліку товарів засобами Excel (VBA) ТА MySQL .....	76
<i>Мацко О.А.</i> Оптимізація роботи вебсайту .....	78

## **Секція 1. СЕРЕДНЯ ОСВІТА (МАТЕМАТИКА), МАТЕМАТИКА**

*Керівник секції:* канд. фіз.-мат. наук, доц. Синявська Ольга  
Олександрівна

# МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ

Андрух Микита Євгенович, [andrukh.mykyta@student.uzhnu.edu.ua](mailto:andrukh.mykyta@student.uzhnu.edu.ua)

*магістр 2 року навчання, спеціальність III Математика,*

Науковий керівник: *к. ф.-м. н. Бортош М. Ю.*

Сучасні системи захисту інформації базуються на криптографічних механізмах, стійкість яких визначається фундаментальними математичними припущеннями щодо складності певних обчислювальних задач. У зв'язку зі стрімким розвитком квантових обчислень виникає потреба у переосмисленні цих припущень та аналізі реальної надійності класичних криптографічних алгоритмів.

Метою дослідження є побудова узагальненої математичної моделі інформаційної безпеки та аналіз стійкості криптографічних систем в умовах появи квантових атак. У рамках дослідження використовуються формальні моделі, що включають опис структури криптосистеми, можливостей криптоаналітика, механізмів доступу та обчислювальної парадигми. Такий підхід дозволяє послідовно порівнювати класичні та квантові обчислювальні моделі й оцінювати реальний рівень безпеки.

Особливу увагу приділено аналізу математичних задач, які є основою для сучасних криптографічних схем: задачі факторизації великих чисел, задачі дискретного логарифмування та задачі дискретного логарифмування на еліптичних кривих. Класичні алгоритми розв'язання цих задач, включно з методом пробного ділення, методом Ферма, методом Полларда, квадратичним решетом та числовим решетом, мають субекспоненційну або експоненційну складність. Це забезпечує високий рівень стійкості для параметрів, що використовуються в реальних криптографічних системах.

Однак квантові обчислення суттєво змінюють ситуацію. Алгоритм Шора дозволяє ефективно розв'язувати задачі факторизації та дискретного логарифмування за поліноміальний час, що робить значну частину класичних криптографічних систем вразливою у разі появи повноцінних квантових комп'ютерів. Це стосується зокрема RSA, схеми Ель-Гамала, протоколів Діффі—Геллмана та криптографії на еліптичних кривих.

У висновках роботи окреслено перспективні напрями переходу до постквантових алгоритмів, зокрема криптографії на ґратках, кодових та хеш-орієнтованих схем. Розглянуто вимоги до їх впровадження та очікувані зміни в архітектурі інформаційних систем.

Ключові слова: інформаційна безпека, криптографія, квантові обчислення, математичні моделі, стійкість, факторизація, постквантові алгоритми.

## Література

1. Горбенко Ю. І., Ганзя Р. С. Аналіз шляхів розвитку криптографії після появи квантових комп'ютерів. *Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Комп'ютерні системи та мережі.* 2014. № 806. С. 40-48. Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/VNULPKSM\\_2014\\_806\\_9](http://nbuv.gov.ua/UJRN/VNULPKSM_2014_806_9)
2. Шуляк О. В., Кузьменко Б. В. Постквантова криптографія: виклики та перспективи розробки квантово-стійких алгоритмів для забезпечення безпеки інформаційних систем. *Вісн. Хмельниць. нац. ун-ту. Серія «Технічні науки».* 2021. Вип. 1. С. 120-128.
3. Кравець О. М., Гуменюк Ю. М. Квантова криптографія: революційний підхід. *Вісн. Вінниць. нац. техн. ун-ту.* 2019. № 4. С. 74-81.

# ДИФЕРЕНЦІЙОВАНИЙ ПІДХІД У НАВЧАННІ ПРИ ВИВЧЕННІ РАЦІОНАЛЬНИХ РІВНЯНЬ І НЕРІВНОСТЕЙ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ МАТЕМАТИКИ

Бігар Надія Михайлівна, bihar.nadiya@student.uzhnu.edu.ua

*магістр 1 року навчання, спеціальність 014.04 Середня освіта (Математика)*

Науковий керівник: *к.ф.-м.н., доц. Рейтій О. К.*

Формування вмінь розв'язувати раціональні рівняння та нерівності залишається однією з найважливіших дидактичних проблем у шкільному курсі алгебри, оскільки саме ця тема становить концептуальну основу для подальшого вивчення математики [3, с. 45]. Сучасна педагогічна дійсність доводить, що одноманітний підхід до навчання виявляється неефективним через значну різницю в рівні математичної підготовки, швидкості засвоєння знань та розвитку логічного мислення в різних категорій здобувачів освіти [1, с. 28].

Диференціація навчання раціональних рівнянь і нерівностей має ґрунтуватися на системному поділі навчальних завдань за ступенем їх складності та інтелектуальних вимог до здобувачів освіти. Для групи, що демонструє початковий рівень засвоєння, основним завданням є формування стійких навичок виконання алгоритмів. Це передбачає доведення до автоматизму відпрацювання методів розкладання на множники, приведення до спільного знаменника та застосування методу інтервалів, з обов'язковим акцентом на знаходженні області допустимих значень для попередження типових помилок [2, с. 67].

Для здобувачів освіти з достатнім та високим рівнем підготовки диференціація набуває форми поглибленого вивчення матеріалу через роботу з нестандартними завданнями. До таких належать рівняння та нерівності з параметрами, комбіновані завдання, що потребують дослідження властивостей квадратного тричлена, а також вправи, де раціональний вираз є лише складовою частиною складнішої математичної моделі [4, с. 89]. Тут пріоритетом стає розвиток аналітичного та логічного мислення, а не лише відпрацювання технічних прийомів.

Особливої уваги вимагає диференціація підходу до навчання розв'язанню раціональних нерівностей. Якщо для одних здобувачів освіти достатнім є формальне застосування алгоритму методу інтервалів, то для інших необхідним є розкриття його аналітичної сутності, що полягає у дослідженні поведінки раціональної функції на проміжках, які утворені її точками розриву та нулями [3, с. 51]. Таке розуміння створює теоретичну основу для подальшого вивчення курсу математичного аналізу.

Таким чином, диференційований підхід у навчанні розв'язанню раціональних рівнянь та нерівностей є цілісною педагогічною системою. Її реалізація забезпечує створення найсприятливіших умов для особистісного розвитку кожного здобувача освіти, сприяючи як формуванню обчислювальної культури, так і розвитку теоретичного мислення, що в сукупності підвищує ефективність засвоєння ключового розділу шкільної алгебри [1, с. 34].

## Література

1. Березяно Т. В. Диференціація навчання математики в середній школі: теорія і практика. Київ: Педагогічна думка, 2020. 215 с.
2. Коваленко О. П. Методика викладання алгебри та початків аналізу в школі. Львів: Світ, 2021. 178 с.
3. Мірошник О. І. Сучасні підходи до навчання математики в загальноосвітніх навчальних закладах. Харків: Основа, 2020. 192 с.
4. Шевченко Л. М. Розвиток логічного мислення учнів на уроках математики. Вінниця: ТОВ «ФОП Рогальська І.О.», 2022. 165 с.

# ІНТЕГРАЦІЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ В ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ: МОЖЛИВОСТІ ДЛЯ ВЧИТЕЛІВ ТА УЧНІВ

Бойко Ангеліна Іванівна, [boiko.anhelina@student.uzhnu.edu.ua](mailto:boiko.anhelina@student.uzhnu.edu.ua)

*магістр 2 року навчання, спеціальність 014.04 Середня освіта (Математика)*

Юрченко Вікторія Андріївна, [viktoriia.yurchenko@student.uzhnu.edu.ua](mailto:viktoriia.yurchenko@student.uzhnu.edu.ua)

*студентка 1 курсу, спеціальність F1 Прикладна математика*

Науковий керівник: *к.ф.-м.н., доц. Юрченко Н.В.*

Стрімкий розвиток штучного інтелекту (ШІ) докорінно змінює підходи до організації навчального процесу в усьому світі, зокрема у сфері математичної освіти. Сучасна школа потребує інструментів, що здатні підвищити ефективність навчання, індивідуалізувати освітні траєкторії та створити умови для реалізації компетентнісного підходу, закладеного у Законі України «Про освіту» [1] та концептуальних положеннях Нової української школи [4]. Штучний інтелект у цьому контексті постає як технологія, здатна суттєво розширити можливості вчителя та учня.

Інтеграція технологій ШІ у викладання математики сприяє створенню персоналізованих освітніх середовищ, де кожен учень отримує завдання з урахуванням індивідуальних потреб і темпу навчання. Адаптивні системи навчання, які ґрунтуються на алгоритмах машинного навчання, дозволяють аналізувати типові помилки, пропонувати детальні пояснення та забезпечувати індивідуальні траєкторії розвитку математичної компетентності [5;7]. Такі технології значно підвищують ефективність опрацювання навчального матеріалу та сприяють формуванню навичок самостійної роботи.

Використання ШІ відкриває нові можливості й для вчителя. Сервіси на основі ШІ здатні автоматизувати рутинні завдання: перевірку завдань, створення тренувальних вправ, аналіз результатів навчання та підбір завдань різного рівня складності. Це дозволяє педагогові зосередитися на методичній, аналітичній та мотиваційній складових своєї діяльності. Окремі інструменти здатні навіть моделювати математичні ситуації, створювати візуалізації та генерувати альтернативні пояснення, що особливо корисно в умовах компетентнісного навчання [7].

Для учнів застосування ШІ у навчанні математики означає доступ до індивідуального супроводу, інтерактивних підказок та інструментів, які сприяють кращому розумінню складних понять. Учні можуть одразу бачити результат своїх дій, отримувати рекомендації щодо покращення, використовувати симуляції та інтерактивні моделі для глибшого розуміння матеріалу. Все це сприяє підвищенню мотивації, формуванню критичного мислення та розвитку навичок самоконтролю, які є ключовими для сучасної математичної освіти [5].

Разом з тим інтеграція ШІ в освіту пов'язана з низкою викликів. Зокрема, необхідно враховувати етичні аспекти застосування таких технологій, питання приватності та збереження персональних даних учнів, можливі ризики зниження академічної доброчесності, а також потребу в розвитку цифрових компетентностей педагогів [6; 3]. Вчитель має відігравати ключову роль у регулюванні використання ШІ, забезпеченні коректності роботи алгоритмів та формуванні критичного ставлення учнів до отриманої інформації.

В Україні розвиток і впровадження ШІ розглядається як важливий стратегічний напрям цифрової трансформації освіти, що підтверджується державними документами, зокрема Концепцією розвитку штучного інтелекту [2] та Концепцією розвитку цифрових компетентностей [3]. На рівні національної освітньої політики наголошується на необхідності оновлення змісту навчальних програм, розвитку STEM-освіти та формування у всіх учасників

освітнього процесу достатньої цифрової грамотності для коректного й безпечного використання інструментів ШІ.

Отже, інтеграція штучного інтелекту в навчання математики має значний потенціал для підвищення якості освіти, оптимізації роботи вчителя, посилення індивідуалізації навчального процесу й розвитку математичної компетентності учнів. Водночас успішність таких змін залежить від готовності педагогів, дотримання етичних норм, забезпечення цифрової безпеки та підтримки з боку державних інституцій. Подальше дослідження цього питання є вкрай актуальним у контексті модернізації української освіти та переходу до цифрової епохи [6;7;8].

### Література

1. Закон України «Про освіту» від 05.09.2017 р. № 2145-VIII.
2. Концепція розвитку штучного інтелекту в Україні: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 02.12.2020 № 1556-р.
3. Про схвалення Концепції розвитку цифрових компетентностей та затвердження плану заходів щодо її реалізації: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 03.03.2021 № 167-р.
4. Нова українська школа: Концепція. Київ: МОН України, 2016.
5. OECD. *Artificial Intelligence in Education: Challenges and Opportunities*. Paris: OECD Publishing, 2021.
6. UNESCO. *Guidance on the Ethics of Artificial Intelligence*. Paris: UNESCO, 2021.
7. Holmes W., Bialik M., Fadel C. *Artificial Intelligence in Education*. Boston: Center for Curriculum Redesign, 2019.
8. Luckin R. *Machine Learning and Human Intelligence*. London: UCL Institute of Education Press, 2018.

# STEM-ПРОЕКТИ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ ПРАКТИЧНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ШКОЛЯРІВ

Буташ Юстина Нуцівна, butash.yustyna@student.uzhnu.edu.ua

*магістр 2 року навчання, 014.04 Середня освіта (Математика)*

Науковий керівник: *к. ф.-м. н. Герич М. С.*

Сучасні тенденції розвитку освіти визначають необхідність застосування інноваційних технологій, здатних забезпечити високий рівень практичної підготовки школярів. Одним з ефективних напрямів модернізації математичної освіти є STEM-підхід, який інтегрує математику з природничими науками, технологіями та інженерією [1; 3]. Така інтеграція забезпечує діяльнішу основу навчання, сприяє розвитку критичного та творчого мислення, а також дозволяє учням застосовувати математичні знання у реальних або змодельованих життєвих ситуаціях [5].

Математика у структурі STEM-проектів виконує ключову роль, адже вона забезпечує кількісний аналіз, моделювання, обчислення, перевірку гіпотез та формування висновків. Саме математичні знання дозволяють робити дослідження точними, обґрунтованими й логічно завершеними. Учні, працюючи над STEM-завданнями, використовують вимірювальні інструменти, працюють із симуляторами, будують моделі, аналізують графіки, застосовують пропорції, відношення, рівняння та інші математичні методи [4]. Це створює умови для формування важливих компетентностей, визначених Державним стандартом освіти [2].

STEM-проекти сприяють розвитку практичних компетентностей школярів, адже передбачають виконання реальних або квазіпрактичних дій. Працюючи в команді, учні визначають проблему, аналізують інформацію, обирають методи дослідження, здійснюють розрахунки та створюють кінцевий продукт — модель, конструкцію, математичну або цифрову розробку. Такий формат діяльності сприяє усвідомленню цінності математики у повсякденному житті: від аналізу пропорцій у рецептах до розробки простих інженерних конструкцій чи оцінювання фінансових рішень [3; 6].

Значущим є те, що STEM-проекти забезпечують високий рівень мотивації. Учні залучаються до навчання через практичні завдання, що мають прикладний характер. Завдяки цьому підвищується інтерес до математики, формується позитивне ставлення до дослідницької діяльності та готовність до подолання складних завдань. Педагогічні спостереження та результати формувального експерименту свідчать, що учні, які регулярно виконують STEM-проекти, демонструють вищу пізнавальну активність, кращу здатність до аналізу даних і значно більшу самостійність під час розв'язування нестандартних задач [4; 5].

Суттєвою перевагою STEM-підходу є формування міждисциплінарного мислення. Виконуючи STEM-проекти, учні інтегрують знання з інформатики (робота з цифровими інструментами), фізики (дослідження закономірностей руху, сил, густини тощо), технологій та навіть мистецтва (дизайн моделей, візуалізація результатів) [1; 5]. Така багатовимірність завдань дозволяє побачити взаємозв'язки між навчальними предметами та зрозуміти, що реальні проблеми не поділяються на «математичні» чи «природничі» — вони потребують комплексного підходу [6].

Особлива роль у впровадженні STEM-проектів належить учителю. Саме педагог організовує навчальне середовище, створює умови для дослідження, координує роботу учнів і забезпечує методичну підтримку. Для успішної реалізації STEM-напрямку вчителю необхідно володіти сучасними цифровими інструментами, уміти проектувати навчальні ситуації,

розробляти технічні завдання та використовувати чіткі критерії оцінювання. Учитель виступає фасилітатором навчального процесу, спрямовуючи учнів, але не підмінюючи їхню діяльність готовими рішеннями [3; 4]. Завдяки цьому формується самостійність, відповідальність і вміння працювати в команді.

Результати педагогічного експерименту, на основі якого підготовлена дана стаття, підтверджують, що впровадження STEM-проектів дозволяє підвищити рівень навчальних досягнень школярів. Учні, які брали участь у проектній діяльності, краще засвоїли математичні поняття, глибше зрозуміли їх практичне значення та продемонстрували вищий рівень сформованості ключових компетентностей, зокрема математичної, інформаційно-цифрової, соціальної та інженерної [2; 4; 5]. Порівняльний аналіз показав, що такі учні легше розв'язують нестандартні задачі, точніше виконують обчислення, уміють працювати з даними й аргументовано презентують власні дослідницькі результати.

Таким чином, STEM-проекти на уроках математики є ефективним засобом формування практичних компетентностей школярів. Вони сприяють розвитку успішної, конкурентоспроможної особистості, здатної до творчого мислення, самостійного прийняття рішень і застосування математичних знань у різноманітних сферах діяльності. Подальший розвиток STEM-освіти в Україні має значний потенціал і потребує методичної підтримки педагогів, розширення ресурсної бази та впровадження міждисциплінарних проектів у навчальний процес [1; 3; 6].

Приклад STEM з геометрії для 11 класу:

Учні в групах обирають циліндричний об'єкт (стакан, ваза, корпус ліхтаря чи технічна деталь), виконують необхідні розрахунки площі та об'єму, визначають оптимальні параметри для економного використання матеріалу, після чого створюють 3D-модель у Tinkercad/Fusion 360/GeoGebra 3D, додають конструктивні або декоративні елементи, відправляють на друк через принтер 3D та презентують завершений цифровий об'єкт разом із виконаними обчисленнями.

### **Література**

1. Варченко-Троценко Л. О. STEM-освіта: теоретичні основи та практичне впровадження в школі. Київ: Педагогічна думка, 2020. 180 с.
2. Державний стандарт базової середньої освіти. Постанова Кабінету Міністрів України № 898 від 30.09.2020 р.
3. Крамаренко Т. Г., Лещенко М. П. STEM-освіта: методичні рекомендації для закладів загальної середньої освіти. Дніпро: НметАУ, 2019. 132 с.
4. Морзе Н. В., Барна О. В., Вембер В. П. Модель реалізації STEM-освіти в сучасній школі. Інформаційні технології і засоби навчання, 2019. Том 71, № 3. С. 1–19.
5. Honey M., Pearson G., Schweingruber H. STEM Integration in K–12 Education. Washington, DC: National Academies Press, 2014. 180 p.
6. Sanders M. STEM, STEM Education, STEMmania. The Technology Teacher, 2009. Vol. 68(4). P. 20–26.

# СПЕЦИФІКА РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ІРРАЦІОНАЛЬНИХ НЕРІВНОСТЕЙ МЕТОДОМ ІНТЕРВАЛІВ

Варга Яна Іванівна, [varha.yana@student.uzhnu.edu.ua](mailto:varha.yana@student.uzhnu.edu.ua)

*магістр 2 року навчання, спеціальність 014.04 Середня освіта (Математика)*

Науковий керівник: *к.ф.-м.н., доц. Слюсарчук П.В.*

Метод інтервалів є фундаментальним інструментом математичного аналізу при розв'язуванні нерівностей різної природи. Його застосування ґрунтується на властивостях неперервних функцій та положеннях теореми Больцано–Коші, яка гарантує сталість знака функції на проміжках, що не містять її нулів або точок розриву. Це забезпечує системність та строгість підходу до встановлення областей виконання нерівностей.

У дослідженні проведено комплексний аналіз теоретичних засад методу інтервалів, включаючи визначення умов його коректності та обґрунтування алгоритму розв'язування. Окремо розглянуто специфіку застосування методу при роботі з ірраціональними нерівностями, для яких традиційні підходи передбачають розв'язування складних систем раціональних нерівностей. Показано, що використання методу інтервалів дозволяє значно оптимізувати процес розв'язання, скорочуючи кількість допоміжних перетворень та мінімізуючи ризик помилок, пов'язаних із громіздкими обчислювальними процедурами.

Практична частина роботи охоплює приклади розв'язування ірраціональних нерівностей і систем різних типів, що демонструє ефективність методу в освітньому процесі. Зроблено висновок, що систематичне застосування методу інтервалів сприяє формуванню аналітичної культури учнів і студентів, розвитку логічного мислення та забезпечує високий рівень наочності й обґрунтованості математичних міркувань. Це підтверджує доцільність активного використання методу в сучасній математичній освіті та теоретичних дослідженнях.

## **Література**

1. Алгебра і початки аналізу: Підруч. для 10 кл. загальноосвіт. навч. закладів: профільний рівень / Є.С. Нелін. Х.: Гімназія, 2010.
2. Дороговцев А. Я. Математичний аналіз: Підручник: У двох частинах. Частина 1. К.: Либідь, 1993. 320с.

## РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ НА ТРИКУТНИКИ З ВИКОРИСТАННЯМ ТРАДИЦІЙНИХ І ЦИФРОВИХ МЕТОДІВ НАВЧАННЯ

Вінтонович Ірина Віталіївна, [vintonovych.iryana@student.uzhnu.edu.ua](mailto:vintonovych.iryana@student.uzhnu.edu.ua)

*магістр 2 року навчання, спеціальність 014.04 Середня освіта (Математика)*

Науковий керівник: *к.ф.-м.н., доц. Синявська О.О.*

Основоположниками вчення про трикутники був Фалес, який довів, що рівнобедрений трикутник має рівні кути при основі та рівність трикутників за стороною та двома прилеглими кутами [2]. Піфагор вивчив властивості прямокутного трикутника і залишив нам знамениту теорему, яка встановлює співвідношення довжин сторін прямокутного трикутника та закономірність піфагорових чисел. В індійських книгах зазначається, що сторони прямокутного трикутника виражаються цілими числами. Герон визначив формулу для знаходження площі трикутника [2]. Евклід у своїх працях систематизував відомості про трикутник та ряд інших теорем, створивши систему знань, що є основою сучасної геометрії. Пізніше трикутники досліджував Ейлер.

Вчення про трикутники в давнину базувалося на практичних потребах для землемірства. Єгиптяни використовували трикутник зі сторонами 3:4:5 ("єгипетський трикутник") для побудови прямих кутів, а вавилоняни були знайомі з властивостями кутів рівнобедреного трикутника. Піфагорійці вважали трикутник символом божественного, а число три "ідеальним числом" [1]. У давнину тригонометрія використовувалася для вимірювання уявних трикутників на небі, допомагаючи розраховувати відстані між зірками.

Предмети, які нас оточують мають форму геометричних фігур. Вікна, двері наших будинків мають форму прямокутників. Щоб споруди були стійкими і міцними, окремим їх деталям надають форму трикутника. Чому саме трикутника? Ще предки помітили одну цікаву його властивість, яку назвали жорсткістю. Трикутник найбільш жорстка фігура з усіх геометричних фігур, забезпечує стійкість споруди. Елементи, майже кожної будівельної конструкції виготовляють так, щоб вони мали якомога більше трикутників. Їх можна побачити у мостових формах, телевежах, кронштейнах. Тому трикутник і його площа здавна займає в житті людини особливе місце. І сьогодні трикутники відіграють величезну роль. Без математичних обчислень та допомогою знань про трикутники не можна побудувати ні космічного корабля, ні електростанції, ні підводного човна, ні звичайного будинку. Знання про трикутники використовують в архітектурі (стійкість конструкцій, рівномірний розподіл навантаження), навігації (визначення місця розташування на карті за допомогою триангуляції у морській, повітряній та космічній навігації; комп'ютерній графіці (створення 3D-моделей), інженерії (будівництво мостів та споруд), військовій справі (розрахунок траєкторії), сейсмології (визначення глибини епіцентру землетрусу), метеорології та медицині.

Геометрія в шкільному курсі є важливим компонентом загальнолюдської культури. Вона допомагає зрозуміти основні закономірності природи, мистецтва, архітектури, сприяє всебічному розвитку людини. Знання геометрії сприяє розвитку інтелектуальних здібностей людини. Геометрична інтуїція дозволяє уявляти просторові відношення між об'єктами, допомагає аналізувати і розв'язувати геометричні задачі, створювати геометричні фігури, побудови та моделі. Це все дозволяє розвивати геометричний світогляд. Геометрія сприяє розвитку логічного мислення, яке базується на доказах та аргументах, а просторове мислення дозволяє уявляти та моделювати просторові об'єкти.

### **Література:**

1. Гигорчук М. Наук.-популярний журнал: Світогляд, 2018, №5(73): Від Піфагора до Архімеда. С. 40-55.
2. Демпан І. Розповіді про математику. Державне учбово-педагогічне видавництво: Радянська школа. 1957.

# ЕЛЕМЕНТИ ІНТЕГРАЛЬНОГО ЧИСЛЕННЯ ТА ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ В КУРСІ АЛГЕБРИ І ПОЧАТКІВ АНАЛІЗУ

Волонтир Данієлла Михайлівна, [volontyr.daniella@student.uzhnu.edu.ua](mailto:volontyr.daniella@student.uzhnu.edu.ua)

*магістр 2 року навчання, спеціальність 014.04 Середня освіта (Математика)*

Науковий керівник: *к.ф.-м.н., доц. Млавець Ю.Ю.*

Вивчення теми «Інтеграл та його застосування» у курсі алгебри та початків аналізу в 11 класі є логічним продовженням вивчення похідної функції та її використання [1]. Згідно з навчальною програмою з математики для учнів старшої школи, надмірне акцентування уваги на техніці інтегрування не є доцільним: головна мета полягає не стільки у формуванні механічних навичок обчислення, скільки у демонстрації широких можливостей інтегралів у моделюванні реальних процесів та розв'язуванні прикладних задач [1].

Вивчення інтегрального числення у шкільному курсі супроводжується певними труднощами, що зумовлені абстрактністю матеріалу та недостатньою сформованістю в учнів необхідних знань і умінь. Однією з найпоширеніших проблем є нерозуміння змісту поняття первісної, а також формальне ставлення до інтеграла як до суто технічної процедури. Часто учні обмежуються запам'ятовуванням таблиці первісних, не усвідомлюючи геометричного чи фізичного змісту визначеного інтеграла.

Таким чином, основні труднощі у вивченні інтегрального числення пов'язані з абстрактністю понять, складністю обчислювальних процедур та недостатнім розумінням прикладного значення. Подолання цих проблем можливе завдяки використанню різноманітних методичних прийомів: поєднанню наочності, графічних ілюстрацій, поступовому переходу від простих до складних задач, а також залученню прикладів із реального життя. Такий підхід сприяє не лише формуванню обчислювальних навичок, але й розвитку здатності до математичного моделювання та аналітичного мислення.

Важливим етапом засвоєння теми «Інтеграл та його застосування» є формування умінь застосовувати первісні та визначені інтеграли для розв'язування практично орієнтованих задач [2]. Учні повинні навчитися не лише знаходити первісні та обчислювати визначені інтеграли за стандартними правилами, а й усвідомлювати, що цей апарат є потужним інструментом для аналізу явищ у різних галузях знань. Методично правильне викладання має ґрунтуватися на поступовому ускладненні завдань: від геометричних застосувань (обчислення площі криволінійних фігур) до прикладних задач із фізики, економіки чи біології, де інтеграл виступає засобом моделювання процесів та кількісного опису явищ.

Додаткового значення набуває використання цифрових технологій та інтерактивних ресурсів, які дозволяють візуалізувати процес інтегрування, демонструвати графічний і фізичний зміст інтеграла та створювати умови для самостійної дослідницької діяльності учнів. Це робить навчання більш наочним, мотивуючим і практико-орієнтованим, а також сприяє формуванню ключових компетентностей, необхідних для подальшого навчання та професійної діяльності.

## Література

1. Навчальна програма з математики для учнів 10-11 класів (початок вивчення на поглибленому рівні з 8 класу) загальноосвітніх навчальних закладів. Профільний рівень. Міністерство освіти і науки України. URL: <https://mon.gov.ua/osvita-2/zagalna-serednya-osvita/osvitni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv> (дата звернення: 20.11.2025)
2. Сукач, Т. М., Чуйков, А. С., & Бірюкова, Т. В. (2020). Застосування визначеного інтеграла у формуванні професійних компетентностей здобувачів вищої та передвищої освіти. Вісник університету імені Альфреда Нобеля. Серія «Педагогіка і психологія». Педагогічні науки, (1 (19)), 289-297.

# МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ НАВЧАННЯ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ З ПАРАМЕТРАМИ В СУЧАСНОМУ ШКІЛЬНОМУ КУРСІ МАТЕМАТИКИ

Глебена Олександр Володимирович, [oleksandr.hlebenal@uzhnu.edu.ua](mailto:oleksandr.hlebenal@uzhnu.edu.ua)

*магістр 2 року навчання, спеціальність 014.04 Середня освіта (Математика)*

Науковий керівник: *д.ф.-м. н., проф. Сливка-Тилищак Г.І.*

За останні десятиліття шкільний курс математики зазнав суттєвих трансформацій. Задачі з параметрами, які раніше вважалися прерогативою факультативних занять та олімпіад, сьогодні інтегровані у навчальні програми академічного та профільного рівнів. Вони стали невід'ємною складовою ДПА, ЗНО та НМТ, виконуючи функцію диференціації абітурієнтів та перевірки рівня їхньої дослідницької компетентності. Водночас статистика результатів зовнішнього оцінювання свідчить про стабільно низький відсоток учнів, здатних розв'язувати такі завдання, що вказує на наявність дидактичної суперечності між високими вимогами до математичної підготовки та реальним станом навчання у масовій школі.

У ході дослідження проаналізовано зміст навчальних програм [1,2] та підручників, що дозволило виділити такі ключові проблеми:

1. **Диференціація підходів та розрив у наступності.** Виявлено суттєву різницю між модельними програмами рівня стандарту та профільного рівня. Програми рівня стандарту (наприклад, авт. О. С. Істер) пропонують епізодичний, алгоритмічний розгляд найпростіших задач, тоді як профільні програми (наприклад, авт. А. Г. Мерзляк) будують навколо параметрів системну дослідницьку лінію. Це створює бар'єр для учнів непрофільних класів при підготовці до НМТ/ЗНО.

2. **Термінологічна невизначеність на початковому етапі.** Контент-аналіз підручників з алгебри для 7 класу (НУШ) показав відсутність єдиного підходу до введення поняття параметра.

3. **Відсутність системної пропедевтики.** Інтуїтивне («приховане») розв'язання задач у 5–7 класах без усвідомлення методу розгалуження зумовлює непідготовленість старшокласників до складного аналізу функцій із параметрами.

Для підвищення ефективності навчання пропонується:

– Впроваджувати елементи задач з параметрами, починаючи з 5–7 класів, чітко окреслюючи термінологічний апарат.

– Використовувати класифікацію рівнянь з параметрами за чотирма типами: 1) розв'язання для всіх значень параметра; 2) пошук кількості розв'язків; 3) пошук значень параметра для заданої кількості розв'язків; 4) пошук параметрів за заданими умовами для множини розв'язків.

– Поєднувати аналітичні методи з геометричними інтерпретаціями (зокрема в площині  $(x; a)$ ) та використовувати програмні педагогічні засоби для візуалізації динамічних змін графіків функцій.

## Література

1. Модельна навчальна програма «Алгебра. 7–9 класи» для закладів загальної середньої освіти / авт. Істер О. С. URL: <https://surl.li/xovnoe> (дата звернення: 26.09.2025).
2. Модельна навчальна програма «Алгебра. 7–9 класи» для закладів загальної середньої освіти / авт. Мерзляк А. Г. та ін. URL: <https://surl.lu/eztozm> (дата звернення: 29.09.2025).

# ФОРМУВАННЯ АЛГОРИТМІЧНОГО МИСЛЕННЯ УЧНІВ ЗАСОБАМИ PYTHON

Головачко Василь Васильович, [holovachko.vasyl@student.uzhnu.edu.ua](mailto:holovachko.vasyl@student.uzhnu.edu.ua)

*Студент 2 курсу, спеціальність 014.04 Середня освіта (Математика)*

*Науковий керівник: к. ф.-м. н. Герич М. С.*

У роботі представлено результати теоретико-методичного обґрунтування процесу формування алгоритмічного мислення учнів у курсі інформатики засобами мови програмування Python. Алгоритмічне мислення розглядається як ключова складова інформаційно-технологічної компетентності, що забезпечує здатність школярів аналізувати задачі, моделювати процеси, будувати алгоритми та здійснювати їх програмну реалізацію.

У сучасних умовах цифровізації освіти Python виступає ефективним інструментом розвитку алгоритмічної культури завдяки простоті синтаксису, універсальності та широким можливостям візуалізації. Запропоновано методичні підходи до формування базових умінь алгоритмізації, зокрема: використання задач-посередників, поетапне ускладнення задач, застосування інтерактивних середовищ, впровадження міжпредметних зв'язків [1] (математика, фізика, технології).

У ході дослідження розроблено систему навчальних завдань, спрямованих на розвиток логічного та структурного мислення учнів, а також показано роль практичної діяльності у середовищах IDLE, Thonny, Replit та Jupyter Notebook. [2] Активізація пізнавальної діяльності учнів здійснюється через використання проблемних ситуацій, елементів дослідницького навчання та проектних завдань.

У рамках дослідження також було розроблено серію авторських навчальних завдань алгоритмічного спрямування, зокрема практичне завдання «Аналіз текстових даних засобами Python». Учням пропонується створити програму, яка приймає текстовий рядок, введений користувачем, та визначає кількість слів, символів (без пробілів), голосних і приголосних літер, а також будує частотну таблицю використаних букв. Завдання виконується з поступовим ускладненням: від базової обробки рядків із використанням циклів та умовних операторів до застосування словників і функцій. Додатково учні можуть реалізувати покращений варіант програми з обробкою великих текстів із файлів, що сприяє формуванню навичок роботи з файлами, структурами даних і модульною організацією коду. Така розробка спрямована на розвиток алгоритмічного, логічного та аналітичного мислення, а також формування вміння працювати з реальними інформаційними об'єктами.

Отримані результати підтверджують, що системне застосування Python у шкільному курсі інформатики сприяє більш ефективному формуванню алгоритмічного мислення, підвищує мотивацію до навчання програмування та забезпечує формування компонентів цифрової компетентності, передбачених Концепцією Нової української школи.

## **Література**

1. Морзе Н. В., Барна О. В. Інформатика : підруч. для 8 кл. Київ : Оріон, 2021. 256 с.
2. Python Documentation. URL: <https://docs.python.org>. (дата звернення: 20.11.2025)

# ДИФЕРЕНЦІЙОВАНЕ НАВЧАННЯ ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ МОТИВАЦІЇ ДО ВИВЧЕННЯ ТРИГОНОМЕТРІЇ У СТАРШІЙ ШКОЛІ

Запорожець Оксана Володимирівна, [zaporozhets.oksana@student.uzhnu.edu.ua](mailto:zaporozhets.oksana@student.uzhnu.edu.ua)

магістр 2 року навчання, спеціальність 014.04 Середня освіта (Математика)

Науковий керівник: к.ф.-м.н., доц. Млавець Ю.Ю.

У сучасній освіті важливо враховувати особливості кожного учня – його здібності, інтереси та потреби. Саме тому в Новій українській школі велике значення має диференційоване навчання. Воно допомагає організувати уроки так, щоб кожен учень міг навчатися у своєму темпі та на своєму рівні.

Диференціація у навчальному процесі створює умови для того, щоб кожен школяр міг засвоювати матеріал відповідно до власного рівня підготовки, темпу сприймання та особистих здібностей. Теоретичне осмислення сутності та характеристик диференційованого навчання є важливим підґрунтям для організації сучасного освітнього середовища.

Як зазначає Л. Шевчук, диференційований підхід передбачає оптимальний розвиток кожного учня, використання різнорівневих завдань, варіативність у доборі навчальної інформації та можливість її реалізації як в індивідуальній, так і в колективній діяльності [1].

У викладанні математики диференційований підхід має особливе значення, адже цей предмет ґрунтується на логіці, абстрагуванні та аналітичному мисленні [2]. Тут він виступає не лише методичним прийомом, а цілою системою педагогічної діяльності, що забезпечує варіативність у змісті, формах і методах навчання з урахуванням індивідуальних відмінностей учнів. Такий підхід сприяє підвищенню якості математичної освіти, формуванню мотивації до навчання та розвитку ключових компетентностей [2].

Особливе місце у курсі математики старшої школи займає тригонометрія, яка є складовою змістової лінії «Функції». Її вивчення спрямоване на формування знань про властивості тригонометричних функцій, розвиток умінь виконувати перетворення виразів, будувати й аналізувати графіки, а також застосовувати їх для розв'язання практичних і прикладних задач.

Методичні особливості викладання тригонометрії полягають у поетапності подання матеріалу: від геометричного змісту поняття кута до функціональної залежності. Ефективним є поєднання наочних, практичних та дослідницьких підходів, використання моделювання, комп'ютерних симуляцій і динамічних графіків. Для реалізації диференційованого навчання доцільно застосовувати інтерактивні інструменти, зокрема платформи Kahoot, LearningApps, WordWall, а також індивідуальні завдання, що дозволяють враховувати різний рівень підготовки учнів та підтримувати їхню мотивацію.

## Література

1. Шевчук Л. М. Сутність та специфіка поняття «диференціація навчання»: інформація для ознайомлення педагогів // *Проблеми сучасного підручника*. 2020. Вип. 25. С. 219–227. DOI: 10.32405/2411-1309-2020-25-219-227.
2. Сліпченко О. І., Франовський А. Ц. Диференційований підхід у навчанні математики // *Pedagogy. Modern Technologies and Science: Problems, New and Relevant Developments : матеріали XXI Міжнародної науково-практичної конференції (26–28 травня 2025 р., Сарагоса, Іспанія)*. Житомир : Житомирський державний університет імені Івана Франка, 2025. URL: <https://eprints.zu.edu.ua/43855/>.

# ІНТЕГУВАННЯ БАГАТОТОЧКОВИХ КРАЙОВИХ ЗАДАЧ З НЕЗАФІКСОВАНИМ ПРАВИМ КРАЄМ

Йовжій Михайло Ярославович, [jovzhii.mykhailo@student.uzhnu.edu.ua](mailto:jovzhii.mykhailo@student.uzhnu.edu.ua)

*магістр 2 року навчання, спеціальність 111 Математика*

Науковий керівник: *д.ф.-м.н., проф. Маринець В.В.*

Розглядається багатоточкова нелінійна крайова задача з незафіксованим правим краєм для системи звичайних диференціальних рівнянь

$$x'(t) = f(t, x(t)), \quad t \in [0, T], \quad x(t) \in D \subset \mathbb{R}^n \quad (1)$$

Крайові умови задаються співвідношенням

$$Ax(0) + \sum_{i=1}^{s-2} B_i x(t_i) + Cx(\lambda) = d, \quad (2)$$

де  $0 < t_1 < \dots < t_m < \lambda \leq T$ , матриці  $A, B_1, \dots, B_{s-2}, C$  невідроджені,  $d \in \mathbb{R}^n$  – заданий вектор,  $\lambda > 0$  є невідомим параметром, що визначає праву межу відрізка інтегрування.

Припускається, що функція  $f(t, x)$  неперервна в області  $[0, T] \times D$  і задовольняє умову Ліпшиця: існує невід’ємна матриця  $K$  з невід’ємними компонентами  $\{k_{ij}\}_{i,j=1}^n$  така, що для всіх  $t \in [0, T]$  і будь-яких  $u, v \in D$  виконується

$$|f(t, u) - f(t, v)| \leq K|u - v|. \quad (3)$$

Нехай  $r(K)$  позначає максимальне власне значення матриці  $K$ . Обмежимося класом задач, для яких

$$r(K) < \frac{10}{3T}. \quad (4)$$

Для дослідження крайової задачі (1), (2) використовується підхід, описаний у [1], [2]. Шляхом відповідної параметризації вихідна багатоточкова крайова задача (1), (2) зводиться до параметризованої двоточкової задачі з умовою

$$Ax(0) + Cx(\lambda) = \beta(z, \lambda, \eta). \quad (5)$$

де  $z, \eta \in \mathbb{R}^n$  вважаються невизначеними параметрами, що інтерпретуються як наближення до значень шуканого розв’язку в деяких вузлових точках, а вектор  $\beta(z, \eta, \lambda)$  будується на основі багатоточкової умови (2).

Параметризована задача (1), (5) досліджується за допомогою чисельно-аналітичного методу послідовних наближень. Будується рекурентна послідовність функцій

$$x_{m+1}(t, z, \lambda, \eta) := z + \int_0^t f(t, x_m(t, z, \lambda, \eta)) dt - \frac{t}{\lambda} \int_0^\lambda f(t, x_m(t, z, \lambda, \eta)) dt - \frac{t}{\lambda} C^{-1} \left[ d - \sum_{i=1}^{s-2} B_i \eta_i - (A + C)z \right], \quad (6)$$

За виконання умови Ліпшиця (3) та спектральної нерівності (4) для матриці  $K$  доводиться рівномірна збіжність послідовності (6) до єдиного розв’язку інтегрального (або інтегро-диференціального) рівняння, еквівалентного задачі (1), (5).

Отриману граничну функцію

$$x^*(t, z, \lambda, \eta) := \lim_{m \rightarrow +\infty} x_m(t, z, \lambda, \eta) \quad (7)$$

підставляють у багатоточкову умову (2), внаслідок чого для параметрів  $z, \eta, \lambda$  отримують систему визначальних рівнянь. За наявності ізолюваного розв’язку цієї системи встановлюється існування розв’язку вихідної багатоточкової задачі (1), (2), а функцію (7)

можна розглядати як наближення до цього розв'язку. Описана схема дозволяє не лише обґрунтувати існування розв'язків, але й отримати ефективний численно-аналітичний алгоритм їх побудови.

### **Література**

1. Ronto M., Samoilenko A. M. Numerical–analytic methods in the theory of boundary value problems. World Scientific, Singapore, 2001.
2. Ronto M. Successive approximation techniques in non-linear boundary value problems for ordinary differential equations // Handbook of Differential Equations: Ordinary Differential Equations. 2008. Vol. 4. P. 441–592.
3. Ronto A., Ronto M. A note on the numerical–analytic methods for non-linear two-point boundary value problems // Nonlinear Oscillations. 2001. Vol. 4, № 1. P. 112–128.

# ВИВЧЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ФУНКЦІЇ ЯК ЗАСІБ РОЗВИТКУ МАТЕМАТИЧНОГО СКЛАДУ МИСЛЕННЯ

Кепша Ганна Іванівна, kershanna@student.uzhnu.edu.ua

магістр 2 року навчання, спеціальність 014.04 Середня освіта (Математика)

Науковий керівник: к.ф.-м.н., доц. Боярищева Т.В.

**Методичні підходи до вивчення функцій у школі.** Поняття функції є центральним у шкільному курсі математики, адже воно відображає одну з найважливіших ідей — залежність між величинами. Саме через вивчення властивостей функцій формується в учнів уміння узагальнювати, аналізувати, робити висновки — тобто розвивається логічне, аналітичне та математичне мислення [1; 2].

Методика вивчення функцій у школі спирається на принципи науковості, доступності, систематичності, зв'язку теорії з практикою, а також на сучасні підходи: системно-діяльнісний, компетентнісний, дослідницький, інтерактивний та інтегрований [3].

**1. Системно-діяльнісний підхід у вивченні функцій.** Цей підхід базується на активній пізнавальній діяльності учнів. Учитель не повідомляє готові знання, а організовує пошук закономірностей, що формує вміння робити висновки на основі спостережень.

**Приклад 1.** На уроці під час вивчення лінійної функції вчитель пропонує учням таблицю значень  $x$  і  $y$ :

$x$	0	1	2	3
$y$	1	3	5	7

Учням ставляться запитання:

- Який зв'язок між  $x$  і  $y$ ?
- Як можна описати цей зв'язок формулою?
- Чи можна передбачити значення  $y$ , якщо  $x = 10$ ?

Через колективне обговорення учні роблять висновок:  $y = 2x + 1$ . Тут формується логічна операція індукції — від спостереження до узагальнення, а також аналітичне мислення, оскільки діти вчать шукати закономірності.

**2. Компетентнісний підхід.** Він передбачає формування предметних компетентностей — уміння застосовувати функції для розв'язання реальних задач.

**Приклад 2.** Тема: «Квадратична функція». Учитель пропонує задачу:

Висота м'яча, підкинутого вгору, описується рівнянням  $h(t) = -5t^2 + 20t + 1$ . Знайдіть:

1. момент часу, коли м'яч досягає максимальної висоти;
2. саму висоту;
3. коли м'яч упаде на землю.

Задача про підкинутий м'яч, висота якого описується рівнянням  $h(t) = -5t^2 + 20t + 1$ , є прикладом компетентнісного підходу до навчання математики. Вона дозволяє поєднати формальні математичні обчислення з аналізом реальної ситуації, що сприяє розвитку логі

Підсумовуючи роботу, учитель наголошує, що математична модель описує реальні фізичні процеси, а отже, знання математики допомагає розуміти закономірності навколишнього світу. Такий підхід сприяє формуванню ключових компетентностей: математичної, природничо-наукової, уміння вчитися, критичного мислення та навичок аналізу.

Таким чином, розв'язання задачі про підкинутий м'яч не лише закріплює знання про квадратичну функцію, а й розвиває в учнів уміння досліджувати, аналізувати, робити обґрунтовані висновки та застосовувати математику для пояснення реальних явищ.

**3. Інтеграція з іншими предметами.** Інтегрований підхід допомагає усвідомити прикладну цінність функцій. Інтеграція математики з фізикою є одним із найефективніших способів продемонструвати прикладну цінність функцій і розвивати логічно-аналітичне мислення учнів. Вивчаючи функціональні залежності, школярі можуть спостерігати, як математичні моделі описують реальні фізичні процеси, зокрема рух тіл. Так, під час розгляду рівноприскореного руху використовують залежність шляху від часу, що задається рівнянням  $s = v_0 t + \frac{at^2}{2}$ , де  $s$ — шлях,  $v_0$ — початкова швидкість,  $a$ — прискорення,  $t$ — час. Учитель може запропонувати учням задачу: «Тіло рухається з початковою швидкістю 5 м/с і прискоренням 2 м/с<sup>2</sup>. Знайдіть шлях, пройдений тілом за 4 секунди, і побудуйте графік залежності шляху від часу». Розв'язуючи задачу, учні підставляють дані у формулу, отримують рівняння  $s = 5t + t^2$ , обчислюють  $s(4) = 36$  і встановлюють, що графік функції є параболою, відкритою вгору.

Таке завдання має не лише практичний, а й глибокий методичний зміст. Воно допомагає учням усвідомити, що функція — це не абстрактний об'єкт, а реальний інструмент опису руху, який пов'язує між собою фізичні величини. У процесі роботи формується вміння аналізувати залежності, бачити взаємозв'язки між змінними, робити висновки про характер руху. Учні вчаться пояснювати, чому графік має саме таку форму, як змінюється швидкість і шлях із плином часу, тобто розвивають причинно-наслідкове мислення.

Крім того, у ході аналізу результатів формується уміння інтерпретувати математичні обчислення у фізичному контексті, застосовувати знання з різних предметів для пояснення одного явища. Такий підхід сприяє розвитку інтегрованого й системного мислення, здатності бачити світ у взаємозв'язках і закономірностях. Учні поступово переходять від механічного обчислення до осмисленого моделювання, набуваючи досвіду дослідницької діяльності. Таким чином, інтеграція математики з фізикою не лише поглиблює розуміння обох предметів, а й формує вміння логічно мислити, аналізувати, прогнозувати та пояснювати явища на основі математичних моделей.

### Література

1. Бевз Г. П., Бевз В. Г. *Методика навчання математики в основній школі*. К.: ВЦ «Академія», 2019.
2. Петухова Л. Є. *Методика навчання математики*. Херсон: Олді+, 2020.
3. Дичківська І. М. *Інноваційні педагогічні технології*. К.: Академвидав, 2020.

## МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ КРИПТОГРАФІЇ

Костик Станіслав Михайлович, kostyk.stanislav@student.uzhnu.edu.ua

*магістр 2 року навчання, спеціальність III Математика*

Науковий керівник: *к.ф.-м.н. Бортош М.Ю.*

Розвиток криптографії тісно пов'язаний з розвитком математичних теорій, зокрема алгебри, теорії чисел, комбінаторики, теорії ймовірностей та математичної статистики. Сучасні криптографічні системи ґрунтуються на чітких математичних методах, які забезпечують захист інформації в умовах стрімкого розвитку цифрових технологій. Розглядаємо ключові математичні методи, що становлять основу класичної та сучасної криптографії.

Основою багатьох криптографічних систем є властивості натуральних чисел та операцій у модульних структурах. Перша частина дослідження присвячено алгебраїчним структурам, на яких базуються найпоширеніші криптосистеми. Показано як ці математичні об'єкти формують фундамент для побудови стійких протоколів шифрування та обміну ключів. Розглянуто елементи теорії чисел, дискретне логарифмування, елементи теорії ймовірностей і статистики. У роботі викладено поняття та властивості  $q$ -ічної системи числення, переведення чисел з однієї системи числення в іншу [1]. Основна увага приділяється використанню теорії чисел, зокрема подільності чисел, властивостям модульної арифметики та факторизації великих чисел, які лежать в основі асиметричних алгоритмів шифрування даних. Крім того, розглянуто методи побудови псевдовипадкових функцій і перестановок, що опираються на строго визначені математичні властивості.

Друга частина дослідження торкається математичного апарату для моделювання безпеки. Акцент зроблено на ролі математичної строгості при оцінюванні криптографічних протоколів.

Перспективи даного дослідження включають вдосконалення моделей безпеки криптографічних протоколів, пошук нових математичних задач із високою обчислювальною складністю, розробку оптимізованих алгоритмів для складних структур, а також формування складних схем, що поєднують різні криптографічні припущення.

### Література

1. Ковальчук Л.В., Маслова Н.О. Математичні методи криптографії. Електронний навчальний посібник. Дрогобич: ДВНЗ «ДонНТУ», 2024. 146 с.

# ВИКОРИСТАННЯ ОНЛАЙН-СЕРВІСІВ GEOGEBRA ТА DESMOS У ПРОЦЕСІ ВИКЛАДАННЯ МАТЕМАТИКИ

Кунак Мирослава Ярославівна, [kunak.myroslava@student.uzhnu.edu.ua](mailto:kunak.myroslava@student.uzhnu.edu.ua)

*студентка 2 курсу, спеціальність 014.04 Середня освіта (Математика)*

Науковий керівник: *к.ф.-м.н. Герич М.С.*

В період цифровізації використання онлайн-сервісів у процесі викладання математики є особливо корисним, оскільки воно дозволяє учням уявляти, аналізувати та досліджувати математичні об'єкти і явища, сприяє посиленню прикладної спрямованості навчання. Системи динамічної математики, такі як Geogebra і Desmos, надають широкі можливості для візуалізації алгебраїчних та геометричних моделей, що підвищує інтерес та мотивацію учнів до навчального процесу.

Geogebra – це потужний інструмент з безліччю функцій, які постійно оновлюються та виходять за межі шкільного курсу математики. Інтерактивність та можливість візуально досліджувати математичні моделі допомагає зробити складні завдання більш зрозумілими для учнів. Найбільшою перевагою онлайн-сервісу Geogebra є те, що він підтримує різні математичні області: алгебру та геометрію. Стосовно алгебри платформа дозволяє обчислювати значення різних виразів, що автоматизує навчальний процес. Платформа надає можливість будувати графіки функцій і динамічно змінювати їх параметри за допомогою повзунка або поля на графіку, що сприяє дослідженню функцій. Крім того, GeoGebra дозволяє графічно розв'язувати системи рівнянь і нерівностей, що допомагає учням усвідомити взаємозв'язок алгебри та геометрії. Ще одним хорошим прикладом використання онлайн-сервісу є можливість ілюструвати ймовірність події, поняття границь, геометричний зміст похідної та інтеграла. У контексті геометрії Geogebra допомагає у побудові різноманітних фігур, знаходженні їх площ та об'ємів, градусних мір кутів, відстані від точки до прямої і перетворенні геометричних фігур тощо. Платформа також дозволяє створювати різні математичні моделі до прикладних задач в курсах планіметрії та стереометрії. Це сприяє розвитку просторової уяви та логічного мислення учнів.

Desmos – це онлайн-сервіс, який дозволяє створювати різні графіки функцій за введеною формулою. Головною його особливістю є простота, яка дозволить учням швидко будувати графіки функцій та досліджувати їх. Платформа підтримує графічне розв'язування рівнянь і нерівностей, побудову таблиць значень, створення анімацій і кольорових графіків, що сприяє кращому сприйняттю математичних понять. Desmos дозволяє динамічно змінювати параметри функцій за допомогою повзунків та досліджувати властивості графіків.

Використання онлайн-сервісів GeoGebra та Desmos у процесі викладання математики значно підвищує ефективність навчання. Вони не лише полегшують сприйняття складних завдань завдяки візуалізації, а й сприяють розвитку практичних навичок учнів: уміння аналізувати та робити висновки. Варто зазначити, що GeoGebra є більш універсальним інструментом, оскільки дає змогу не лише будувати графіки, а й моделювати просторові об'єкти, що особливо корисно при проведенні уроків геометрії. Desmos зручний для швидкого пояснення властивостей функцій та побудови графіків. Однак, обидві платформи можуть зробити урок динамічним, цікавим та доступним для всіх і забезпечать сучасний підхід до вивчення математики.

## Література

1. Графічний калькулятор Geogebra. URL: <https://www.geogebra.org/calculator> (дата звернення: 29.09.2025).
2. Графічний калькулятор Desmos. URL: <https://www.desmos.com/calculator?lang=uk> (дата звернення: 29.09.2025).

# ПРОБЛЕМИ ВИКЛАДАННЯ ІНФОРМАТИКИ ДЛЯ УЧНІВ СТАРШИХ КЛАСІВ. ВСТУП ДО МАТЕМАТИЧНО ОРІЄНТОВАНОГО ПРОГРАМУВАННЯ

Курей Олег Юрійович, [kurei.oleh@student.uzhnu.edu.ua](mailto:kurei.oleh@student.uzhnu.edu.ua)

*магістр 2 року навчання, спеціальність 014.04 Середня освіта (Математика)*

Науковий керівник: *д.ф.-м. н., проф. Сливка-Тилищак Г.І.*

У сучасній системі освіти інформатика є важливою дисципліною, проте її викладання нерідко обмежується теоретичними концепціями та стандартними вправами, що не забезпечує учнів достатніми практичними навичками програмування та алгоритмічного мислення. Однією з ключових проблем є недостатня інтеграція математичних знань у процес розв'язання інформатичних задач: значна частина старшокласників володіє базовими знаннями з алгебри й геометрії, проте нерідко демонструє прогалини у тих поняттях, які є критично важливими для засвоєння основ програмування. Це ускладнює роботу педагога та вимагає адаптації матеріалу до різного рівня підготовки учнів. До того ж структура чинної програми приділяє значну увагу загальним цифровим навичкам, що зменшує час на формування глибоких алгоритмічних компетентностей.

Запровадження модуля «Вступ до математично орієнтованого програмування» покликане підвищити якість навчання інформатики на профільному рівні для учнів 11 класу, оскільки забезпечує поєднання програмування з відомими учням математичними моделями та розширює їх новими елементами. Такий підхід дозволяє розв'язувати задачі у знайомому контексті, моделювати реальні ситуації та формалізувати математичні процеси через програмний код, що відповідає компетентнісному підходу до навчання, визначеному в нормативних документах МОН України [3]. Використання мови Python як основного інструмента робить процес опанування доступним завдяки його синтаксичній простоті та універсальності, що детально описано в офіційній документації мови [2].

Метою практичної частини дипломної роботи є розробка навчального модуля «Вступ до математично орієнтованого програмування» для учнів 11-го класу, який поєднує засвоєння базових конструкцій Python із застосуванням знань алгебри, геометрії, теорії чисел, математичної логіки та елементів теорії інформації. Перша частина модуля зосереджена на опануванні основ програмування: змінних, умовних операторів, циклів, функцій та алгоритмічних структур. На подальших етапах вводяться елементи математичної логіки, таблиці істинності, булеві функції, системи числення та поняття інформаційних процесів, відповідно до вимог профільного рівня, визначених навчальною програмою МОН України (Наказ № 1407 від 23.10.2017) [1]. Усі математичні концепції реалізуються у вигляді алгоритмів на Python без використання сторонніх бібліотек, що сприяє усвідомленню принципів роботи обчислень та логічних конструкцій.

Модуль спрямований на формування в учнів базових аналітичних та алгоритмічних компетентностей, необхідних для подальшого успішного навчання у закладах вищої освіти на інформатичних, математичних або інженерно-технічних спеціальностях. Орієнтація на самостійне створення алгоритмів, а не на використання готових бібліотечних інструментів, забезпечує глибоке розуміння внутрішньої логіки обчислювальних процесів і мінімізує ефект прихованого виконання. Це формує цілісне бачення механізмів розв'язання задач, розвиває критичне мислення, підвищує математичну культуру та створює міцну основу для освоєння складніших тем алгоритмізації й програмування.

## Література

1. Міністерство освіти і науки України. Наказ № 1407 «Про затвердження навчальної програми з інформатики для 11 класу (профільний рівень)» від 23.10.2017. <https://mon.gov.ua/ua/npa/nakaz-1407-pro-zatverdzhennya-navchalnoyi-programi-z-informatiki-dlya-11-klasu>
2. Python Software Foundation. Python 3 Documentation. <https://docs.python.org/3/>
3. Міністерство освіти і науки України. Нова українська школа. Концептуальні засади реформування середньої освіти. Київ, 2016. <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf>

# ФОРМУВАННЯ ТВОРЧО-ПОШУКОВОЇ ТА ПІЗНАВАЛЬНОЇ АКТИВНОСТЕЙ УЧНІВ

*Курин Костянтин Михайлович, kuryn.kostyantyn@student.uzhnu.edu.ua*

*магістр 2 року навчання, спеціальність 014.04 Середня освіта (Математика)*

Науковий керівник: *д.ф.-м. н., проф. Король І. І.*

Сучасна система освіти потребує гнучких підходів до організації навчального процесу, які б забезпечували розвиток інтелектуальних, творчих і пізнавальних здібностей учнів. У контексті компетентнісного та діяльнісного підходів особливої ваги набуває формування творчо-пошукової та пізнавальної активностей старшокласників. Саме ці якості забезпечують готовність учнів до самостійного мислення, ініціативності, дослідницької діяльності та розв'язання нестандартних задач, що є важливими не лише у навчанні математики, а й у професійній та життєвій сферах.

Метою дослідження є теоретичне обґрунтування та розроблення методичної системи формування творчо-пошукової та пізнавальної активностей старшокласників у процесі навчання математики. Для її реалізації проаналізовано психолого-педагогічну сутність понять «творчо-пошукова активність» і «пізнавальна активність», визначено педагогічні чинники розвитку активної пізнавальної позиції школярів, а також досліджено сучасні підходи до стимулювання творчого мислення.

Особливу увагу приділено психолого-педагогічним умовам розвитку активності учнів, зокрема ролі мотиваційних механізмів, когнітивного конфлікту, менторства та внутрішньої потреби у відкритті нового знання. Показано, що залучення учнів до самостійного дослідження, постановки й аналізу проблем сприяє формуванню здатності до рефлексії, критичного мислення та самоорганізації.

У межах роботи охарактеризовано форми та методи, які є найбільш ефективними у розвитку творчо-пошукових умінь: проблемне навчання, кейс-метод, робота з задачами підвищеної складності, створення ситуацій інтриги та інтелектуального конфлікту, проектна діяльність, математичні дослідження. Проведено порівняльний аналіз проблемного навчання та кейс-методу, що продемонстрував їхню спільну спрямованість на розвиток критичного мислення та самостійності, але різну глибину залучення учнів до формулювання й дослідження проблем.

Обґрунтовано роль цифрових технологій у стимулюванні пізнавальної активності: інтерактивних платформ, віртуальних симуляцій, середовищ для моделювання та математичних проектів. Інтеграція цифрових ресурсів сприяє підвищенню мотивації, створює умови для індивідуальних освітніх траєкторій та формує навички самостійного пошуку способів розв'язання задач.

Розроблені у ході дослідження методичні рекомендації були апробовані під час проведення занять з математики у старшій школі. Результати показали підвищення рівня зацікавленості учнів, зростання їхньої ініціативності, здатності ставити проблеми, пропонувати гіпотези та обґрунтовувати власні міркування. Запропонована система сприяє формуванню стійкої пізнавальної мотивації та розвитку творчого потенціалу учнів у процесі вивчення математики.

## **Література**

1. Сухомлинський В. О. *Серце віддаю дітям*. К.: Просвіта, 1977. 272 с.
2. Хуторський А. В. *Методика розвитку творчих здібностей школярів*. М.: Академія, 2005. 224 с.
3. Поляков В. І., Овчаренко Л. О. Цифрові технології в навчанні математики: можливості та виклики // *Інформаційні технології в освіті*. 2021. №4. С. 45–53.

# ВПЛИВ ВІЙНИ WORLD WAR BEE II НА ЦІНОВУ ДИНАМІКУ ДРОНА WARRIOR II В ЕКОНОМІЦІ EVE ONLINE

Лазарик Вікторія Едуардівна, [lazaryk.viktoriya@student.uzhnu.edu.ua](mailto:lazaryk.viktoriya@student.uzhnu.edu.ua)

*магістр 2 року навчання, спеціальність III Математика*

Науковий керівник: *к.ф.-м.н., доц. Тегза А. М.*

Віртуальна економіка гри EVE Online є унікальним середовищем, у якому ринкові механізми формуються активністю гравців, а внутрішньоігрові події виступають екзогенними шоками, що здатні різко змінювати співвідношення попиту та пропозиції. Однією з найбільших таких подій стала міжальянсова війна World War Bee II (WWBII, 2020-2021), яка суттєво вплинула на поведінку ринків, пов'язаних із PvP-бойовими діями. Найчутливішими до змін рівня бойової активності є товари масового споживання, зокрема бойові дрони. У цьому дослідженні розглядається динаміка цін на Warrior II – популярного легкого дрона, який широко використовується в PvP-флотах швидкого реагування.

Для аналізу застосовано тижневі часові ряди VWAP на Warrior II у періоді 2019–2022 рр. за даними основних регіональних ринків EVE Online – The Forge, Domain та Sinq Laison. Використано методи згладжування рядів, порівняння передвоєнного, воєнного та післявоєнного інтервалів, а також базову лінійну регресію для оцінки залежності ціни від обсягів продажів. Такий підхід дозволив виявити загальні закономірності впливу внутрішньоігрового конфлікту на ринкову поведінку масових бойових товарів.

Результати свідчать, що в період активної фази WWBII відбувся різкий сплеск попиту на Warrior II, що проявився у збільшенні тижневих обсягів продажів та підвищенні цін у всіх розглянутих регіонах. У The Forge, як найліквіднішому ринку, спостерігалось помітне зростання середніх цін і підвищення волатильності VWAP-показників, що відповідає логіці збільшення бойових втрат та масштабного використання дронів у фронтових операціях. Після завершення війни ціни поступово повернулися до довгострокового тренду, що підтверджує – ринкова реакція була саме наслідком воєнного шоку, а не результатом внутрішніх структурних змін.

Проведений аналіз демонструє, що великі PvP-конфлікти віртуального середовища функціонують як повноцінні макроекономічні фактори, здатні короткостроково змінювати поведінку цін і попиту. Динаміка Warrior II під час WWBII підтверджує чутливість ринку до інтенсивності бойових дій та доцільність використання математичних моделей для вивчення внутрішньоігрових економічних процесів.

У роботі було здійснено комплексний аналіз цінової динаміки у віртуальній економіці EVE Online. Досліджено залежність цін від обсягів продажів для ключових груп ресурсів, а також побудовано часові ряди тижневих показників для визначення довгострокових трендів та коливань на ринку. Проведено порівняльний аналіз цін у провідних регіонах гри. Окрему увагу приділено впливу внутрішньоігрових подій на ринкову поведінку гравців, що дало змогу оцінити реакцію ринку на масштабні PvP-конфлікти, зокрема World War Bee II.

## Література

1. Castronova E. Virtual Worlds as Economic Laboratories // Games and Culture. 2006. Т.1, №.2. С.163-186.
2. CCP Games. Monthly Economic Reports. URL: <https://www.eveonline.com/news/monthly-economic-report> (дата звернення: 20.11.2025)
3. EVE Ref. Дані внутрішньоігрової статистики Market History.. URL: <https://data.everef.net/> (дата звернення: 27.10.2025).

# МЕТОДИКА ВИКЛАДАННЯ ТРИГОНОМЕТРІЇ В ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

Махненко Габріела Іванівна, [makhnenko.habriela@student.uzhnu.edu.ua](mailto:makhnenko.habriela@student.uzhnu.edu.ua)

*магістр 2 року навчання, спеціальність 014.04 Середня освіта (Математика)*

Науковий керівник: *д.ф.-м.н., проф. Маринець В.В.*

Тригонометрія у шкільному курсі математики традиційно належить до найбільш складних для засвоєння розділів. Її вивчення починається у 8-му класі в курсі геометрії та завершується у старшій школі. Аналіз навчальних програм з математики для базової та старшої школи показує, що виділена кількість годин на вивчення тригонометрії не забезпечує належної глибини опрацювання програмового матеріалу. Впродовж навчання поняття тригонометричних функцій поступово розширюються. У 8 класі учні ознайомлюються з функціями гострого кута, у 9 класі ці функції поширюються на кути від  $0^\circ$  до  $180^\circ$ , а в 10 класі розглядаються вже довільні кути повороту. Зміст матеріалу ускладнюється не лише за рівнем абстракції, а й за характером завдань: у 8-9 класах основна увага приділяється розв'язуванню трикутників, тоді як у 10 класі переважають задачі алгебраїчного характеру. Формули з тригонометричними функціями застосовуються також у суміжних темах геометрії, зокрема при знаходженні скалярного добутку векторів, обчисленні площ многокутників та у стереометричних задачах.

Вивчення тригонометрії доцільно починати з наступних ключових елементів: визначення основних понять (учні мають чітко розрізнити та розуміти такі одиниці вимірювання кутів, як градуси та радіани); роботи з тригонометричним колом; вміння використовувати тригонометричні таблиці і формули, що є інструментарієм, без якого неможливо розв'язати більшість практичних задач[1].

Для більшості учнів тригонометрія видається надмірно складною та непрактичною. Завдання педагога полягає у використанні доступних інтерактивних методів навчання, що дозволять продемонструвати міждисциплінарні зв'язки та практичну значущість тригонометрії у різних сферах діяльності людини [2]. Проте, будь-які інноваційні дидактичні методи, якими б сучасними вони не були, мають спиратися на міцний базовий фундамент.

Послідовне вивчення основ тригонометрії є запорукою формування усвідомленого розуміння, а не механічного запам'ятовування. Щоб уникнути механічного зазубрювання формул, варто застосовувати ігрові прийоми із картками. На них записують частини формул, які учні перемішують і складають у правильні послідовності. Така діяльність перетворює монотонне заучування на інтерактивну вправу та полегшує засвоєння матеріалу. Цифрові інструменти також змінюють викладання математики, перетворюючи статичні ілюстрації на інтерактивні моделі. Завдяки цьому абстрактні тригонометричні поняття стають наочними та зрозумілими. Ефективним інструментом для узагальнення, систематизації знань з тригонометрії та формування навичок практичного застосування виступає метод проєктів.

Отже, сучасні методи навчання від простих ігрових прийомів до проєктної роботи з використанням цифрових технологій забезпечують оновлення підходів до викладання тригонометрії. Їх інтеграція дозволяє зробити складний матеріал більш доступним, наочним і мотивуючим для учнів.

## Література

1. Бевз Г. П. Методи навчання математики. *Математика в школах України: Наук.-теорет. і метод. журнал*. Харків: Основа, 2003. 96 с.
2. Слєпкань З.І. Методика навчання математики: підруч. для студентів матем. спеціальностей пед. вузів. Київ: Вища школа, 2000. 512 с.

# STEM-ПІДХІД ЯК ЗАСІБ МІЖПРЕДМЕТНОЇ ІНТЕГРАЦІЇ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ В ОСНОВНІЙ ШКОЛІ

Мигович Володимир Володимирович,

[myhovych.volodymyr@student.uzhnu.edu.ua](mailto:myhovych.volodymyr@student.uzhnu.edu.ua)

*магістр 2 року навчання, спеціальність 014.04 Середня освіта (Математика)*

Науковий керівник: *к.ф.-м.н., доц. Синявська О.О.*

Сучасна система освіти України перебуває на етапі активного реформування, що зумовлено потребами суспільства в підготовці компетентної, творчої та технологічно грамотної особистості. Освітній процес сьогодні має не лише забезпечувати передачу знань, а й формувати в учнів уміння мислити критично, знаходити і застосовувати інформацію, приймати самостійні рішення, використовувати знання у практичних життєвих ситуаціях.

Одним із найперспективніших напрямів розвитку сучасної освіти є STEM-підхід (Science, Technology, Engineering, Mathematics), що базується на інтеграції знань із природничих наук, технологій, інженерії та математики. Такий підхід створює умови для формування в учнів цілісного наукового світогляду, розвитку творчого потенціалу, дослідницьких і проєктних умінь.

Актуальність впровадження STEM-освіти зумовлена тим, що саме вона відповідає запитам сучасного світу, де інноваційні технології, інженерні рішення та наукові відкриття є рушійною силою прогресу. STEM-підхід дозволяє подолати ізольованість навчальних дисциплін, забезпечує міжпредметну інтеграцію та сприяє розвитку в учнів практично орієнтованих знань і навичок, що відповідають концепції Нової української школи [1].

Математика у структурі STEM-підходу займає особливе місце. Вона є основою для розуміння законів природи, технологічних процесів, моделювання явищ і розв'язання практичних задач. Математика виступає своєрідною «мовою» науки, інженерії та технологій, адже саме через неї учні вчаться описувати, прогнозувати та оптимізувати реальні процеси.

Розгляд математики у контексті STEM-освіти передбачає не лише засвоєння теоретичних знань, а й формування практичних компетентностей, умінь бачити зв'язок між абстрактними поняттями й конкретними життєвими ситуаціями. Таким чином, навчання математики з елементами STEM сприяє розвитку аналітичного, логічного, критичного й просторового мислення, а також формує готовність до самостійного пізнання.

У ході дослідження було здійснено аналіз чинних навчальних програм з математики для основної школи. Виявлено, що низка тем має значний потенціал для впровадження STEM-підходу. Зокрема, це теми, пов'язані з геометричними побудовами, пропорціями, відсотками, рівняннями, функціями, елементами статистики та комбінаторики. На основі аналізу розроблено методичні рекомендації та приклади інтегрованих завдань і проєктів, у яких поєднуються математичні знання з елементами фізики, інформатики, технологій і природничих наук.

Такі завдання дають змогу учням зрозуміти практичну цінність математичних знань. Наприклад, під час вивчення пропорцій учні можуть розраховувати співвідношення інгредієнтів для виготовлення матеріалів або моделей, при вивченні функцій - аналізувати реальні процеси, як-от рух тіла чи зміна температури, а під час опрацювання статистичних даних - досліджувати соціальні чи екологічні явища.

Ефективна реалізація STEM-підходу на уроках математики можлива завдяки впровадженню інтегрованого навчання, яке об'єднує різні галузі знань у спільну навчальну діяльність. Таке навчання розвиває в учнів здатність системно мислити, аналізувати інформацію з різних джерел, встановлювати причинно-наслідкові зв'язки між явищами. Учень

перестає бути пасивним спостерігачем, а стає активним учасником навчального процесу, який досліджує, моделює та створює нове [2].

Отже, STEM-підхід у навчанні математики забезпечує гармонійне поєднання теоретичних знань і практичної діяльності, сприяє інтеграції математики з іншими навчальними дисциплінами, формує в учнів компетентності, необхідні для подальшого навчання й життя у сучасному технологічному світі.

Проведене дослідження підтверджує, що STEM-підхід є ефективним засобом модернізації процесу навчання математики в основній школі. Його впровадження сприяє формуванню в учнів цілісного бачення світу, розвитку аналітичного та логічного мислення, здатності застосовувати здобуті знання в реальних життєвих ситуаціях.

Математика у системі STEM виступає базою для формування ключових компетентностей - уміння працювати з інформацією, розв'язувати проблеми, мислити критично та креативно. Таким чином, інтеграція STEM-підходу у навчальний процес є не лише актуальним, а й необхідним кроком до підвищення якості математичної освіти.

Результати дослідження можуть бути використані вчителями математики для розроблення інтегрованих уроків, методистами під час створення навчально-методичних матеріалів, а також у подальших наукових пошуках, присвячених розвитку STEM-освіти в Україні.

### **Література**

1. Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти): розпорядження від 05 серп. 2020 р. № 960-р. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/KR200960> (дата звернення: 20.11.2025).
2. Крамаренко Т. Г., Пилипенко О. С. *Математика в STEMі*. Кривий Ріг : Криворізький держ. пед. ун-т, 2023. 274 с.

# МЕТОДИКА РОЗРОБКИ ПРАКТИКО-ОРІЄНТОВНИХ ЗАДАЧ В КУРСІ ШКІЛЬНОЇ МАТЕМАТИКИ

Нірода Ірина Петрівна, [niroda.irynd@student.uzhnu.edu.ua](mailto:niroda.irynd@student.uzhnu.edu.ua)

магістр 2 року навчання, спеціальність 014.04 Середня освіта (Математика)

Науковий керівник: к.ф.-м.н. Герич М.С.

У сучасних умовах реформування освіти, що ґрунтується на засадах концепції Нової Української Школи перед педагогами встає важливе завдання формувати в учнів не лише систему знань, а й вміння застосувати їх у реальному житті та професійних ситуаціях. Одним із найефективніших способів реалізації цього підходу є використання практико орієнтованих задач у процесі вивчення математики.

Важливим етапом у роботі вчителя є не лише добір готових задач із підручників чи збірників, а й вміння самостійно створювати власні практико-орієнтовані завдання, адаптовані до потреб учнів, регіональних особливостей чи конкретних навчальних тем. У цій роботі буде представлено методику розробки таких задач відповідно до змістових ліній, що дозволить системно цілеспрямовано інтегрувати прикладний підхід до навчання математики.

Спершу доцільно розглянути загальний алгоритм складання практико-орієнтованих задач не зважаючи на змістові лінії:

- визначити для якого рівня знань має бути створена задача;
- на якому етапі вивчення теми учні зараз перебувають;
- упевнитись про життєвий досвід учнів: це залежить від віку та від інтересів учнів;
- визначити мету задачі, її місце на уроці та темі;
- обрати структуру завдання (подача матеріалу у вигляді тексту, таблиці, графіка чи комбіновано);
- визначити форму відповіді на питання (однозначна, багатоваріантна, нестандартна, числова, словесна і т. д.).

Визначивши загальний алгоритм створення практико-орієнтованих задач, який може бути використаний для будь-якого класу та змістової лінії, розглянемо рекомендації, щодо покрокових дій, які учні мають зробити, щоб без зайвих проблем розв'язати будь яку практико-орієнтовну задачу [1]:

*I етап:* побудова математичної моделі, що полягає у формулюванні задачі мовою математики на основі життєвої ситуації у деякій галузі знань. Тобто, умову задачі сформульовано природною мовою, необхідно перетворити на відповідну систему математичних залежностей, здебільшого у вигляді рівнянь, або системи рівнянь;

*II етап:* дослідження створеної моделі, тобто безпосереднє розв'язання поставленої задачі;

*III етап:* інтерпретація отриманих результатів, тобто повернення до початкової постановки задачі та пояснення розв'язку з огляду на зміст галузі, де ця задача виникла.

Розглянемо задачу, створену по цих рекомендаціях [2].

**Задача.** Фермер на задньому дворі вирішив облаштувати прямокутний простір для нового саду. Придбав 80 метрів дротяної огорожі щоб обкласти три сторони, а четверта буде прилягати до паркану самого двору (Рис.1).

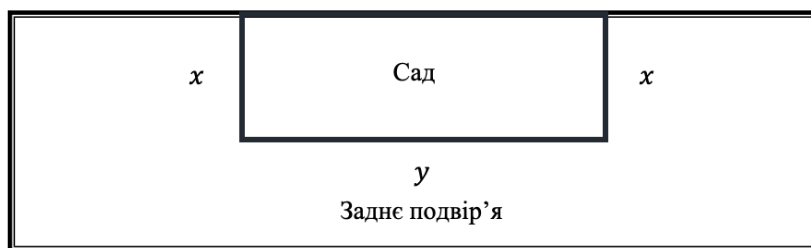


Рис. 1

Знайти:

1. Формулу для обчислення площі саду, огороженого парканом, якщо сторони огорожі перпендикулярні існуючому паркану і мають довжину  $x$ .
2. Якими габаритами він повинен зробити свій сад, щоб загородити максимум території?

Метою цього завдання є узагальнення знань про функцію, про геометричні співвідношення, та як подати площу  $y$  в вигляді функціональної залежності. Учні повинні скласти математичну модель цієї задачі, зобразити рисунок до неї та відповісти за цим рисунком на запитання. Також розв'язати це завдання неможливо, не знаючи основних властивостей квадратичної функції, тому вчитель мусить обов'язково звертати увагу на те, чи добре учні засвоїли це на початку вивчення теми, бо якщо ні, то відповідно, не зможуть зробити це завдання. Відповідно, можна змінити умову, подавши на початку готовий графік, щоб учні могли наочно побачити зміну площі в залежності від довжини паркану, але мета задачі буде змінена з узагальнюючої, на засвоєння знань.

### Література

1. Оксюта М. В., Фонарюк О. В. Реалізація міжпредметних зв'язків на уроках математики в основній школі засобами прикладних задач. In: XVIII Міжнародна науково-практична конференція «Science and society: tools of modern innovative development», 06-09 травня 2025 р., Більбао, Іспанія. С. 235–239.
2. Наступність у навчанні математики в умовах реформи загальної середньої освіти: реалії та перспективи: збірник наукових праць за матеріалами Всеукраїнської науково-практичної конференції, 26 – 28 грудня 2022 р. /Міністерство освіти і науки України, ДЗ «ПНПУ імені К.Д. Ушинського» [та ін.]. Х.: Вид-во «Ранок», 2022. 107 с., 41-44 с.

# ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗВ'ЯЗКІВ ІНТЕГРАЛЬНИХ КРАЙОВИХ ЗАДАЧ

Переста Василь Васильович, [peresta.vasyl@student.uzhnu.edu.ua](mailto:peresta.vasyl@student.uzhnu.edu.ua)

магістр 2 року навчання, спеціальність 111 Математика

Науковий керівник: к.ф.-м.н., доц. Рейтій О.К.

Розглядається нелінійна крайова задача:

$$\frac{dx(t)}{dt} = f(t, x(t)), t \in [a, b], \quad (1)$$

$$\int_a^b g(t, x(t), x'(t)) dt = d, \quad (2)$$

де  $f: [a, b] \times D \rightarrow R^n$  і  $g: [a, b] \times D \times D' \rightarrow R^n$  задані неперервні функції у деякій обмеженій області  $D \subset R^n$ ,  $D' \subset R^n$  і  $d \in R^n$  – заданий вектор.

Для дослідження крайової задачі (1), (2) використовується підхід описаний в [1], [2].

Шляхом відповідної параметризації вихідна крайова задача (1), (2) зводиться до наступних більш простих модельних задач з лінійними параметризованими двоточковими крайовими умовами, де  $z, \lambda, \eta$  вважаються невизначеними параметрами:

$$\frac{dx(t)}{dt} = f(t, x(t)), \quad t \in \left[ a, \frac{a+b}{2} \right], \quad (3)$$

$$x(a) = z, \quad x\left(\frac{a+b}{2}\right) = \lambda, \quad (4)$$

та

$$\frac{dy(t)}{dt} = f(t, y(t)), \quad t \in \left[ \frac{a+b}{2}, b \right], \quad (5)$$

$$y\left(\frac{a+b}{2}\right) = \lambda, \quad y(b) = \eta. \quad (6)$$

Для модельних параметризованих задач побудована конструктивна чисельно-аналітична схема, яка основана на послідовних наближеннях з покращеними характеристиками рівномірної збіжності.

## Література

1. Ronto A., Ronto M., Varga I. A new approach to non-local boundary value problems for ordinary differential systems. *Applied Mathematics and Computation*. 2015. Vol. 250. P. 689-700. DOI: 10.1016/j.amc.2014.11.021
2. Ronto M., Varha Y. Integral boundary value problems and division into subintervals. *Scientific Bulletin of Uzhhorod University: Series mathematics and informatics*. 2015. Vol. 27, No. 2. P. 144–153.

# РОЗВИТОК МАТЕМАТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ У ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ СТЕРЕОМЕТРІЇ В ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ГЕОМЕТРІЇ

Пилип Даніела Віталіївна, [pylyp.daniela@student.uzhnu.edu.ua](mailto:pylyp.daniela@student.uzhnu.edu.ua)

*магістр 2 року навчання, спеціальність 014.04 Середня освіта (Математика)*

Науковий керівник: *к.ф.-м.н., доц. Юрченко Н.В.*

Сучасна математична освіта орієнтована на формування в учнів ключових компетентностей, серед яких провідне місце посідає математична компетентність. Саме вона забезпечує здатність школяра логічно мислити, аналізувати інформацію, будувати математичні моделі та застосовувати знання у реальних ситуаціях. Вивчення стереометрії в старшій школі відіграє особливу роль у розвитку цих умінь, адже пов'язане з формуванням просторового мислення, яке є фундаментом інженерного, технічного та наукового підходів до пізнання світу.

Аналіз чинних навчальних програм засвідчує, що стереометрія є одним із найбільш змістовно насичених та складних розділів шкільного курсу геометрії. Вона потребує від учнів уміння працювати з просторовими моделями, встановлювати взаємозв'язки між геометричними об'єктами, виконувати побудови, аналізувати перерізи, обчислювати кути, відстані, площі та об'єми. Водночас цей розділ має високий компетентнісний потенціал, оскільки дає можливість інтегрувати теоретичні знання з практичними застосуваннями [1].

З психолого-педагогічного погляду, учні 10 - 11 класів володіють достатнім рівнем абстрактно-логічного мислення, що дозволяє ефективно опановувати просторові уявлення. Проте для успішного засвоєння матеріалу необхідне цілеспрямоване використання наочності, моделювання та активної діяльності. Досвід показує, що візуалізація (креслення, 3D-моделі, динамічні геометричні середовища) значно полегшує перехід від плоских фігур до об'ємних об'єктів та сприяє формуванню внутрішніх просторових образів.

Розвиток математичної компетентності [1-2] під час вивчення стереометрії забезпечується поєднанням кількох методичних підходів:

1. Системність і логічна послідовність навчання. Від демонстрації моделей – до побудови креслень, від спостережень – до узагальнень, від теорії – до практичних задач. Такий підхід забезпечує глибоке й усвідомлене засвоєння понять простору.

2. Діяльнісний характер навчального процесу. Розв'язування проблемних задач, дослідження властивостей фігур, створення власних моделей і міркувань формують аналітичне та критичне мислення.

3. Використання ІКТ та цифрових платформ. Інструменти на кшталт GeoGebra 3D, LearningApps, інтерактивні презентації й тренажери не лише покращують візуалізацію, а й підвищують мотивацію, сприяють самостійності та розвитку цифрової грамотності.

4. Практична спрямованість. Зв'язок стереометрії з архітектурою, інженерією, дизайном, технологіями та побутовими ситуаціями допомагає учням усвідомити значущість математичних знань.

5. Диференціація та індивідуалізація. Варіативність рівнів задач, можливість вибору способу розв'язання, робота в групах і парах забезпечують комфортне навчальне середовище та стимулюють пізнавальну активність.

Запропонована в дослідженні методика передбачає створення умов, що активізують пізнавальну діяльність учнів, розвивають просторову уяву, логічне мислення, вміння моделювати та аналізувати просторові об'єкти. Вона включає використання моделей, поетапне формування навичок побудови креслень, залучення учнів до дослідницьких видів роботи, поєднання теоретичного матеріалу з практичними задачами та інтеграцію цифрових технологій [3].

Практична значущість роботи полягає в тому, що розроблені рекомендації, дидактичні умови та система задач можуть бути використані вчителями математики у навчальному процесі, на практичних заняттях, індивідуальних консультаціях, у проєктній діяльності та підготовці до НМТ. Реалізація запропонованих підходів сприятиме не лише ефективному засвоєнню стереометричного матеріалу, а й формуванню в учнів ключових умінь ХХІ століття: критичного мислення, здатності до аналізу, самостійності, уміння працювати з інформацією й приймати аргументовані рішення.

### **Література**

1. Борисенко К. О. Ціннісні орієнтири сучасного школяра. Львів: Промінь, 2013. 128 с.
2. Методика навчання математики [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://ukped.com/matematyka/124-.html>
3. Слободяник Н. Спілкування як основа психолого-педагогічної взаємодії суб'єктів навчального процесу. Психологічний журнал. № 4 (4), 2018. С. 206–216.

# ОПТИМІЗАЦІЯ ЦІНОВОЇ ПОЛІТИКИ НА ОСНОВІ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Плакош Каріна Василівна, [plakosh.karina@student.uzhnu.edu.ua](mailto:plakosh.karina@student.uzhnu.edu.ua)

*магістр 2 року навчання, спеціальність 111 Математика*

Науковий керівник: *к. ф.-м. н., доц. Тегза А.М.*

У роботі представлено результати комплексного теоретико-методичного дослідження процесу формування та оптимізації цінової політики підприємства на основі економіко-математичного моделювання. Цінова політика розглядається як один із визначальних інструментів стратегічного управління, що впливає на рівень прибутковості, фінансову стійкість та конкурентоспроможність суб'єкта господарювання в умовах динамічного ринкового середовища. Особлива увага приділяється формуванню науково обґрунтованого механізму прийняття цінових рішень з урахуванням ринкових, витратних та поведінкових факторів.

У межах дослідження здійснено аналіз економічної сутності ціни, функцій ціни у ринковій економіці та методів ціноутворення, що застосовуються в сучасній практиці. Проведено систематизацію підходів до математичного моделювання цінових процесів, зокрема аналітичних, оптимізаційних, економіко-статистичних та імітаційних моделей.[1] Обґрунтовано доцільність використання багатокритеріального підходу до формування цін, який дає змогу одночасно враховувати інтереси підприємства (максимізація прибутку) та ринкові чинники (збереження або збільшення обсягу продажів).

Розроблено економіко-математичну модель оптимізації цінової політики на основі функцій попиту з урахуванням собівартості продукції, обмежень ринку та конкурентних чинників. У роботі використано параметричні моделі попиту – лінійну та степеневу (лог-лог модель) [2], що дозволяють оцінити цінову еластичність попиту й визначити оптимальні рівні цін із позицій максимізації прибутку. Крім того, у модель інтегровано елементи RFM-сегментації, які враховують неоднорідність споживчої поведінки різних груп клієнтів та їх чутливість до змін цін.

Практична апробація запропонованого підходу здійснена на прикладі підприємства WS, що спеціалізується на виробництві та реалізації подарункової продукції. На основі аналізу структури собівартості, попиту, рівнів поточних цін та конкурентного середовища виконано розрахунки оптимальних цін для окремих товарних позицій. Отримані результати дозволили виявити випадки недооцінки та переоцінки окремих товарів, визначити потенційний резерв зростання прибутку, а також обґрунтувати рекомендації щодо коригування цінової стратегії підприємства.

Результати дослідження підтверджують, що використання економіко-математичних методів у процесі ціноутворення сприяє підвищенню об'єктивності управлінських рішень, зменшенню ризиків помилкового ціноутворення та підвищенню загальної ефективності господарської діяльності. Практична значущість роботи полягає у можливості застосування запропонованої моделі на підприємствах малого та середнього бізнесу для оптимізації цінової політики в умовах конкурентного та нестабільного ринкового середовища.

## Література

1. Котлер Ф. Маркетинг менеджмент. Київ: КНЕУ, 2018. 832 с.
2. Самуельсон П. Економіка / П. Самуельсон, В. Нордгауз ; пер. з англ. Київ : Основи, 2019. 720 с.

# ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВИКОРИСТАННЯ ДИНАМІЧНИХ МАТЕМАТИЧНИХ СЕРЕДОВИЩ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ КВАДРАТНИХ РІВНЯНЬ З ПАРАМЕТРАМИ

Процишина Іванна Миколаївна, [protsyshyna.ivanna@student.uzhnu.edu.ua](mailto:protsyshyna.ivanna@student.uzhnu.edu.ua)

*студентка 2 курсу, спеціальність 014.04 Середня освіта (Математика)*

Науковий керівник: *ст. викл. Семчишин Г. Я.*

В останнє десятиліття інформаційно-комунікаційні технології активно впроваджують в сучасну математичну освіту, одним з ключових аспектів якої є розвиток комп'ютерних та інформаційних навичок серед осіб, залучених не тільки до процесу викладання, а також і до процесу навчання. Використання саме різноманітних динамічних математичних середовищ є одним із ключових напрямків упровадження ІКТ в математичну освіту.

Як показують дослідження, під час розв'язування квадратних рівнянь з параметрами в учнів доволі часто виникають труднощі, оскільки цей процес потребує уміння контролювати, коли перетворення можна виконувати однозначно, аналізувати області допустимих значень та розглядати розв'язання для окремих випадків [1]. Щоб краще відстежувати хід розв'язування таких рівнянь доцільно використовувати динамічні математичні середовища, які успішно поєднують в собі аналітичне розв'язування рівнянь з їх графічною інтерпретацією, що часто дозволяє учням уникнути типових помилок.

Динамічне математичне середовище – це програмний простір, який дає змогу легко здійснювати візуалізацію графіків функцій на різних координатних площинах та створювати математичні моделі, які сприяють розвитку логічного мислення учнів шляхом спостереження. На мою думку, для ілюстрації розв'язування квадратних рівнянь з параметрами в шкільному курсі алгебри доцільно використовувати такі динамічні середовища як GeoGebra та Desmos.

GeoGebra – це універсальний помічник для візуалізації математики. Використовуючи цей інструмент учні можуть легко будувати графіки функцій, створювати геометричні симуляції, аналізувати статистику тощо [2]. При розв'язуванні саме квадратних рівнянь з параметрами це середовище надає змогу будувати графіки аналітично заданих функцій з параметром. Крім цього, можна здійснювати трасування графіка, що наочно показує як змінюється цей графік при зміні значення параметра.

Desmos – це сервіс, який дозволяє легко здійснити візуалізацію будь-якої математичної функції або будувати графік функції за сукупністю даних [3]. Простий інтерфейс калькулятора є інтуїтивно зрозумілим, що дозволить користувачам швидко розпочати роботу. Після введення рівняння з параметрами Desmos автоматично будує графік без додаткових дій.

Отже, GeoGebra та Desmos є потужними динамічними математичними середовищами, які дозволяють легко розв'язувати квадратні рівняння з параметрами. Вони ефективно будують графіки відповідних функцій з параметром, а для зміни значень параметра використовують повзунки. GeoGebra забезпечує користувача розширеними можливостями для детального аналізу квадратних рівнянь. Desmos відрізняється досить простим інтерфейсом, що надає можливість оптимально демонструвати графічний вигляд рівняння. Таким чином, вибір одного з цих двох середовищ залежить насамперед від мети використання: для детального аналізу використовують GeoGebra, а для швидкого дослідження – Desmos.

## Література

1. Нелін Є. П. Алгебра і початки аналізу (профільний рівень) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти. Харків: Вид-во «Ранок», 2018. 272 с.
2. Левіна С. А. *Сучасні цифрові інструменти для навчання математики: робимо абстракцію доступною*. Освітній портал «На Урок». 2025. <https://naurok.com.ua/suchasni-cifrovi-instrumenti-dlya-navchannya-matematiki-robimo->

[abstrakciyu-dostupnoyu-469044.html?utm\\_source=chatgpt.com](https://naurok.com.ua/abstrakciyu-dostupnoyu-469044.html?utm_source=chatgpt.com) (дата звернення: 14.11.2025)

3. Шарипіна І. Ю. Використання графічного калькулятора «DESMOS» на уроках математики, як один із засобів візуалізації навчального процесу. Освітній портал «На Урок». 2024. URL: [https://naurok.com.ua/vikoristannya-grafichnogo-kalkulyatora-desmos-na-urokah-matematiki-yak-odin-iz-zasobiv-vizualizaci-navchalnogo-procesu-410140.html?utm\\_source=chatgpt.com](https://naurok.com.ua/vikoristannya-grafichnogo-kalkulyatora-desmos-na-urokah-matematiki-yak-odin-iz-zasobiv-vizualizaci-navchalnogo-procesu-410140.html?utm_source=chatgpt.com) (дата звернення: 14.11.2025)

# РОЗРОБКА ЦИФРОВОЇ ОСВІТНЬОЇ ПЛАТФОРМИ

## «COLLAINER PULSE»

Рильський Олександр Сергійович, [oleksandr.rylskyy@student.uzhnu.edu.ua](mailto:oleksandr.rylskyy@student.uzhnu.edu.ua)

*студент 1 курсу, спеціальність Середня освіта (Математика)*

Науковий керівник: *к.т.н., доц. Кондрук Н.Е.*

Цифровізація освіти стимулює розвиток онлайн-платформ, що дозволяють забезпечувати навчальний процес у віддаленому форматі та інтегрувати адміністративні функції. Огляд існуючих рішень показав, що Google Classroom, Moodle, Microsoft Teams та Edmodo мають суттєві обмеження: недостатню сумісність з іншими системами, обмежені аналітичні інструменти та відсутність комплексного підходу до інтеграції батьків у навчальний процес.

Метою даної роботи є проектування та реалізація освітньої платформи «Collainer Pulse», яка забезпечує гнучкий і модульний підхід, поєднує адміністративні та педагогічні інструменти та відповідає сучасним вимогам до інформаційної безпеки. Методологія роботи включає порівняльний аналіз існуючих платформ, проектування архітектури системи, розробку модулів обліку даних та аналітики, а також тестування користувацького інтерфейсу.

Унікальні розроблені функціональні компоненти платформи наведено нижче.

### 1. Можливості імпорту та експорту даних.

Для забезпечення інтеграції з існуючими освітніми інформаційними системами в Collainer Pulse реалізовано двосторонній імпорт та експорт CSV-файлів. Система автоматично перевіряє структуру даних, запобігаючи помилкам під час імпорту, та дозволяє пакетне створення облікових записів учнів і викладачів. Реалізація цього функціоналу забезпечує сумісність з будь-якими шкільними та університетськими інформаційними системами, значно знижує адміністративне навантаження та скорочує час підготовки даних для навчального процесу [1].

### 2. Інформаційна безпека.

Захист персональних даних є пріоритетом у розробці цифрових освітніх платформ. Collainer Pulse використовує багаторівневу систему безпеки, що включає шифрування даних на стороні сервера і клієнта, захист токенів доступу та розмежування ролей користувачів. Ізольована серверна архітектура дозволяє обмежити доступ до критично важливих даних [2]. Крім того, реалізовано механізми резервного копіювання та контролю версій, що гарантує збереження даних навіть у випадку технічних збоїв [3].

### 3. Кабінет батьків та супровід учня.

Однією з унікальних особливостей Collainer Pulse є інтегрований батьківський кабінет. Він дозволяє відстежувати навчальні результати учнів, переглядати оцінки, виконання завдань, графік навчання та отримувати сповіщення про важливі події [4]. Реалізація цього функціоналу підвищує прозорість освітнього процесу, сприяє активному залученню батьків до контролю за успішністю учнів та створює ефективний канал комунікації між сім'єю та навчальним закладом [5].

### 4. Аналітика та статистика.

Collainer Pulse включає модуль аналітики, що дозволяє оцінювати прогрес учнів за різними критеріями, аналізувати динаміку оцінок, порівнювати результати курсів і предметів, а також визначати середній бал та загальний прогрес [6]. Система дозволяє відстежувати активність учнів та навантаження викладачів, що сприяє оптимізації навчального процесу [7].

### 5. Інтерфейс та архітектура.

Особлива увага приділялася користувацькому інтерфейсу та архітектурі системи. Collainer Pulse має адаптивний інтерфейс, логічну навігацію та стандартизовані модулі для курсів, завдань і тестів [8]. Система підтримує кастомізацію під потреби конкретного навчального закладу. Використання сучасного технологічного стеку забезпечує високу швидкість обробки даних, стабільність під навантаженням та можливість масштабування системи відповідно до потреб користувачів [9].

Отже, платформа Collainer Pulse демонструє можливість комплексного вирішення проблем сучасних цифрових освітніх систем. Підтримка імпорту/експорту даних, багаторівневе шифрування, батьківський кабінет, аналітика та інтуїтивний інтерфейс формують універсальний інструмент для організації ефективного навчального середовища. Модульна архітектура дозволяє інтегрувати платформу для використання в різноманітних освітніх форматах – від інституційної освіти до індивідуальних занять з репетиторами.

### **Література**

1. Романченко І. В. Цифрові освітні екосистеми: проектування та впровадження: монографія. Київ: Освіта XXI, 2021. 284 с.
2. Кравець О. М., Дяченко Т. В. Інформаційна безпека в системах електронного навчання: сучасні підходи та загрози. Інформаційні технології і засоби навчання. 2020. Т. 77, № 3. С. 45–58.
3. Мельник А. П., Гончарук С. В. Універсальні навчальні платформи нового покоління: інтеоперабельність та масштабованість. Сучасні інформаційні технології в освіті : матеріали міжнар. наук.-практ. конф., м. Львів, 12–13 трав. 2022 р. Львів : ЛНУ ім. І. Франка, 2022. С. 112–115.
4. Шевченко В. І. Цифрові платформи для дистанційного навчання: концепції та практики. Київ: Либідь, 2020. 198 с.
5. Петренко Л. М., Іваненко Т. В. Батьківський контроль у цифрових освітніх системах. Педагогіка і психологія освіти. 2021. № 2. С. 23–35.
6. Бондаренко О. П. Аналітика навчального процесу в електронних платформах. Освітні технології та інновації. 2022. Т. 15, № 4. С. 56–68.
7. Козак С. В. Методи візуалізації даних у цифровій освіті. Науковий вісник НПУ. 2021. № 7. С. 77–88.
8. Литвиненко Н. А. Інтерфейс користувача в освітніх платформах: принципи дизайну. Журнал інформаційних технологій в освіті. 2020. № 3. С. 14–26.
9. Савченко В. І., Ткаченко О. Ю. Архітектура та масштабованість сучасних навчальних систем. Комп'ютерні науки та освіта. 2022. № 6. С. 99–110.

# РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО ДОДАТКА ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ВИВЧЕННЯ МАТЕМАТИКИ З ІНТЕРАКТИВНИМИ ЗАВДАННЯМИ ТА ТЕОРЕТИЧНИМ МАТЕРІАЛОМ

Фетько Олена Василіна, [fetko.olena@student.uzhnu.edu.ua](mailto:fetko.olena@student.uzhnu.edu.ua)

магістр 2 року навчання, спеціальність 014.04 Середня освіта (Математика)

Науковий керівник: *д.ф.-м.н., проф. Сливка-Тилищак Г.І.*

Нині мобільні технології відіграють ключову роль у процесі навчання, забезпечуючи доступність матеріалу та можливість індивідуалізації освітньої траєкторії. Учні все частіше звертаються до мобільних додатків як до джерела знань, адже вони дозволяють працювати у зручному темпі, повторювати матеріал необмежену кількість разів і закріплювати знання через інтерактивні елементи. Саме тому розробка мобільного додатка для самостійного вивчення математики є актуальною та педагогічно доцільною.

У дослідженні розглянуто процес створення мобільного додатка, що містить теоретичний матеріал, структурований відповідно до програмових тем, а також інтерактивні завдання різних рівнів складності. Особлива увага приділялася розробці інтерфейсу, який би сприяв зручності користування, та впровадженню елементів гейміфікації, що підвищують мотивацію учнів до навчання.

Методика дослідження включала аналіз сучасних ІТ-засобів, вивчення вимог до електронних освітніх ресурсів і тестування розроблених матеріалів на групі учнів. Було визначено, що поєднання коротких теоретичних довідок, візуалізацій, тренувальних вправ і миттєвого зворотного зв'язку сприяє кращому засвоєнню математичних понять.

Результати показали, що використання мобільного додатка підвищує самостійність учнів, розвиває навички самоорганізації та сприяє формуванню стійкого інтересу до математики. Учні відзначили зручність формату, доступність навчального контенту та можливість проходження інтерактивних завдань у будь-який час. Отже, мобільний додаток є ефективним інструментом підтримки та доповнення традиційного навчального процесу.

## Література

1. Горбатюк Р. М., Тулашвілі Ю. Й. Мобільне навчання як нова технологія вищої освіти. *Науковий вісник Ужгородського університету : Серія: Педагогіка. Соціальна робота.* 2013. Вип. 27. С. 31–34.
2. Терещук С. І. Технологія мобільного навчання: проблеми та шляхи вирішення. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки.* 2016. Вип. 138. С. 178–180.
3. Прусенко Ю.С. Мобільне навчання як нова технологія навчання. Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини. Кафедра інформатики і інформаційно-комунікаційних технологій. URL: [https://informatika.udpu.edu.ua/?page\\_id=3482](https://informatika.udpu.edu.ua/?page_id=3482)

# ФОРМУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ В ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ТЕМИ «ЧИСЛОВІ ПОСЛІДОВНОСТІ» В КУРСІ АЛГЕБРИ

Чабан Роман Богданович, [chaban.roman@student.uzhnu.edu.ua](mailto:chaban.roman@student.uzhnu.edu.ua)

*магістр 2 року навчання, спеціальність 014.04 Середня освіта (Математика)*

Науковий керівник: *к.ф.-м.н., доц. Млавець Ю.Ю.*

Компетентнісний підхід сьогодні розглядається як одна з провідних характеристик сучасної освітньої парадигми, що поступово витісняє традиційну знаннєву модель навчання. У працях М. Гречина підкреслюється, що саме компетентнісний підхід допомагає учням орієнтуватися в інформаційному середовищі та готує їх до майбутньої професійної діяльності [1]. Він змінює як роль учителя, так і роль учня. Учитель перестає бути лише джерелом знань, натомість виступає організатором освітнього процесу, наставником і консультантом. Учень, при цьому, переходить від пасивного сприймання матеріалу до активної діяльності: досліджує, аналізує, обговорює, робить висновки та бере відповідальність за власний результат.

У межах компетентнісного підходу перетворюється й система оцінювання. Раніше оцінка відображала рівень запам'ятовування матеріалу, а тепер має показати, що саме учень уміє робити на основі знань. Таким чином, завдання освіти полягає не лише у передачі інформації, а й у формуванні здатності застосовувати її у навчальних і життєвих ситуаціях.

У навчанні математики компетентнісний підхід означає перехід від механічного засвоєння формул і алгоритмів до розвитку умінь використовувати математичні знання для опису, аналізу та розв'язування реальних проблем. У концепції Нової української школи наголошується, що математична компетентність є однією з ключових, адже вона забезпечує «здатність застосовувати математичні методи для пізнання світу і розв'язання життєвих та навчальних проблем» [2]. Це передбачає, що оволодіння математикою має ґрунтуватися не лише на формуванні обчислювальних навичок, а й на розвитку логічного мислення, аргументації та здатності до самостійного прийняття рішень.

Тема «Числові послідовності» у шкільному курсі математики має значний потенціал для реалізації компетентнісного підходу. Її зміст органічно поєднує аналітичні вміння, логічне мислення, елементи дослідницької діяльності та практичні застосування. Робота з послідовностями дозволяє учням не лише опанувати теоретичні знання, а й бачити їхнє використання у прикладних задачах, що підсилює мотивацію та сприяє формуванню цілісного математичного світогляду.

Важливу роль у цьому процесі відіграють інтерактивні та цифрові інструменти, які роблять навчання більш наочним, мотивувальним і практико-орієнтованим. Вони сприяють розвитку не лише математичної компетентності, але й інформаційної, соціальної та комунікативної. Використання онлайн-платформ, таких як WordWall і LearningApps, відкриває можливості для створення різноманітних завдань, що поєднують навчання з елементами гри.

Ігровий формат завдань стимулює активність учнів, допомагає швидше засвоювати нові поняття, розвивати навички розпізнавання закономірностей, застосування формул та співвіднесення теоретичних знань із практичними ситуаціями. Застосування інтерактивних платформ під час вивчення теми «Числові послідовності» робить освітній процес динамічним, емоційно привабливим і водночас ефективним для закріплення результатів навчання.

## **Література**

1. Гречина М. Компетентнісний підхід як основа сучасної освітньої парадигми // Педагогічна Житомирщина № 1 (33), 2024.
2. Нова українська школа. URL: <https://mon.gov.ua/tag/nova-ukrainska-shkola?&tag=nova-ukrainska-shkola> (дата звернення : 19.11.2025).

# МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ ЯК СТОХАСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Чіка Марина Василівна, [mykoryak.maryna@student.uzhnu.edu.ua](mailto:mykoryak.maryna@student.uzhnu.edu.ua)

*магістр 2 року навчання, спеціальність 111 Математика*

Науковий керівник: *к.ф-м.н., доц. Тегза.А.М.*

Сучасні логістичні системи характеризуються високою динамічністю, складністю та стохастичністю потоків. Попит, час доставки, час обробки вантажів і робота обладнання змінюються випадковим чином, що унеможливує використання суто детермінованих методів. Тому математичні моделі, побудовані на основі теорії масового обслуговування та стохастичних процесів, відіграють ключову роль у проектуванні, аналізі та оптимізації логістичних мереж.

У роботі розглянуто логістичну систему як стохастичний процес, що описується пуассонівськими потоками та марковськими моделями. Логістичні вузли, такі як склади, термінали або рампи обслуговування, формалізовані як системи масового обслуговування типу М/М/1 та М/М/с. Припущення марковської властивості дозволяє описати еволюцію системи рівняннями Колмогорова, дослідити стаціонарний режим, визначити ймовірність черги, середній час очікування, пропускну здатність та завантаження ресурсів.

Окрема увага приділена моделі логістичного вузла як марковської системи М/М/1. Розглянуто випадкові надходження заявок (вантажів) із інтенсивністю  $\lambda$  та експоненційно розподілений час обслуговування з параметром  $\mu$ . Отримано стаціонарний розподіл  $P(n) = (1 - \rho)\rho^n$ , де  $\rho = \lambda/\mu$  — коефіцієнт завантаження. Показано, що при наближенні  $\rho$  до 1 середній час очікування та довжина черги різко збільшуються, що узгоджується з практичними спостереженнями у роботі складів та транспортних терміналів.

Для реалістичніших сценаріїв розглянуто багатоканальні системи типу М/М/с, що моделюють роботу складів із кількома рампами або паралельними лініями навантаження. Використано формулу Ерланга С для визначення ймовірності очікування заявки та середнього часу у черзі. Проведений аналітичний приклад демонструє, що збільшення кількості каналів навіть за помірною навантаження суттєво знижує ймовірність черги та стабілізує систему. Показано, що перехід від двох до трьох каналів змінює систему зі стану нестійкості до стійкого режиму, а подальше збільшення кількості каналів дає зменшуваний, але позитивний ефект.

Наступним важливим аспектом дослідження є математичні моделі управління запасами. Логістичні запаси розглянуті як буфер стохастичних коливань попиту та часу постачання. На основі класичної моделі EOQ визначено оптимальний розмір партії, що мінімізує сумарні витрати. Для випадкового попиту застосовано стохастичні політики (Q,R) та (s,S), які дозволяють врахувати випадковість попиту та lead time. Показано, що точка замовлення R залежить від середнього попиту протягом lead time та страхового запасу, який визначається рівнем сервісу та дисперсією попиту. Проведено порівняння політик (Q,R) і (s, S), що продемонструвало: перша є економічно ефективною при стабільному попиті та значних витратах на оформлення замовлень, тоді як друга забезпечує вищу адаптивність при великій варіабельності попиту.

Додатково побудовано аналітичну модель оптимізації логістичної мережі з трьома складами та п'ятьма точками доставки. Застосовано транспортну модель, сформовано початковий та оптимальний плани методом потенціалів. Порівняння початкового та оптимального планів продемонструвало можливість зниження витрат та збалансування потоків між складами без зміни загальних обсягів поставок.

Отримані результати показують, що стохастичні моделі — марковські процеси, мережі масового обслуговування, стохастичні моделі запасів і транспортні задачі — забезпечують

ефективний математичний апарат для аналізу логістичних систем. Вони дозволяють прогнозувати навантаження, запобігати затримкам, оптимізувати ресурси, зменшувати витрати та підвищувати надійність логістичної інфраструктури.

Таким чином, математичне моделювання стохастичних логістичних систем є не лише теоретичним інструментом, але й практичним засобом оптимізації сучасних мереж постачання, що підтверджується побудованими моделями вузлів М/М/с, аналізом політик управління запасами та оптимізацією логістичної мережі.

### **Література**

1. Hillier F., Lieberman G. Introduction to Operations Research. McGraw-Hill, 2015.
2. Taha H. Operations Research: An Introduction. Pearson, 2017.
3. Ross S. Introduction to Probability Models. Academic Press, 2019.

# ОСОБЛИВОСТІ ВИВЧЕННЯ ТЕМИ “КООРДИНАТИ І ВЕКТОРИ” В УМОВАХ ЗМІШАНОГО ФОРМАТУ НАВЧАННЯ

Шклярук Софія Ігорівна, shklyaruk.sofiya@student.uzhnu.edu.ua

*магістр 2 року навчання, спеціальність 014.04 Середня освіта (Математика)*

*Науковий керівник: к.ф.-м.н., доц. Млавець Ю.Ю.*

Останні роки стали для української освіти періодом глибоких трансформацій та серйозних викликів. COVID-19, а згодом і повномасштабна війна, суттєво обмежили можливості учнів систематично відвідувати навчальні заклади. Це зумовило потребу у пошуку нових, більш гнучких форматів організації освітнього процесу. Відповіддю на ці виклики стало активне впровадження технологій дистанційного та змішаного навчання, що поєднує традиційні форми очного навчання з онлайн-компонентами та електронними ресурсами.

Змішане навчання є відносно новим явищем для української освітньої практики. Його можна вважати гібридом класичного очного та онлайн-навчання, де цифрова складова виступає не додатковим елементом, а органічним продовженням традиційної освітньої взаємодії [1]. У загальному розумінні цей підхід означає, що частина навчальної діяльності здійснюється під безпосереднім керівництвом учителя, а інша – у процесі самостійної роботи учнів з електронними матеріалами та онлайн-платформами [2].

В українських школах найбільш поширеною стала модель, що поєднує очне навчання з дистанційними технологіями. Починаючи з 2020 року, заклади освіти експериментували з різними форматами: від самостійного опрацювання матеріалів за підручниками та платформами («Мій клас», Classtime, Всеосвіта) до проведення онлайн-уроків через Zoom та Google Meet. Важливу роль у цьому процесі відіграла Всеукраїнська школа онлайн, яка стала масштабним ресурсом для підтримки навчання в умовах кризових обставин.

Організація змішаного навчання у викладанні математики має свою специфіку, зумовлену особливостями предмета. Математика потребує не лише засвоєння теоретичних знань, а й постійного відпрацювання практичних навичок: розв’язування задач, побудови доведень, аналізу моделей та застосування знань у реальних ситуаціях. Тому поєднання традиційних форм навчання з елементами дистанційних технологій повинно мати чітке методичне обґрунтування, що забезпечує системність та ефективність освітнього процесу. Важливим чинником є використання сучасних електронних засобів навчання, які поєднують текст, графіку, відео, анімацію, інші форми представлення інформації. Такий підхід дозволяє впливати на різні канали сприйняття та створює умови для кращого розуміння матеріалу учнями з різними стилями мислення. Крім того, цифрові інструменти сприяють розвитку навичок самостійної роботи, критичного мислення та інформаційної грамотності, що є важливими складовими сучасної освіти.

Тема «Координати і вектори» займає важливе місце у шкільній математиці, адже поєднує алгебраїчні та геометричні методи, розвиває просторове мислення та має прикладні застосування. Для реалізації змішаного формату навчання при вивченні теми «Координати і вектори» у 9–10 класах було створено онлайн-курс на платформі Google Classroom, доповнений різноплановими тестами у Classtime. Такий підхід дозволяє поєднувати самостійну роботу учнів із систематичним контролем та підтримкою з боку вчителя, роблячи освітній процес більш гнучким, інтерактивним і результативним.

## **Література**

1. Годованюк, Т., Васильєва, Д. (2022). Деякі аспекти організації змішаного навчання математики в закладах середньої освіти. Український Педагогічний журнал, (2), 105–115. <https://doi.org/10.32405/2411-1317-2022-2-105-115>.
2. Змішане навчання: як організувати якісний освітній процес в умовах війни. URL: <https://sqe.gov.ua/zmishane-navchannya-yak-organizuvati-yaki/>

## **Секція 2. СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ**

Керівник секції: ст. викл. Ломага Марія Михайлівна

# ОПТИМІЗАЦІЙНІ ПІДХОДИ У МОДЕЛЮВАННІ ОРГАНІЗАЦІЙНО - ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ, КАДРОВОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ТА ЕРГОНОМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ДЛЯ ВИРОБНИЧОЇ СФЕРИ

Андрусик Вероніка Миколаївна, [andrusyk.veronika@student.uzhnu.edu.ua](mailto:andrusyk.veronika@student.uzhnu.edu.ua)

*студентка 4 курсу, спеціальність 124 Системний аналіз*

*Науковий керівник: ст. викл. Ломага М.М.*

Сучасні підприємства працюють в умовах швидких технологічних змін, високої конкуренції та необхідності одночасного забезпечення продуктивності, безпеки та якості праці. Це обумовлює потребу в інтегрованих моделях, які дозволяють оптимізувати організаційно-технологічні процеси, покращувати кадровий менеджмент та формувати ергономічно обґрунтовані робочі місця. Саме тому оптимізаційні підходи у моделюванні виробничих процесів стають ключовим елементом підвищення ефективності виробничої сфери загалом.

Організаційно-технологічне моделювання передбачає формалізацію виробничих операцій, потоків матеріалів, часу виконання та взаємодії між технологічними ланками. За допомогою дослідження моделей лінійного та нелінійного програмування вдається мінімізувати тривалість виробничого циклу, оптимізувати завантаження обладнання та зменшити витрати ресурсів. Імітаційні моделі забезпечують побудову сценаріїв, що враховують стохастичні фактори – простой, аварії, нерівномірність потоків, варіативність поведінки персоналу.

У сфері кадрового менеджменту оптимізаційні підходи дають змогу формувати оптимальні графіки роботи, враховуючи компетенції, психофізіологічний стан працівників, рівень навантаження та виробничі потреби. Моделі багатокритеріального вибору (АНР, TOPSIS, ELECTRE) дозволяють оцінювати ефективність персоналу та приймати кадрові рішення з урахуванням багатьох показників одночасно. Це мінімізує ризики вигорання, підвищує продуктивність, сприяє збалансованому розподілу функцій у колективі.

Окреме місце займає оптимізація ергономічних параметрів робочих місць. Застосування антропометричного моделювання, аналізу рухової активності, візуалізаційних технологій та міжнародних стандартів (ISO 9241) дає змогу знижувати виробничі ризики та підвищувати комфорт працівників. Ергономічно обґрунтоване робоче місце забезпечує зменшення травматизму, покращення концентрації та ефективності, а також позитивно впливає на якість продукції.

Отже, інтеграція всіх трьох напрямів створює можливості для побудови комплексної системи підтримки прийняття рішень. Результати дослідження можуть бути використані для розроблення інформаційно-аналітичних систем підприємств, створення нових стандартів виробничої організації та впровадження технологій цифрової трансформації.

## **Література**

1. Абракітов В. Є., Ткаченко І. О. Ергономіка робочих місць : конспект лекцій. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. 78 с.
2. Волонтир Л. Ю., Потапова Н. А., Ушкаленко І. М., Чіков І. А. Оптимізаційні методи та моделі в підприємницькій діяльності: навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ, 2020. 404 с.
3. Жураковська О. С. Теорія прийняття рішень: комп'ютерний практикум : навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського 2020. 142 с.

# СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЗАСОБАМИ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ

Брила Павло Андрійович, [bryla.pavlo@student.uzhnu.edu.ua](mailto:bryla.pavlo@student.uzhnu.edu.ua)

*студент 2 курсу, спеціальність 124 Системний аналіз*

Науковий керівник: *ст. викл. Ломага М.М.*

Системи керування, в основі яких є використання комп'ютерного зору, відіграють ключову роль у сучасних інтелектуальних технологіях, де необхідно автоматично аналізувати візуальну інформацію та приймати рішення на її основі.

Головна ідея полягає у створенні апаратно-програмних комплексів, які здатні:

- отримувати зображення з камер або сенсорів;
- обробляти та інтерпретувати їх за допомогою алгоритмів комп'ютерного зору;
- керувати зовнішніми пристроями, роботами, транспортними засобами або інформаційними системами.

*Основні компоненти системи.*

1. Підсистема захоплення та попередньої обробки даних. Включає камери, датчики глибини, тепловізори та модулі попередньої корекції (фільтрація, нормалізація, виділення областей інтересу).

2. Підсистема комп'ютерного зору. Використовує класичні алгоритми (фільтри, детектори контурів, методи сегментації) та сучасні підходи глибинного навчання (CNN, Vision Transformers). Основні задачі: розпізнавання об'єктів, виявлення та трекінг об'єктів, оцінка положення та руху, аналіз сцен і прийняття рішень.

3. Підсистема керування. На основі результатів аналізу зображень система генерує керуючі сигнали. Це можуть бути: команди для робототехнічних маніпуляторів, дії автономних транспортних засобів (гальмування, зміна траєкторії), активація охоронних систем, регулювання технологічних процесів у промисловості.

4. Архітектура та інтеграція.

Сучасні системи керування будуються на основі:

- модульної архітектури (окремі модулі для захоплення, обробки та керування);
- потокової обробки даних (GStreamer, OpenCV pipeline);
- апаратного прискорення (GPU, TPU, FPGA);
- хмарної або периферійної (edge) обробки.

Такі системи мають багато застосувань: робототехніка, промисловість, транспорт, медицина, безпека.

Ключовими викликами при розробці систем керування є необхідність високої точності в реальному часі, складність навчання моделей для змінних умов освітлення/фону, інтеграція алгоритмів за обмежених апаратних ресурсів, забезпечення безпеки та надійності в критичних застосуваннях.

## **Література**

1. Білінський, Й. Й. Методи обробки зображень в комп'ютеризованих оптикоелектронних системах : монографія. Вінниця : ВНТУ, 2010. 272 с.
2. Методи обробки зображень та комп'ютерний зір: навч. посіб. / С.М. Вовк, В.В. Гнатушенко, М.В. Бондаренко. Д.: ЛІРА, 2016. 148с.
3. OpenCV Documentation. URL: <https://docs.opencv.org> (дата звернення: 16.10.2025).

# MODEL CONTEXT PROTOCOL ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВЕЛИКИХ МОВНИХ МОДЕЛЕЙ

Вогар Андрій Юрійович, [vohar.andrii@student.uzhnu.edu.ua](mailto:vohar.andrii@student.uzhnu.edu.ua)

*студент 4 курсу, спеціальність 124 Системний аналіз*

Науковий керівник: *асист. Корник О. В.*

При роботі з великими мовними моделями (LLM) користувачі досить швидко стикаються з обмеженнями, які впливають на реальну користь від таких систем. Найчастіше це невелике контекстне вікно, неможливість отримувати актуальні дані та складність підключення зовнішніх сервісів чи API. Через це виникає потреба у рішенні, яке не ускладнює роботу з моделлю, але дозволяє обійти ці обмеження й розширити її можливості.

Model Context Protocol (MCP) — це відкритий підхід, який дає моделі можливість звертатися до зовнішніх джерел інформації за допомогою інструментів, спеціально створених для певних задач. Протокол дозволяє підключати API, локальні файли чи інші сервіси без модифікації самої моделі, фактично переносячи частину навантаження на зовнішні компоненти. Завдяки цьому модель менше «вигадує» та точніше виконує запити, які виходять за межі її внутрішніх можливостей.

Для експериментальної частини змодельовано інтеграцію LLM (на прикладі open-source моделі Gemma3, яка запускається локально за допомогою Ollama) з MCP-сервером. MCP-сервер має такі можливості:

- Підключення до зовнішнього API пошуковика DuckDuckGo для отримання актуальної інформації з інтернету.
- Прості арифметичні обчислення за допомогою звичайного python-коду.
- Отримання поточного часу та дати.
- Читати локальні файли, які є у проекті, для надання контексту.

Результати показали значне покращення якості відповідей моделі, особливо в завданнях, що вимагали актуальних даних. Okремо варто відзначити, що MCP спрощує роботу з мовними моделями під час розробки прикладних рішень. Замість того щоб створювати складні промпти або вбудовувати логіку обробки даних безпосередньо в модель, розробник може винести цю логіку у вигляді інструментів, які легко тестуються та модифікуються. Це зменшує кількість помилок, робить систему більш передбачуваною та дозволяє швидше додавати нові можливості без зміни самої моделі чи повторного налаштування її параметрів.

Разом з тим, у протоколу є й недоліки. Для кожного інструменту потрібна окрема реалізація, а швидкість відповіді залежить від того, як працює зовнішній сервіс чи сам MCP-сервер. Однак ці обмеження не зменшують цінності підходу: MCP дозволяє будувати системи, у яких модель відповідає лише за розуміння та формування запитів, а спеціалізовані модулі виконують конкретні функції. Така гнучкість робить протокол перспективним напрямом для подальших досліджень і впровадження в практичні рішення.

## Література

1. Build an MCP client - Model Context Protocol. URL: <https://modelcontextprotocol.io/docs/develop/build-client> (дата звернення: 20.11.2025).
2. Python MCP Server: Connect LLMs to Your Data. URL: <https://realpython.com/python-mcp/> (дата звернення: 20.11.2025).
3. FastMCP. URL: <https://gofastmcp.com/getting-started/welcome> (дата звернення: 20.11.2025).

# ВИКОРИСТАННЯ АГЕНТІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ КОНСУЛЬТУВАННЯ ТА ПОПЕРЕДНЬОЇ ПЕРЕВІРКИ ДОМАШНІХ ЗАВДАНЬ У ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ

Гайхел Іван Іванович haikhel.ivan@student.uzhnu.edu.ua,

*студент 2 курсу, спеціальність 124 Системний аналіз*

Науковий керівник: *к.ф.-м.н., доц. Брила А.Ю.*

Агенти штучного інтелекту (ШІ) дедалі активніше інтегруються в освітні середовища, виконуючи роль інструментів для оперативного консультування студентів, попередньої перевірки домашніх завдань та формування персоналізованих рекомендацій. Їх застосування охоплює широкий спектр архітектурних рішень – від класичних BDI-моделей (Belief–Desire–Intention), що моделюють когнітивні процеси, до сучасних LLM-орієнтованих систем, здатних працювати з великими мовними моделями та зовнішніми інструментами (tool-use, пісочниці, бази знань).

Сучасні платформи, такі як ChatGPT EDU, Gemini for Education, Microsoft Copilot, Gradescope, Turnitin, Khanmigo та Prometheus, поєднують rule-based перевірки з алгоритмами машинного навчання, семантичним зіставленням відповідей з еталонними рішеннями, LLM-оцінюванням та технологіями комп'ютерного зору для обробки рукописних матеріалів. Для програмного коду обов'язковими стають пісочниці з автоматичними тестами, статичний аналіз, а також механізми перевірки схожості, що запобігають плагіату.

Найвищу якість забезпечують гібридні підходи, які поєднують rubric-aligned prompting (оцінювання за критеріями), self-consistency (перевірка узгодженості відповідей), RAG-контекст (Retrieval-Augmented Generation) та пояснювані ХАІ-звіти (Explainable AI). Ефективність таких систем оцінюють за метриками QWK/к (узгодженість оцінок), MAE (середня абсолютна похибка), відсотком пройдених тестів та часом перевірки.

Важливо, що впровадження ШІ-агентів можливе лише за умови дотримання принципів академічної доброчесності, прозорості та захисту персональних даних відповідно до міжнародних стандартів (UNESCO Recommendation on the Ethics of AI, EU AI Act). Тому всі платформи супроводжуються журналами дій, політиками використання та механізмами аудиту, а викладачі зберігають контроль над фінальними рішеннями. Це дозволяє поєднати переваги автоматизації з гарантіями справедливості та безпеки.

## **Література**

1. Piech C., Bassen J., Huang J., Ganguli S., Sahami M., Guibas L. J., Sohl-Dickstein J. Deep Knowledge Tracing. arXiv.org, 2015. 13 с. URL: <https://arxiv.org/pdf/1506.05908.pdf> (дата звернення: 2.11.2025).
2. Pandey S., Karypis G. A Self-Attentive Model for Knowledge Tracing (SAKT). arXiv.org, 2019. – 14 с. – URL: <https://arxiv.org/pdf/1907.06837.pdf> (дата звернення: 10.11.2025).
3. UNESCO. Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence. Paris : UNESCO, 2021. – 43 с. – URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380455> (дата звернення: 2.11.2025).
4. OpenAI. Introducing ChatGPT Edu [Електронний ресурс]. 2024. Режим доступу: <https://openai.com/blog/introducing-chatgpt-edu> (дата звернення: 5.11.2025).

# МЕТОДИ ЗБОРУ ТА ОБРОБКИ ДАНИХ ЗА ДОПОМОГОЮ WEB API

Головачко Василь Васильович, [holovachko.vasyl@student.uzhnu.edu.ua](mailto:holovachko.vasyl@student.uzhnu.edu.ua)

*магістр 2 року навчання, спеціальність 124 Системний аналіз*

Науковий керівник: *к. ф.-м. н. Вощепинець А. С.*

У сучасних інформаційних системах Web API стали ключовим механізмом доступу до великих обсягів структурованих даних. Більшість цифрових платформ надають відкриті інтерфейси, що дозволяють розробникам отримувати дані у форматах JSON або CSV, здійснювати пошук, фільтрацію та агрегацію інформації. Це створює основу для побудови систем аналітики, моніторингу та прогнозування, не потребуючи створення окремої інфраструктури збору даних. API популярних сервісів – Spotify Web API, MusicBrainz – надають доступ до статистики прослуховувань, метаданих контенту та історичних показників, що відкриває широкі можливості для дослідження поведінкових патернів користувачів [1].

Метою роботи є технічний аналіз методів взаємодії з відкритими API та створення автоматизованих механізмів збору даних. Розглянуто такі аспекти, як робота з OAuth 2.0, генерація токенів доступу, обмеження швидкості запитів (rate limits), кешування відповідей, повторні запити при помилках, пагінація даних, а також моделювання структури зібраних даних у вигляді датафреймів. Окрему увагу приділено розробленню скриптів для регулярного збору даних у визначений часовий інтервал.

У ході роботи реалізовано низку технічних рішень:– використання OAuth 2.0 Client Credentials Flow для доступу до Spotify Web API, що дозволило отримувати метадані треків, артистів, альбомів та історію популярності; – отримання тижневих рейтингів Spotify Music Charts у форматі CSV з автоматичним визначенням дати, країни та категорії контенту; – інтеграція з MusicBrainz API для класифікації артистів за країною походження з урахуванням багатозначності та ідентифікації за декількома параметрами (ім'я, ISNI, ідентифікатор релізу) – побудова модулів обробки API-відповідей з перетворенням JSON-структур у табличний формат, очищенням пропусків, нормалізацією та об'єднанням у єдину базу даних [2].

Отримані результати доводять ефективність використання відкритих API для формування масштабних і якісних вибірок даних. Побудовані модулі дають змогу автоматично збирати десятки тисяч записів, синхронізувати їх у часі, групувати за періодами та формувати часові ряди для подальшого статистичного аналізу. Наявність структурованого API значно спрощує інтеграцію нових джерел та забезпечує відтворюваність дослідницьких експериментів.

Висновки свідчать, що технічне застосування відкритих API є ключовим інструментом у сучасній поведінковій аналітиці. Доступ до метаданих, історичних рейтингів та статистики дає змогу відстежувати зміни у вподобаннях користувачів у довгостроковій перспективі, аналізувати тенденції та реакцію аудиторії на соціальні чи культурні події.

## Література

1. Spotify Web API Documentation. URL: <https://developer.spotify.com/documentation> (дата звернення: 20.11.2025)
2. MusicBrainz Web API. URL: [https://musicbrainz.org/doc/MusicBrainz\\_API](https://musicbrainz.org/doc/MusicBrainz_API) (дата звернення: 20.11.2025)

## СИНХРОНІЗАЦІЯ ПОТОКІВ

Кіш Віктор Вікторович, kish.viktor@student.uzhnu.edu.ua

*магістр 2 року навчання, спеціальність 124 Системний аналіз*

Науковий керівник: *к.ф.-м.н. Антосяк П.П.*

*Синхронізація потоків* є ключовим механізмом забезпечення коректності паралельного виконання програм у багатоядерних та багатосокетних системах. Основною метою синхронізації є контроль доступу до спільних ресурсів, узгодження порядку виконання операцій та запобігання змаганням. Різні примітиви синхронізації — mutex, spinlock, атомарні операції та бар'єри — відрізняються внутрішньою організацією, вартістю виконання, впливом на кеш-когерентність і стійкістю до контентіону. Ефективність застосування кожного з них визначається як архітектурою процесора, так і характеристиками робочого навантаження.

*Mutex* є класичним засобом взаємного виключення, який гарантує, що тільки один потік може увійти до критичної секції у певний момент часу. Типова реалізація mutex базується на блокуванні ядра операційної системи: якщо потік не може отримати доступ до ресурсу, він переходить у стан очікування, що вимагає перемикавання контексту. Це робить mutex відносно дорогим механізмом у порівнянні з неблокувальними підходами, однак при завантажених системах він є енергетично ефективнішим, оскільки не витрачає обчислювальний час на активне очікування. Mutex демонструє найкращі властивості тоді, коли критичні секції є тривалими або коли очікування є високовірогідним, а контентіон між потоками значний.

*Spinlock* також забезпечує взаємне виключення, але замість переходу у режим очікування ядра використовує активне опитування. Потік безперервно виконує цикл перевірки стану блокування, що дозволяє уникнути перемикавання контексту й отримати дуже низьку латентність захоплення при коротких критичних секціях. Проте spinlock є дорогим для системи при високій конкуренції, оскільки активно завантажує процесор і генерує інтенсивний трафік в системі кеш-когерентності. У багатосокетних системах його продуктивність може різко падати через те, що кожна спроба перевірити стан блокування може спричинити перехід кеш-лінії між сокетами, що значно збільшує затримки.

*Атомарні операції* становлять апаратний механізм, що забезпечує неподільність виконання певних елементарних дій, таких як порівняння та обмін, інкремент або встановлення значення. Ці операції лежать в основі побудови неблокувальних структур даних і реалізації примітивів синхронізації вищого рівня. Їхня вартість безпосередньо пов'язана з необхідністю отримати ексклюзивний доступ до кеш-лінії, на якій розміщується відповідний об'єкт. У межах одного сокета така операція виконується швидко, однак у випадку міжсокетної взаємодії її латентність суттєво зростає. Причиною цього є необхідність отримання лінії в режимі «exclusive» через міжпроцесорний інтерконект, що створює додаткові затримки та збільшує контентіон на кешовій підсистемі.

*Бар'єри синхронізації* використовуються для узгодження етапів виконання паралельних алгоритмів. Вони гарантують, що всі потоки досягли певної точки програми, перш ніж продовжити виконання. Це особливо важливо у наукових обчисленнях, OpenMP-програмах та інших задачах з синхронним поділом роботи на окремі фази. Вартість бар'єра визначається кількістю потоків, структурою бар'єра (централізований, деревоподібний чи з реверсивним сенсом) та топологією апаратної системи. У межах одного сокета бар'єр може мати низьку латентність, тоді як синхронізація між сокетами здатна створювати значні затримки, тому що потребує масштабного узгодження станів пам'яті та численних атомарних операцій.

*Суттєвою характеристикою всіх примітивів синхронізації* є різниця між локальною та міжсокетною вартістю операцій. У межах одного сокета кеш-лінії передаються між ядрами через спільний L3-кеш із невеликою латентністю. Це дозволяє атомарним операціям виконуватися в діапазоні десятків наносекунд, а spinlock і mutex працювати ефективніше через

швидке оновлення станів пам'яті. Проте міжсокетна взаємодія вимагає передачі кеш-ліній через інтерконект, що може збільшувати латентність атомарних операцій у кілька разів, а у випадку інтенсивного контентіону — на порядки. Spinlock у міжсокетному режимі стає особливо неефективним: постійне опитування змінює стан кеш-лінії та викликає її міграцію між NUMA-вузлами, що легко призводить до затримок на рівні десятків мікросекунд. Мутехи також стають дорожчими, оскільки прокидання потоків і оновлення метаданих блокування залучає міжсокетну координацію. Бар'єри, що охоплюють потоки на різних сокетах, демонструють підвищену латентність через зростання кількості атомарних операцій та необхідність глобального узгодження стану пам'яті.

Таким чином, *вибір механізму синхронізації* повинен враховувати не лише алгоритмічні вимоги, але й апаратну організацію системи. У NUMA-архітектурах локальна синхронізація є на порядок дешевшою, ніж міжсокетна, що зумовлює необхідність розміщувати взаємодіючі потоки на одному сокеті, мінімізувати використання spinlock на міжсокетних критичних шляхах та уникати надмірних атомарних операцій на спільних змінних. Правильне розуміння цих відмінностей дозволяє створювати високопродуктивні паралельні програми, що ефективно масштабуються на сучасних багатоядерних процесорних архітектурах.

### **Література**

1. Herlihy, M., & Shavit, N. (2012). *The Art of Multiprocessor Programming*. Revised First Edition. Morgan Kaufmann.
2. McKenney, P. E. (2021). *Is Parallel Programming Hard, And If So, What Can You Do About It?*
3. Culler, D., Singh, J. P., & Gupta, A. (1999). *Parallel Computer Architecture: A Hardware/Software Approach*. Morgan Kaufmann.
4. Drepper, U. (2007). *What Every Programmer Should Know About Memory*. Red Hat.
5. Hennessy, J. L., & Patterson, D. A. (2019). *Computer Architecture: A Quantitative Approach*. 6th Edition. Morgan Kaufmann.

# ВИКОРИСТАННЯ REACT HOOKS ДЛЯ СПРОЩЕННЯ УПРАВЛІННЯ СТАНОМ У ВЕБ-ДОДАТКАХ

Кобаль Вікторія Андріївна, [kobal.viktoriia@student.uzhnu.edu.ua](mailto:kobal.viktoriia@student.uzhnu.edu.ua)

*студентка 3 курсу, спеціальність 124 Системний аналіз*

*Науковий керівник: к.ф.-м.н. Антосяк П.П.*

Використання React Hooks є важливим інструментом оптимізації та спрощення управління станом у сучасних веб-додатках. Даний підхід забезпечує ефективну заміну класовим компонентам та скорочує складність архітектури. React, як бібліотека для побудови інтерфейсів користувача, використовує декларативний підхід, у якому компонент реагує на зміну стану та повторно рендериться.

У класичній моделі з використанням класових компонентів управління станом вимагало значного обсягу коду. Потрібно було оголошувати конструктор, прив'язувати контекст та обробляти життєві цикли. Це ускладнювало розуміння логіки та зменшувало повторне використання коду.

React Hooks дозволяють працювати зі станом без класів, використовуючи лише функціональні компоненти. Основні хуки, такі як `useState`, `useEffect` та `useContext`, забезпечують компактний спосіб керування логікою та оптимізують структуру компонентів. Хуки дозволяють інкапсулювати логіку у кастомні функції, що полегшує повторне використання та покращує модульність застосунку. Концепція React Hooks була офіційно представлена в 2018 році для вирішення проблеми складності класів [1].

Для дослідження впливу React Hooks на продуктивність було обрано експериментальний підхід. Він передбачає порівняння часу виконання двох версій одного компонента: перша реалізована за допомогою класового підходу, друга – з використанням хуків. Обидві версії містили складний локальний стан і логіку обробки подій. Метою дослідження є кількісна оцінка впливу на швидкість роботи через вимірювання часу створення, ініціалізації та рендерингу компонентів.

Тестування проводилося на вибірці з 10,000 ідентичних компонентів, що створювалися та рендерилися в циклі. Для забезпечення достовірності результатів було виконано п'ять незалежних запусків з подальшим розрахунком середніх значень. Технічне середовище включало браузер Chrome, а вимірювання проводилися за допомогою методу `performance.now()`, що забезпечує мікросекундну точність.

Експеримент показав значні відмінності у швидкості виконання між двома підходами. Класові компоненти продемонстрували загальний час виконання 2,847.23 мілісекунди для 10000 ітерацій, що відповідає 0.2847 мілісекунди на один компонент. Компоненти з React Hooks показали загальний час 1,156.89 мілісекунд, що дає 0.1157 мілісекунди на компонент. Це свідчить про покращення продуктивності на 59.36% при використанні хуків порівняно з класовими компонентами.

Підхід	Загальний час (10 000 ітерацій)	Середній час на компонент
Класові компоненти	2,847.23 мс	0.2847 мс
Функціональні компоненти (Hooks)	1,156.89 мс	0.1157 мс

Додатковий експеримент оцінив вплив оптимізаційних хуків `useMemo` та `useCallback` на продуктивність при повторних рендерах. У цьому тесті симулювалося 1000 циклів оновлення стану з ресурсномісткими обчисленнями. Компоненти без оптимізації показали час

виконання 1,247.56 мілісекунд, тоді як компоненти з useMemo та useCallback виконалися за 342.18 мілісекунд. Це демонструє покращення продуктивності на 72.57% завдяки мемоїзації, що запобігає непотрібним повторним обчисленням.

Аналіз результатів вказує на кілька ключових факторів відмінностей у продуктивності. Класові компоненти вимагають створення екземпляра класу для кожного компонента, що включає виклик конструктора та ініціалізацію прототипу [2]. Функціональні компоненти з хуками є простими функціями з меншими накладними витратами. Прив'язування контексту методів у класах створює додаткові функції-обгортки, що збільшує час виконання. Складна система життєвих циклів вимагає додаткових перевірок, тоді як хуки використовують оптимізований механізм відстеження залежностей.

Використання useMemo та useCallback дозволило оптимізувати продуктивність через механізм мемоїзації. Ці хуки зберігають результати обчислень між рендерами та перевіряють масив залежностей для визначення необхідності повторного обчислення. Це особливо ефективно для компонентів з дорогими обчисленнями, де запобігання одного рендеру може мати каскадний ефект на дочірні компоненти.

Важливо відзначити, що переваги React Hooks не обмежуються лише покращенням швидкості виконання. Спрощена структура коду підвищує його читабельність та підтримуваність, що непрямо впливає на продуктивність через зменшення кількості помилок та спрощення оптимізації. Кастомні хуки дозволяють інкапсулювати складну логіку в повторно використовуваних функціях, що сприяє модульності архітектури додатків. Декларативний підхід хуків робить поведінку компонентів більш передбачуваною, що полегшує виявлення та усунення проблем з продуктивністю.

Отже, застосування React Hooks є продуктивним підходом до управління станом у веб-додатках. Проведене дослідження підтверджує, що React Hooks забезпечують покращення швидкості виконання на 59.36% порівняно з класовими компонентами. Використання оптимізаційних хуків useMemo та useCallback дозволяє додатково підвищити продуктивність на 72.57% через запобігання непотрібним обчисленням. Хуки оптимізують швидкість виконання, спрощують архітектуру та забезпечують гнучкість під час масштабування застосунку. Виявлені кількісні показники підтверджують доцільність використання React Hooks як основного підходу при розробці сучасних React-додатків.

### Література

1. React Documentation. (2018). Introducing Hooks. URL: <https://legacy.reactjs.org/docs/hooks-intro.html> (дата звернення: 21.11.2025)
2. Abramov, D. (2019). A Complete Guide to React Hooks. URL: <https://overreacted.io/a-complete-guide-to-useeffect/> (дата звернення: 21.11.2025)

# РЕКУРСИВНЕ МИСЛЕННЯ В МАЛИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖАХ

Коворданій Володимир Володимирович, [volodymyr.kovordanii@uzhnu.edu.ua](mailto:volodymyr.kovordanii@uzhnu.edu.ua)

*аспірант 3 курсу, спеціальність 113 Прикладна математика*

Науковий керівник: *к.ф.-м.н., Антосяк П.П.*

За останні роки розвиток штучного інтелекту підпорядковувався експоненціальному закону збільшення параметрів моделей. Попри успіхи великих мовних моделей (LLM) у генерації тексту, вони демонструють фундаментальні обмеження у задачах багатоходового логічного мислення, таких як бенчмарк ARC-AGI. Спроби подолати це через “ланцюжок міркування” часто призводить до надмірних обчислювальних витрат без гарантії результату. Криза екстенсивного розвитку та потреба в автономних системах актуалізують пошук компактних архітектурних рішень. Галузь повертається до принципів алгоритмічної оптимізації та рекурсивних моделей, здатних емулювати глибокі обчислення при мінімальній кількості параметрів.

Сучасним втіленням парадигми ефективності є модель Tiny Recursive Model (TRM), яка пропонує інженерну альтернативу складним ієрархічним моделям (HRM). Відмовившись від громіздких біологічних метафор та апроксимацій градієнтів, TRM використовує єдину компактну нейромережу (2 шари та 5–7 млн параметрів) з явною рекурсією. Математична модель процесу описується ітеративним оновленням двох змінних:  $z$  (стан міркування) та  $y$  (поточна гіпотеза). На кожному кроці  $n$  система уточнює  $z$  на основі вхідних даних та попередньої відповіді, після чого генерує нове  $y$ . Це дозволяє досягти ефективної глибини обробки (~42–48 шарів) без необхідності ускладнення архітектури. Стабільність навчання забезпечується механізмом глибокого нагляду, що нівелює проблему зникаючих градієнтів.

Експериментальні дані свідчать про безпрецедентну ефективність такого підходу. На задачах Sudoku-Extreme спеціалізована версія TRM демонструє значну перевагу в точності порівняно з ієрархічними аналогами (HRM) та універсальними LLM, які часто виявляються неспроможними вирішити ці завдання без донавчання. Аналогічно, у бенчмарках на загальний інтелект (ARC-AGI), запропонована архітектура випереджає значно потужніші системи (Gemini Pro, Claude), що підтверджує гіпотезу про перевагу рекурсивних структур над простим масштабуванням параметрів.

Переосмислення ролі параметрів через призму рекурсії демонструє, що архітектурна складність не є синонімом «інтелекту». Здатність моделі з 7 млн параметрів перевершувати трильйонні моделі дозволяє виконувати складні міркування локально, без затримок на передачу даних у хмару, що є критичним для приватності даних та автономних систем.

Таким чином, проведений аналіз слугує теоретичним підґрунтям для подальших досліджень, спрямованих на розробку гібридних архітектур, де компактні рекурсивні ядра відповідають за логіку та планування, а великі мовні моделі — за ерудицію.

## Література

1. Jolicoeur-Martineau A. Less is More: Recursive Reasoning with Tiny Networks. URL: <https://arxiv.org/abs/2510.04871> (дата звернення: 19.11.2025).
2. Wang G. et al. Hierarchical Reasoning Model. URL: <https://arxiv.org/abs/2506.21734> (дата звернення: 19.11.2025).
3. Chollet F. On the Measure of Intelligence. URL: <https://arxiv.org/abs/1911.01547> (дата звернення: 19.11.2025).
4. Chollet F., Knoop M., et al. ARC-AGI-2: A New Challenge for Frontier AI Reasoning Systems. URL: <https://arxiv.org/abs/2505.11831> (дата звернення: 19.11.2025)

# МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ БАГАТОКРОКОВИХ ПРОЦЕСІВ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ: ЗАСТОСУВАННЯ ДО СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ РЕСУРСАМИ

Когутка Михайло Михайлович, [kohutka.mykhailo@student.uzhnu.edu.ua](mailto:kohutka.mykhailo@student.uzhnu.edu.ua)

*магістр 2 року навчання, спеціальність 124 Системний аналіз*

Науковий керівник: *к. ф.-м. н., доц. Кузка О. І.*

Невизначеність один з ключових факторів багатьох процесів реального світу. Окрім цього, не рідко має місце різка зміна умов роботи систем з детермінованих в стохастичні. Через що тема роботи «Математичне моделювання та оптимізація багатокрокових процесів в умовах невизначеності: застосування до системи управління ресурсами» актуальна для широкого спектру сфер діяльності, починаючи з тих де невизначеність індуктивна, до прикладу торгівля, закінчуючи тими де вона в певні процеси може втрутитись спонтанно, до прикладу робота енергетичної системи в умовах війни. Багатокрокові процеси в свою чергу мають місце на виробництвах високого рівня, до прикладу. Стратегічність та масштаб цих підприємств щоразу ставить на порядок денний питання організації їх оптимальної роботи.

Дане дослідження спрямоване на глибоке вивчення сучасних підходів до моделювання та оптимізації багатокрокових процесів у середовищі з невизначеністю, а також на аналіз придатності для практичного застосування в системах управління ресурсами. Особлива увага приділяється методам стохастичного програмування, марковським процесам та адаптивним моделям прийняття рішень, що дозволяють враховувати неповноту або нестабільність даних.

У роботі аналізуються ключові типи невизначеності — алгоритмічна, стохастична, інформаційна, структурна — та визначається їх вплив на процес планування ресурсів у багатокрокових системах. Крім цього, розглядаються алгоритми оптимізації, які забезпечують високу стійкість рішень до непередбачуваних змін зовнішніх умов.

Практична частина охоплює дослідження ряду задач з наявного класу, програмну реалізацію їх рішень з допомогою низки методів, таких як імітаційне моделювання, методи Монте Карло, стохастичне програмування, марковські моделі та ін. Посилання на ноутбуки Google Colab з цими задачами буде опубліковано в репозиторії GitHub. Також туди будуть додані і сніпети реалізації деяких алгоритмів моделювання та оптимізації на Python. Отримані результати можуть бути використані в енергетиці, логістиці, виробництві та інших галузях, де необхідно приймати рішення в умовах динамічної невизначеності.

Висновки свідчать, що математичне моделювання багатокрокових процесів в умовах невизначеності є ключовим інструментом для підвищення ефективності систем управління ресурсами. Використання стохастичного програмування, марковських моделей та адаптивних методів прийняття рішень забезпечує можливість гнучко реагувати на зміну зовнішніх умов, компенсувати нестачу або нестабільність даних та формувати оптимальні стратегії дій у довгостроковій перспективі. Аналіз підходів демонструє, що впровадження таких моделей у практичні системи дозволяє підвищити стійкість, прогнозованість і раціональність управлінських рішень у складних та динамічних середовищах.

## Література

1. Hannah Bakker, Fabian Dunke, Stefan Nickel — A structuring review on multi-stage optimization under uncertainty. URL: [https://www-2.rotman.utoronto.ca/userfiles/seminars/operations/files/Omega\\_Review.pdf](https://www-2.rotman.utoronto.ca/userfiles/seminars/operations/files/Omega_Review.pdf) (дата звернення: 22.11.2025)
2. Zhiming Zhong, Neng Fan, Lei Wu — Multistage Stochastic optimization for mid-term integrated generation and maintenance scheduling of cascaded hydroelectric system with renewable energy uncertainty. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377221724003485> (дата звернення: 22.11.2025)

# ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ А/В ТЕСТУВАННЯ

Кудак Володимир Ігорович, [volodymyr.kudak@uzhnu.edu.ua](mailto:volodymyr.kudak@uzhnu.edu.ua)

*аспірант 2 року, спеціальність 113 Прикладна математика*

Науковий керівник: *к. ф.-м. н. Вощепинець А.С.*

А/В тестування є важливим інструментом у сфері цифрового маркетингу, однак традиційні методи мають обмеження — високу вартість та значні часові витрати. Додатковою складністю є низький рівень конверсії у практичних задачах (близько 2–4%), що ускладнює навчання моделей та підвищує ймовірність статистичних помилок.

У дослідженні формалізовано задачу А/В тестування як оптимізаційну та проаналізовано можливості використання нейронних мереж. Проведено експерименти з багатопаровим перцептроном (MLP) та Satellite Neural Networks (NSN). Перші результати показали:

- MLP не досягає задовільної точності, демонструє слабкі результати за метрикою ROC AUC, що вказує на труднощі відокремлення позитивних випадків при низькому рівні конверсії;
- NSN виявилися значно ефективнішими, забезпечивши значно кращі показники як за точністю, так і за ROC AUC, що підтверджує їхню здатність моделювати відкладений ефект у даних.

Отримані результати підтверджують перспективність використання спеціалізованих нейромереж для оптимізації А/В тестування. Подальші дослідження будуть спрямовані на вдосконалення архітектур і перевірку їхньої ефективності у реальних сценаріях.

## **Література**

1. Online Conversion Rate Prediction via Neural Satellite Networks in Delayed Feedback Advertising / Q. Liu et al. SIGIR '23: The 46th International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval, Taipei Taiwan. New York, NY, USA, 2023.
2. Statistical Challenges in Online Controlled Experiments: A Review of A/B Testing Methodology / N. Larsen et al. The American Statistician. 2023. P. 1–32.

# ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ АРХІТЕКТУР YOLOV8N ТА SSD MOBILENETV3 ДЛЯ ДЕТЕКЦІЇ ОБ'ЄКТІВ НА АВТОНОМНИХ ДРОНАХ З ОБМЕЖЕНИМИ РЕСУРСАМИ

Луць Олександр Юрійович, [luts.oleksandr@student.uzhnu.edu.ua](mailto:luts.oleksandr@student.uzhnu.edu.ua)

*магістр 2 року навчання, спеціальність 124 Системний аналіз*

Науковий керівник: *к.т.н., доц. Андрашко Ю.В.*

Автономні БПЛА відіграють ключову роль у сучасних військових та цивільних застосуваннях, зокрема у війні з РФ, де від надійності систем комп'ютерного зору безпосередньо залежить ефективність розвідки й ураження цілей. Основна проблема полягає в тому, що бортові комп'ютери мають обмежені обчислювальні ресурси, тому постає суперечність між високою точністю детекції та вимогами до роботи в режимі реального часу.

Метою дослідження є порівняльний аналіз сучасних одноетапних архітектур детекції об'єктів YOLOv8n [1] та SSD MobileNetV3 [2] для визначення оптимального рішення, придатного до розгортання на автономних дронах із ресурсними обмеженнями. Об'єктом є системи виявлення об'єктів у реальному часі, предметом – точність, швидкодія, розмір моделей та їх придатність до використання на edge-пристроях типу Raspberry Pi Zero WH. У роботі виконано огляд еволюції детекторів від двоетапних R-CNN/Faster R-CNN до одноетапних YOLO та SSD, а також проаналізовано підходи, орієнтовані на Edge AI (MobileNetV3, квантизація, pruning, knowledge distillation). Для проведення експериментів було створено власний доменно-специфічний набір даних, що містить 10 000 зображень одного класу об'єктів. Анотації виконані у форматі YOLO. Розподіл вибірки здійснено таким чином: 80 % матеріалу використано для навчання моделі, а 20 % для валідації.

Було реалізовано два конвеєри навчання: для YOLOv8n (Ultralytics) [3] та SSD MobileNetV3 (PyTorch-реалізація з кастомним датасетом [4]). За результатами навчання YOLOv8n досягла  $mAP@50 = 93,42\%$ ,  $mAP@50-95 = 75,59\%$ ,  $Precision = 97,27\%$  та  $Recall = 86,89\%$ , що свідчить про здатність моделі виявляти більшість цілей із мінімальною кількістю хибних спрацьовувань. SSD MobileNetV3 продемонструвала суттєве перенавчання: val-loss почав зростати на ранніх етапах, а отримані значення метрик виявилися некоректними, що вказує на необхідність доопрацювання конфігурації навчання (регуляризація, аугментація, налаштування гіперпараметрів).

Бенчмаркінг швидкодії на GPU показав, що за batch=1 YOLOv8n забезпечує близько 80 FPS для 640×640, тоді як SSD MobileNetV3 – близько 57 FPS для 320×320. Таким чином, YOLOv8n є швидшою попри більший розмір вхідного зображення. Розмір ваг YOLOv8n становить близько 11,78 МБ проти 17,17 МБ у SSD, що є перевагою при розгортанні на пристроях із обмеженою пам'яттю. Отримані результати дозволяють рекомендувати YOLOv8n для систем із доступним GPU-ресурсом, наприклад Jetson Nano, як компроміс між точністю, швидкістю та компактністю, тоді як SSD MobileNetV3 має потенціал для надлегких платформ на кшталт Raspberry Pi Zero за умови подальшої оптимізації (квантизація до INT8, зменшення розміру вхідного зображення, frame skipping, використання MobileNetV3-Small). Практичним результатом роботи є рекомендації щодо вибору та налаштування детекторів об'єктів відповідно до обчислювального профілю цільової платформи для бортових систем комп'ютерного зору автономних дронів.

## Література

1. Ultralytics. YOLOv8. Home – Ultralytics YOLO Docs. URL: <https://docs.ultralytics.com/models/yolov8/>
2. Liu W., Anguelov D., Erhan D., Szegedy C., Reed S., Fu C.-Y., Berg A.C. SSD: Single Shot MultiBox Detector Computer Vision – ECCV 2016. Lecture Notes in Computer Science,

- vol. 9905. Cham: Springer, 2016. P. 21–37. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-46448-0\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-46448-0_2)
3. GitHub – ultralytics/ultralytics: Ultralytics YOLO. GitHub. URL: <https://github.com/ultralytics/ultralytics>
  4. PyTorch Documentation. URL: <https://pytorch.org/docs/>

# ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДОСТУПУ ДО ДАНИХ У КЛІЄНТ-СЕРВЕРНИХ СИСТЕМАХ

Манзич Вячеслав Владиславович,

[manzych.viacheslav@student.uzhnu.edu.ua](mailto:manzych.viacheslav@student.uzhnu.edu.ua)

*магістр 2 року навчання, спеціальність 124 Системний аналіз*

Науковий керівник: *к.т.н., доц. Андрашко Ю.В.*

Ефективність взаємодії з даними є ключовим показником якості клієнт-серверних систем. Розвиток апаратного забезпечення не вирішив проблеми продуктивності, оскільки масштаби сучасних проєктів, як і обсяги інформації зростають все більше. За таких умов вибір архітектурного підходу для обміну даними безпосередньо визначає швидкість, стабільність та ефективність системи. В E-commerce проєктах це має вирішальне значення, адже затримки в обробці запитів негативно впливають на користувацький досвід та конкурентоспроможність платформи

Під час дослідження проведено експериментальне порівняння REST API [1] та GraphQL [2] на прикладі системи E-shop розробленої за допомогою NestJS [3] та MongoDB [4]. Метою було з'ясувати, який підхід та в яких випадках забезпечує краще співвідношення між швидкістю, надійністю та можливістю масштабування при різних типах операцій. Використовуючи інструмент K6[5] для тестування вдалося зафіксувати різницю в швидкодії так ефективності використання трафіку кожною з технологій.

У першому сценарії на отримання REST API обробляв 98.68 запитів в секунду (RPS), а GraphQL – 98.49 RPS. Показники середнього часу відгуку теж виявилися досить близькими: 10.15 мс в REST проти 10.99 мс для GraphQL. Найбільша відмінність виявилася в показниках обсягу переданих даних. За час тесту REST API передав 37 мб даних, коли GraphQL – лише 18 мб, тобто різниця більше ніж в 2 рази. Така різниця пояснюється проблемою надлишкової вибірки даних (over-fetching), яка притаманна REST, вона полягає в тому що сервер повертає повний об'єкт ресурсу незалежно від потреб клієнта. В свою чергу GraphQL дозволяє клієнту запитувати лише необхідні поля, що суттєво знизило навантаження на мережу.

Другий етап тестування (POST/Mutation) показав перевагу GraphQL у швидкості обробки запитів. Середній час виконання запиту склав 6.3 мс проти 6.99 мс у REST. Більш показовими є результати метрики p95, яка відображає стабільність системи при пікових навантаженнях. Для GraphQL результат цього показника склав 10.49 мс, тоді як для REST він сягнув 18.11 мс. Це показує те, що механізм типізації та валідації запитів в GraphQL дозволяє обробляти зміни в даних більш стабільно і швидко.

Якщо підвести висновки, можна ствердити, що хоч REST API залишається надійним стандартом для простих систем, GraphQL може забезпечувати кращу ефективність у складніших клієнт-серверних взаємодіях. З результатів, зменшення обсягу трафіку на 50% та краща стабільність часу відгуку роблять GraphQL пріоритетним вибором для масштабованих систем, де є місце критичності користувацького досвіду та оптимізація мережевих ресурсів.

## Література

1. REST API Design Best Practices. URL: <https://restfulapi.net/>
2. GraphQL Learn. URL: <https://graphql.org/learn/>
3. NestJS - A progressive Node.js framework. URL: <https://docs.nestjs.com/>
4. K6 Documentation. URL: <https://k6.io/docs/>
5. MongoDB Documentation. URL: <https://www.mongodb.com/docs/>

## АРХІТЕКТУРА ТРАНСФОРМЕР

Мілюченко Андрій Андрійович., milyuchenko.andrii@student.uzhnu.edu.ua

*магістр 2 року навчання, спеціальність 124 Системний аналіз*

Науковий керівник: *к.ф.-м.н., доц. Глебена М.І.*

Трансформери - це архітектура нейронних мереж, запропонована Vaswani та співавторами у 2017 році в роботі *Attention Is All You Need*. Вона стала основою більшості сучасних моделей для обробки послідовностей і контекстно-залежних даних: від мовних моделей (BERT, GPT, T5) до візуальних і мультимодальних систем (ViT, CLIP, DALL·E). На відміну від попередніх архітектур, таких як рекурентні нейронні мережі (RNN) і мережі довгої короткочасної пам'яті (LSTM), трансформери здатні обробляти послідовності без використання рекурентності, що забезпечує швидше навчання та кращу масштабованість.

На відміну від RNN/LSTM, трансформери не використовують рекурентність. Вони опрацьовують всю послідовність паралельно завдяки механізму самоуваги (self-attention), який визначає, які елементи вхідних даних важливі один для одного.

Базова структура трансформеру складається з кодера, який формує контекстні представлення вхідної послідовності, та декодера, що генерує вихід крок за кроком, спираючись на вже згенеровані токени й результати роботи кодера. У середині кожного блоку застосовуються багатоголова самоувага, позиційне кодування для врахування порядку елементів, паралельні feed-forward мережі, а також залишкові з'єднання й нормалізація шарів.

На практиці для задач розуміння чи класифікації зазвичай достатньо лише кодера, як у моделі BERT, тоді як для генеративних завдань використовують декодер або архітектури, побудовані виключно на декодері, як у випадку GPT.

Серед основних переваг трансформерів - здатність паралелізувати обчислення, оскільки вся послідовність обробляється одночасно, що значно пришвидшує навчання; вміння моделювати далекі залежності завдяки механізму самоуваги, який напряму визначає взаємозв'язки між віддаленими елементами; а також висока масштабованість, за якої якість моделі зростає зі збільшенням обсягів даних і розміру самої моделі.

Сфери застосування трансформерів охоплюють широкий спектр задач: у NLP вони використовуються для машинного перекладу, відповідей на запитання, резюмування та аналізу тональності; у великих мовних моделях лежать в основі сімейств GPT, BERT і T5; у комп'ютерному зорі реалізуються через Vision Transformers; у мультимодальних системах поєднують текст, зображення й аудіо; а в навчанні з підкріпленням та робототехніці вони застосовуються для моделювання поведінки та планування дій у складних середовищах.

У роботі трансформерні моделі використано для задач класифікації та регресії, пов'язаних із прогнозуванням властивостей матеріалів. У ході дослідження вони продемонстрували високу ефективність, зокрема завдяки механізму самоуваги, що дозволяє виявляти приховані залежності між чисельними та структурними характеристиками матеріалів. Це, у свою чергу, забезпечило підвищення точності прогнозування порівняно з традиційними методами машинного навчання.

### Література

1. Vaswani A., Shazeer N., Parmar N., та ін. Attention Is All You Need // Advances in Neural Information Processing Systems. 2017.
2. Devlin J., Chang M.-W., Lee K., Toutanova K. BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding // Proceedings of the 2019 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics. 2019.

## РОЗПОДІЛЕНІ СИСТЕМИ

Савчин Мирослав Володимирович, savchyn.myroslav@student.uzhnu.edu.ua

*магістр 2 року навчання, спеціальність 124 Системний аналіз*

Науковий керівник: *к.ф.-м.н., доц. Глебена М.І.*

Розподілені системи - це інфраструктури, у яких обчислювальні ресурси розміщені на множині взаємопов'язаних вузлів, що працюють як єдина логічна система. Такий підхід дає змогу досягати високої масштабованості, розподіляти навантаження, підвищувати відмовостійкість і забезпечувати безперервність роботи сервісів навіть у разі часткових збоїв. Разом із перевагами виникають і виклики: неоднорідність мережі, непередбачувані затримки, асинхронність обміну та можливі розділення між вузлами. Тому в проектуванні розподілених систем важливу роль відіграють теоретичні моделі, що визначають межі можливих гарантій і компромісів.

Одним із ключових принципів, що окреслюють фундаментальні обмеження таких систем, є CAP-теорема, сформульована Е. Брюером і доведена Гілбертом і Лінчем. Вона визначає, що в умовах мережеских розділень розподілена система не може одночасно забезпечувати узгодженість (Consistency), доступність (Availability) та толерантність до розділень (Partition tolerance). Узгодженість означає, що всі клієнти спостерігають однаковий актуальний стан даних; доступність гарантує відповідь на запит навіть за відмови окремих вузлів; толерантність до розділень вимагає продовження роботи системи незалежно від втрати зв'язку між частинами кластера. Оскільки мережескі розділення неминучі в реальних умовах, розробники змушені обирати між максимізацією доступності та забезпеченням строгої узгодженості, що визначає архітектурні рішення сучасних систем зберігання та обробки даних.

У контексті CAP-теорема особливого значення набуває вибір моделі узгодженості, де найбільш поширеними підходами є strong consistency та eventual consistency. Strong consistency гарантує, що всі вузли синхронно відображають найновіший стан даних: будь-яка операція читання повертає результат останнього підтвердженого запису. Це забезпечує передбачувану поведінку та простішу логіку застосунків, проте збільшує затримки й погіршує доступність у разі мережеских проблем. Eventual consistency, навпаки, допускає тимчасові розбіжності між копіями даних, фокусуючись на доступності: система відповідає швидко, а узгодження між вузлами досягається поступово. Такий підхід підвищує масштабованість і стійкість до розділень, хоча й ускладнює роботу з даними, які можуть бути «застарілими» на момент читання.

У межах дослідження було зосереджено увагу на практичних аспектах забезпечення узгодженості даних у мікросервісній архітектурі. Основний акцент зроблено на застосуванні патернів Saga, Outbox та Inbox, а також на використанні механізмів ідемпотентної обробки повідомлень. Реалізований підхід передбачав атомарне фіксування локальних змін у сервісі з одночасним формуванням події, подальшу гарантовану доставку цієї події іншим компонентам та контроль її однократного застосування, що дозволяло уникати ситуацій часткового оновлення стану системи. Додатково було впроваджено логіку компенсаційних дій і автоматичного відновлення послідовності бізнес-операцій після тимчасових збоїв, включаючи повторну доставку повідомлень, затримки у брокері та відновлення роботи окремих сервісів. Така комбінація патернів дала змогу оцінити ефективність підходу у підтриманні цілісності та узгодженості даних в умовах нестабільної мережескої взаємодії та неоднорідної доступності компонентів.

### Література

1. Brewer E. A. Towards robust distributed systems (abstract) // Proceedings of the Nineteenth Annual ACM Symposium on Principles of Distributed Computing. 2000.

2. Gilbert S., Lynch N. Brewer's conjecture and the feasibility of consistent, available, partition-tolerant web services // ACM SIGACT News. 2002. Vol. 33, No. 2. P. 51–59.
3. Tanenbaum A. S., Van Steen M. Distributed Systems: Principles and Paradigms. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2007. 1070 p.
4. Vogels W. Eventually Consistent // Communications of the ACM. 2009. Vol. 52, No. 1. P. 40–44.
5. Kleppmann M. Designing Data-Intensive Applications: The Big Ideas Behind Reliable, Scalable, and Maintainable Systems. Sebastopol: O'Reilly Media, 2017. 616 p.

# ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ПРОСТОЇ МОДЕЛІ ОДНОШАРОВОГО ПЕРЦЕПТРОНА, РЕАЛІЗОВАНОЇ МОВОЮ C++

Староста Анастасія Василівна, [starosta.anastasiia@student.uzhnu.edu.ua](mailto:starosta.anastasiia@student.uzhnu.edu.ua)

*студентка 2 курсу, спеціальність 124 Системний аналіз*

Науковий керівник: *к.ф.-м.н. Антосяк П.П.*

Штучні нейронні мережі є основою сучасних систем штучного інтелекту, які імітують процеси обробки інформації, подібні до тих, що відбуваються в людському мозку. Однією з перших математичних моделей, що поклала початок цій галузі, був перцептрон — алгоритм, який відтворює принципи біологічної функції нейронів, отримуючи вхідні сигнали, оцінюючи їх і формуючи вихідні сигнали залежно від порогового значення [2].

Перцептрон вважається основою сучасної побудови алгоритмів, оскільки він першим продемонстрував можливість навчання штучної системи за допомогою прикладів. Хоча його структура була простою, він заклав основи концепції адаптивних параметрів: тобто ваг, які змінюються під впливом нових даних. Такий підхід дозволив перейти від статичних алгоритмів до динамічних систем, які можуть вдосконалюватися в процесі навчання.[6]

Як модель, перцептрон був розроблений американським дослідником Френком Розенблаттом у 1957 році. Його основною ідеєю було створення механізму, який міг би навчитися розпізнавати зображення, поступово коригуючи вагові коефіцієнти на основі різниці між очікуваним і фактичним результатом. Таким чином, модель адаптувалася до вхідних даних і покращувала результати класифікації. Пізніше перцептрон став основою для розвитку теорії машинного навчання [1].

Перші експерименти Розенבלата проводилися на машині Mark I Perceptron, яка складалася з системи камер для зчитування зображень і металевої реалізації зважених зв'язків. Хоча її технологічні можливості були обмежені, ця машина могла розпізнавати прості візерунки. Її розробка стала значним проривом у кібернетиці та привернула увагу наукової спільноти до вивчення моделей навчання, здатних автоматично коригувати свої параметри на основі досвіду.[7]

В загальних рисах, перцептрон — це адаптивна система, що складається з низки вхідних сигналів, вагових коефіцієнтів, функцій активації та вихідних сигналів. Процес навчання відбувається на основі оновлення ваг відповідно до різниці між очікуваними та фактичними результатами.[2]

Цей принцип лежить в основі більшості сучасних алгоритмів нейронних мереж [2].

Головною особливістю класичного перцептрона є використання простої порогової функції активації. Хоча це дозволяє моделі приймати чіткі рішення – «так» або «ні» – сучасні системи часто використовують плавні функції активації, такі як сигмоїдна, ReLU або гіперболічна тангенс. Вони забезпечують кращі можливості навчання, особливо в глибоких мережах, де необхідне поширення градієнта.

Існує два основних типи перцептронів: одношарові та багатошарові. Одношаровий перцептрон складається з одного шару нейронів і використовується для вирішення лінійно роздільних завдань. Багатошаровий перцептрон (MLP) містить один або кілька прихованих шарів, що дозволяє йому розпізнавати складні нелінійні залежності [1].

Одношаровий перцептрон є найпростішою моделлю нейронної мережі. Його структура включає вхідні змінні, вагові коефіцієнти, порогову функцію активації та вихідне значення. Якщо зважена сума перевищує задане порогове значення, нейрон активується (вихідне значення = 1); в іншому випадку вихідне значення дорівнює 0. Цей механізм дозволяє моделі виконувати прості логічні операції, такі як диз'юнкція, заперечення та кон'юнкція[5].

Водночас одношаровий перцептрон не може розв'язати задачі, що не є лінійно роздільними. Це є ключовим обмеженням моделі, проте саме завдяки його простоті можна детально вивчити основи навчання нейронних мереж і зрозуміти процес корекції ваг у системах штучного інтелекту [1].

Найвідомішим прикладом проблеми, яку неможливо вирішити за допомогою одношарового перцептрона, є логічна функція XOR. Ця проблема стала причиною тимчасового спаду досліджень у галузі нейронних мереж у 1960-х і 1970-х роках, коли стало зрозуміло, що перцептрон не має достатньої виразності. Лише після розробки багатошарових мереж і алгоритму зворотного поширення помилок дослідження нейронних мереж знову набули значного поширення.[7]

Застосування простої моделі одношарового перцептрона в мові програмування C++ дає можливість досліджувати алгоритмічні основи низькорівневого навчання нейронних мереж. Мова C++ забезпечує ефективну роботу з масивами, високу швидкість виконання операцій та можливість оптимізації обчислень. Це дозволяє створити програму, яка виконує ініціалізацію ваг, оновлює їх відповідно до правила навчання, обчислює активаційну функцію і формує результати виходу [4].

У реалізації на C++ важливо враховувати такі аспекти, як правильний вибір коефіцієнта навчання, випадкова ініціалізація ваг та кількість епох. Навіть незначні зміни цих параметрів можуть мати значний вплив на здатність моделі до навчання. Навіть проста зміна цих параметрів може суттєво вплинути на здатність моделі до навчання. Наприклад, надто великий коефіцієнт навчання може спричинити нестабільність, тоді як надто малий — уповільнити збіжність алгоритму.

**Висновок.** Отже, дослідження показало, що одношаровий перцептрон, незважаючи на свою простоту, є фундаментальною моделлю, яка допомагає зрозуміти ключові принципи навчання штучних нейронних мереж. Його реалізація мовою C++ не лише демонструє базові алгоритмічні процеси, але й створює основу для подальшого вивчення більш складних моделей, таких як багатошарові перцептрони та глибинні нейронні мережі.

## Література

1. Бондар О., Лісовиченко О. Огляд та аналіз одного з підходів до навчання моделі нейронної мережі. *Applied Systems Analysis*. 2022. URL: <https://asac.kpi.ua/article/view/226815>
2. W3Schools UA. Перцептрони [Електронний ресурс]. URL: [https://w3schoolsua.github.io/ai/ai\\_perceptrons.html](https://w3schoolsua.github.io/ai/ai_perceptrons.html)
3. W3Schools UA. Приклади роботи перцептронів [Електронний ресурс]. URL: [https://w3schoolsua.github.io/ai/ai\\_perceptrons.html](https://w3schoolsua.github.io/ai/ai_perceptrons.html)
4. Зінов'єва О. Г. Огляд програмних засобів для роботи з нейронними мережами. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. 2020. URL: [https://journals.kntu.kherson.ua/index.php/visnyk\\_kntu/article/view/640](https://journals.kntu.kherson.ua/index.php/visnyk_kntu/article/view/640)
5. Яковин С., Мельничук С. Апроксимація індикаторних функцій у контексті ймовірнісного дискретного перцептрона. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2023.
6. Хайкін С. *Нейронні мережі: повний курс*. Київ: Вільямс, 2020. 1104 с.
7. Rosenblatt F. The Perceptron: A Probabilistic Model for Information Storage and Organization in the Brain // *Psychological Review*. 1958. Vol. 65, No. 6. P. 386–408. DOI: 10.1037/h0042519

# РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО ДОДАТКА ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЇ РЕЦЕПТІВ

Трикур Артем Іванович, [trykur.artem@student.uzhnu.edu.ua](mailto:trykur.artem@student.uzhnu.edu.ua)

студент 3 курсу, спеціальність 124 Системний аналіз

Науковий керівник: к.ф.-м.н., доц. Брила А.Ю.

Сучасний темп життя вимагає ефективних інструментів для організації повсякденних справ, зокрема планування харчування та приготування страв. Використання мобільних додатків значно спрощує роботу з рецептами, дозволяючи зберігати, структурувати та швидко отримувати доступ до потрібної інформації. Саме тому актуальною є розробка мобільного додатка, який забезпечує зручну взаємодію користувача з власною кулінарною базою даних.

Створено мобільний застосунок для зберігання та організації рецептів з підтримкою бази даних, зручним інтерфейсом та повним CRUD-функціоналом. Для реалізації проекту обрано фреймворк Flutter, що дозволяє створювати застосунки з єдиною кодовою базою, а також локальну базу даних **SQLite**, керовану через бібліотеку Drift. Такий підхід забезпечує високу продуктивність, автономність роботи без інтернет-підключення та масштабованість проекту.

У додатку реалізовано можливості створення (рис. 1), редагування (рис. 2) та видалення рецептів, що містять такі атрибути, як назва, опис, час приготування, складність, категорія та кількість порцій (рис. 3). Передбачена підтримка додавання інгредієнтів (рис. 4) і покрокових інструкцій, що дозволяє користувачу формувати повноцінні рецепти. Окремою функцією є масштабування порцій, що динамічно змінює кількість інгредієнтів за вибором користувача.

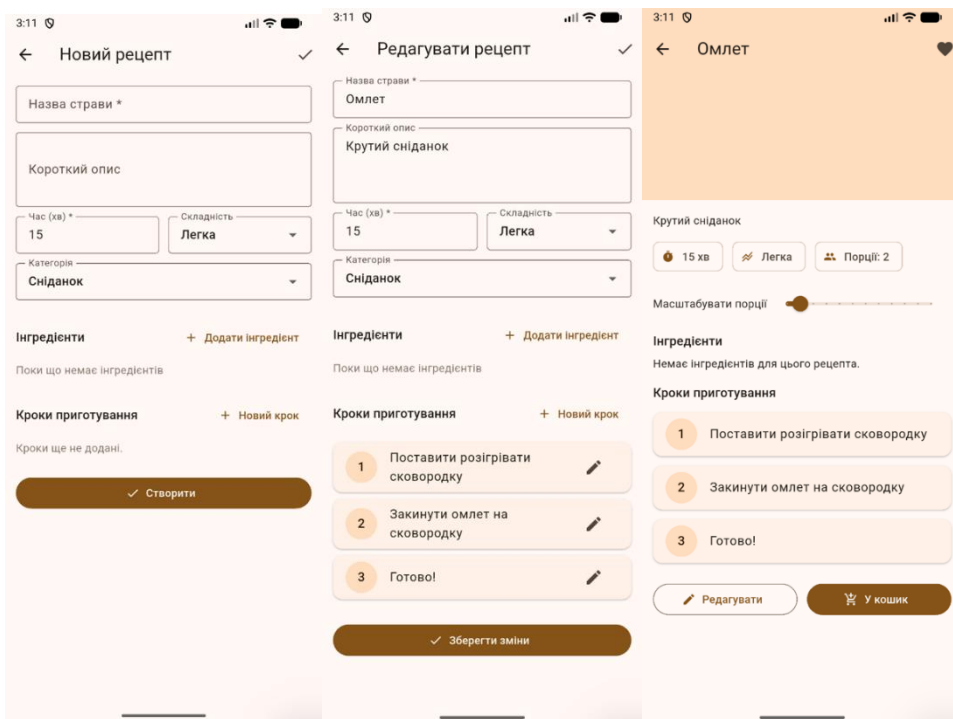


Рис. 1

Рис. 2

Рис. 3

Корисною можливістю є категоризація рецептів за типами страв (сніданок, обід, вечеря, десерт тощо) (рис. 5), а також пошук та фільтрація (рис. 6), що полегшує навігацію у великій колекції даних. Реалізовано механізм додавання рецептів у вибране (рис. 7), що підвищує зручність користування та дозволяє застосовувати систему як інструмент планування.

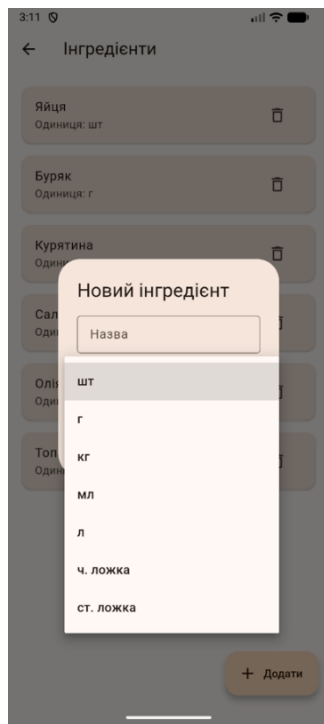


Рис. 4.

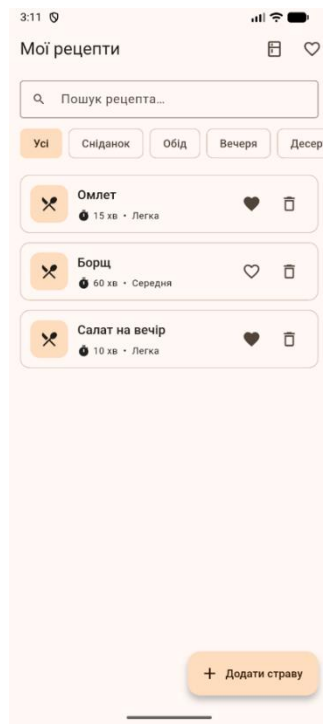


Рис. 5

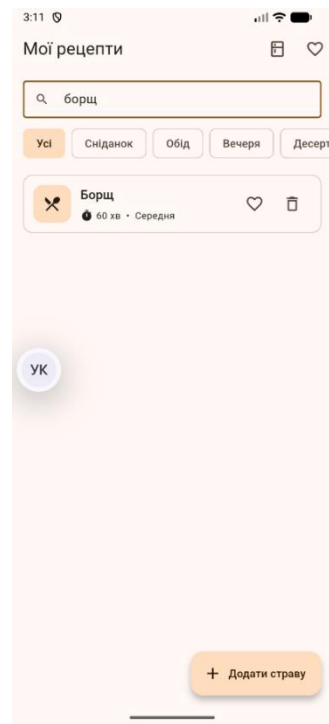


Рис. 6

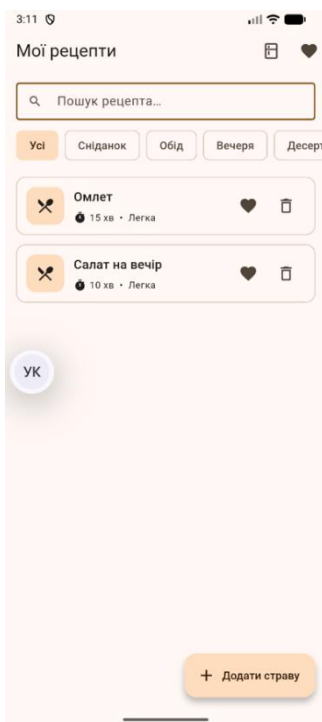


Рис. 7

## Література

1. Flutter documentation. URL: <https://docs.flutter.dev> (дата звернення: 16.11.2025).
2. Drift (Moor). Documentation. URL: <https://drift.simonbinder.eu> (дата звернення: 16.11.2025).
3. SQLite. Documentation. URL: <https://www.sqlite.org/docs.html> (дата звернення: 16.11.2025).
4. Material Design Guidelines. URL: <https://m3.material.io> (дата звернення: 15.10.2025).

# ДОСЛІДЖЕННЯ І ПОРІВНЯННЯ РЕЙТИНГОВИХ СИСТЕМ У ІГРАХ З НУЛЬОВОЮ СУМОЮ

Фейса Богдан Іванович, feisa.bohdan@student.uzhnu.edu.ua

*студент 3 курсу, спеціальність 124 Системний аналіз*

*Науковий керівник: к.ф.-м.н., доц. Брила А.Ю.*

Ігри з нульовою сумою (zero-sum games) моделюють ситуації суворого суперництва, де виграш одного учасника еквівалентний програшу іншого. Ключовою задачею в організації змагань є коректна оцінка сили гравців (matchmaking). Метою роботи є порівняльний аналіз ефективності алгоритмів Elo, Glicko-2 та TrueSkill у контексті швидкості збіжності та прогностичної точності.

Математичною основою більшості рейтингових систем є модель попарних порівнянь Бредлі-Террі. У класичній системі Ело ймовірність перемоги гравця А над гравцем В визначається як:

$$EA = \frac{1}{1 + 10^{(RB-RA)/400}}$$

де RA, RB – поточні рейтинги.

У іграх з нульовою сумою зміна рейтингу відбувається за правилом:

$$RA' = RA + K(SA - EA),$$

де SA – фактичний результат (1, 0.5 або 0), а K – коефіцієнт динамічності.

На відміну від Elo, система Glicko вводить поняття відхилення рейтингу (rating deviation, RD), що дозволяє враховувати невпевненість у силі гравця. У роботі проведено моделювання турнірного процесу (Monte Carlo simulation) на вибірці з 10000 партій.

Порівняльний аналіз показав, що для ігор з високою частотою матчів та стабільним пулом гравців (шахи, Go) система Elo залишається оптимальною через обчислювальну простоту. Однак для онлайн-ігор з нульовою сумою (MOBA, RTS), де присутній фактор "смурфінгу" та довгих перерв між сесіями, байєсівські системи типу Glicko-2 та TrueSkill демонструють на 18-22% меншу середньоквадратичну похибку (RMSE) при прогнозуванні результатів.

## **Література**

1. Elo A. E. The Rating of Chessplayers, Past and Present. New York: Arco Pub., 1978. 206 p.
2. Glickman M. E. Parameter estimation in large dynamic paired comparison experiments. Applied Statistics. 1999. Vol. 48. P. 377–394.

# МЕТОДИ РОЗПАРАЛЕЛЮВАННЯ ОБЧИСЛЕНЬ У ІГРОВИХ РУШІЯХ

Чіка Костянтин Романович, [chika.kostyantyn@student.uzhnu.edu.ua](mailto:chika.kostyantyn@student.uzhnu.edu.ua)

*магістр 2 року навчання, спеціальність 124 «Системний аналіз»*

Науковий керівник: *к.т.н., доц. Андрашко Ю.В.*

Сучасні ігрові проекти характеризуються все більшими за розміром та деталізацією віртуальними світами, що суттєво підвищує вимоги до продуктивності рушія та ефективності процедурної генерації. За таких умов вибір підходу до побудови ігрового оточення безпосередньо впливає на швидкість завантаження сцен, стабільність роботи застосунку та можливість масштабування проекту

У процесі дослідження продуктивності різних підходів до генерації ігрового світу в Unity 6.2 було проведено експериментальне порівняння трьох методів: класичного послідовного алгоритму, паралельної обробки з використанням Jobs + Burst Compiler та рендерингу об'єктів через GPU Instancing. Метою аналізу було з'ясувати, який підхід забезпечує найкраще співвідношення між швидкістю, масштабованістю та стабільністю роботи при генерації великих локацій. Результати експерименту показали суттєвий розрив у продуктивності між традиційною реалізацією та сучасними підходами до розпаралелювання. Класичний метод, у якому логіка генерації виконується на головному потоці, продемонстрував час 5.7 секунди. Такий підхід є найпростішим у реалізації, проте він погано масштабується: усі обчислення виконуються послідовно, що призводить до блокування основного потоку та помітних затримок у роботі застосунку.

Другим методом був використаний Jobs System [1] у поєднанні з Burst Compiler [2]. Отриманий результат – 4.95 секунди, що вже наочно демонструє зменшення часу виконання майже на 15%. Прискорення пояснюється тим, що Job System дозволяє розподілити обчислення між декількома ядрами процесора, уникаючи небезпечних операцій з пам'яттю. Burst Compiler, у свою чергу, оптимізує машинний код, використовуючи SIMD-інструкції, агресивні оптимізації та низькорівневі перетворення. У порівнянні з класичним методом, Jobs + Burst зменшує навантаження на головний потік і більш ефективно використовує апаратні ресурси CPU. Це робить підхід особливо вигідним для генерації висотних карт, шумів та інших математично інтенсивних частин алгоритму.

Найкращий результат продемонстрував підхід із застосуванням GPU Instancing [3] – 3.2 секунди, що у 1.7 рази швидше, ніж класичний варіант. Перевага цього методу полягає у перенесенні значної частини роботи з CPU на графічний процесор. GPU Instancing дозволяє відображати велику кількість однакових або подібних об'єктів за один виклик рендеру, уникаючи дублювання операцій. Це особливо важливо для генерації лісів, каміння, рослинності та інших повторюваних елементів світу. GPU набагато краще адаптований до масових паралельних операцій, тому зменшення навантаження на CPU одразу дає відчутний приріст FPS та швидкості генерації.

Обидва сучасні методи демонструють важливу тенденцію: продуктивність світу в Unity суттєво зростає, коли обчислення або рендеринг розпаралелюються та переносяться на відповідні апаратні блоки. JobsBurst забезпечує оптимізацію саме CPU-обчислень, а GPU Instancing дозволяє максимально ефективно використовувати графічний процесор. У сукупності ці підходи дають можливість будувати значно більші й деталізованіші світи без втрати продуктивності, що робить їх ключовими технологіями для сучасних ігрових рушіїв та інструментів процедурної генерації.

## Література

1. Job system overview. URL: <https://docs.unity3d.com/6000.2/Documentation/Manual/job-system-overview.html>

2. Burst Compiler. URL: <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.burst@1.8/manual/index.html>
3. Introduction to GPU instancing. URL: <https://docs.unity3d.com/6000.2/Documentation/Manual/GPUInstancing.html>

### **Секція 3. ПРИКЛАДНА МАТЕМАТИКА**

Керівник секції: д. пед. н., доц. Мулеса Павло Павлович

# ОГЛЯД ІНФРАСТРУКТУРИ HUGGING FACE ДЛЯ МАСШТАБОВАНОГО РОЗГОРТАННЯ МОДЕЛЕЙ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

Кондрук Габрієлла Євгенівна, [gabriella.kondruk@student.uzhnu.edu.ua](mailto:gabriella.kondruk@student.uzhnu.edu.ua)

*студентка 1 курсу, спеціальність 113 Прикладна математика*

Науковий керівник: *д.т.н., проф. Маляр М.М.*

Актуальність теми зумовлена стрімким зростанням кількості даних, моделей машинного навчання та потребою в ефективному, масштабованому й доступному середовищі для їх практичного впровадження [1]. Розгортання моделей у вебсередовищі дозволяє забезпечити швидке тестування, інтеграцію в готові інформаційні системи, а також доступ до функціоналу моделей великому колу користувачів без необхідності встановлення додаткового програмного забезпечення. Це особливо важливо в умовах, коли сучасні алгоритми обробки даних, комп'ютерного зору та глибинного навчання потребують значних обчислювальних ресурсів і спеціалізованої інфраструктури.

Hugging Face [2] пропонує комплекс інструментів і сервісів, що охоплюють повний життєвий цикл моделей машинного навчання – від обміну і версіонування артефактів на Hub до публікації інтерактивних демонстрацій і промислового розгортання з автоматичним масштабуванням. Однією з центральних складових екосистеми є Spaces – хостингова платформа, яка дозволяє розробникам і дослідникам швидко публікувати як інтерактивні демонстрації моделей (web-інтерфейси), так і невеликі продуктивні додатки [3]. Spaces підтримує два популярні Python-фреймворки для створення інтерфейсів – Gradio і Streamlit – завдяки чому автори можуть мінімальною кількістю рядків коду перевести локальну коробкову реалізацію моделі у доступну онлайн-демо-версію, що важливо для валідації користувацького досвіду, швидкого прототипування й поширення результатів досліджень.

Ключова перевага Spaces – її тісна інтеграція з Hugging Face Hub: модель, що зберігається на Hub разом із паспортом моделі і метаданими, можна безпосередньо підключити до Space, що спрощує процес деплою і забезпечує відтворюваність (reproducibility) експериментів [4]. Така інтеграція дозволяє розробникам дотримуватися практик репозитарного контролю версій (Git-styled workflow) та публікувати оновлення моделі разом із вимогами до середовища (requirements.txt), конфігураціями й тестовими прикладами. У сукупності це зменшує бар'єри входу для повторного використання та адаптації моделей іншими командами.

Для комерційних або критично важливих завдань, що потребують високої продуктивності, безпеки та дотримання угод про рівень обслуговування (Service Level Agreement), Hugging Face пропонує Inference Endpoints – керований сервіс розгортання, який надає моделі виділений REST/HTTP інтерфейс з автоматичним масштабуванням. Inference Endpoints призначені для переходу від демонстрації або дослідницького прототипу до виробничого використання: вони реалізують ізольовані середовища виконання, можливості автентифікації, логування й моніторингу, а також механізми автоматичного масштабування під навантаження [4]. Завдяки такому підходу організації отримують готову до виробництва інфраструктуру без необхідності будувати й підтримувати повний стек сервісів самостійно.

Окрему увагу варто приділити оптимізації продуктивності та використанню апаратних прискорювачів. Hugging Face розвиває набір бібліотек і адаптерів (зокрема Accelerate та Optimum), які дозволяють ефективно масштабувати тренування й інференс на мульти-GPU, TPU і в середовищах розподілених обчислень. Accelerate спрощує портування PyTorch-коду між різними конфігураціями (від одного GPU до кластерів із FSDP) і зменшує потребу в ручному налаштуванні розподілених механізмів, тоді як Optimum і спеціалізовані

адаптери забезпечують низькорівневе прискорення через ONNX, ONNX Runtime, апаратно-специфічні бібліотеки та оптимізації для TPU, що суттєво знижує затримку інференсу і/або загальні обчислювальні витрати [3]. Це дозволяє користувачам переносити моделі від дослідницького середовища в продуктивні кластери з меншими витратами часу на реінжиніринг.

Практики виробничого розгортання в екосистемі Hugging Face також включають низку технік для зменшення ресурсної інтенсивності й підвищення швидкодії: квантизація моделей, конвертація у формати, оптимізовані для інференсу (ONNX), використання батчування запитів та кешування результатів для часто повторюваних запитів. Крім того, для генеративних моделей (наприклад TGI – Text-Generation-Inference) існують спеціалізовані рушії та інструменти, які адаптовані до вимог низької латентності та одночасної обробки великої кількості клієнтів. Важливо: при розгортанні слід також враховувати питання безпеки й довіри – у літературі та практичних дослідженнях зафіксовано ризики, пов’язані з форматами моделей або шкідливим вмістом, які можуть ускладнювати безпечне повторне використання моделей зі спільних репозиторіїв [3]. Тому промислові робочі процеси часто включають сканування артефактів, обмеження форматів завантаження та додаткові політики завантаження й валідації.

Також важливо підкреслити, що Hugging Face – це не лише набір інструментів для одноразового деплою, а екосистема для колективної розробки: Hub містить мільйони моделей і датасетів, а модельні картки (model cards) й шаблони (dataset cards) полегшують відтворюваність, документування обмежень моделі та відповідність етичним/правовим вимогам. Така інфраструктура сприяє швидшому переносу наукових результатів у прикладні сервіси й одночасно підкреслює необхідність ретельної перевірки й контролю перед масовим розгортанням.

## Література

1. Ribeiro M., Grolinger K., Capretz M. A. M. MLaaS: Machine Learning as a Service. *2015 IEEE 14th International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA)*, Miami, FL, USA, 9–11 December 2015. 2015. URL: <https://doi.org/10.1109/icmla.2015.152> (date of access: 20.11.2025).
2. Hugging Face – The AI community building the future. Hugging Face – The AI community building the future. URL: <https://huggingface.co/> (date of access: 20.11.2025).
3. Osborne C., Ding J., Kirk H. R. The AI community building the future? A quantitative analysis of development activity on Hugging Face Hub // *Journal of Computational Social Science*. 2024. URL: <https://doi.org/10.1007/s42001-024-00300-8> (date of access: 20.11.2025).
4. Timsina P. *Building Transformer Models with PyTorch 2.0: NLP, Computer Vision, and Speech Processing with PyTorch and Hugging Face* / Prem Timsina. – BPB Publications, 2024. – 310 с. – ISBN 9789355517494 (date of access: 20.11.2025).

# РЕАЛІЗАЦІЯ ГІБРИДНОЇ СИСТЕМИ ОБЛІКУ ТОВАРІВ ЗАСОБАМИ EXCEL (VBA) ТА MYSQL

Тегза Максим Мирославович, [tegza.maksym@student.uzhnu.edu.ua](mailto:tegza.maksym@student.uzhnu.edu.ua)

студент 2 курсу, спеціальність 113 Прикладна математика

Науковий керівник: д.пед.н., доц. Повідайчик М.М.

Ефективне управління даними є невід'ємною частиною сучасних бізнес-процесів, широко застосовується у торгівлі, логістиці, складському обліку, тощо. Надійна система обліку потребує не лише зручного інтерфейсу, а й стабільного сховища даних. Одним із найпоширеніших інструментів для початкового обліку є Microsoft Excel [1], але його можливостей недостатньо для забезпечення цілісності даних при зростанні обсягів інформації. Метою роботи було вивчення особливостей реалізації клієнт-серверної архітектури, де інтерфейсом виступає Excel (VBA), а базою даних – MySQL [2].

## Які переваги поєднання MS Excel та MySQL?

Мова VBA (Visual Basic for Applications) використовується через її глибоку інтеграцію з офісними пакетами та простоту створення графічних інтерфейсів [4]. Основною СУБД для цього дослідження було обрано MySQL, тому що вона забезпечує реляційну цілісність, підтримує багатокористувацький доступ, дає повний контроль над транзакціями та сумісна з технологією ADODB [2].

## MySQL та ADODB. Теорія та особливості практичної реалізації.

Основним об'єктом у даному дослідженні виступає товарний обіг. У реляційній базі даних інформація зберігається у таблицях (products, categories, transactions), що дозволяє уникнути дублювання даних та забезпечити їхню узгодженість. Процес роботи системи складається з кількох етапів:

- **Підключення.** Використовується драйвер MySQL ODBC [3] та бібліотека ADODB. Створюється об'єкт Connection, який забезпечує зв'язок між Excel та сервером [5].
- **Маніпуляція даними.** Замість прямих записів у комірки, VBA надсилає SQL-запити. Для читання даних використовується об'єкт Recordset (аналог контейнера) [5].
- **Транзакції.** Оновлення залишку в таблиці products та запис у журнал transactions виконуються в межах однієї транзакції [2].

## Результати практичного застосування.

Практична частина роботи полягає у створенні набору інтерактивних форм (UserForms), які забезпечують зручний інтерфейс для роботи з базою даних:

- **Форма надходження товарів (Goods).** Вона реалізує логіку оновлення існуючого запису або створення нового. Особливістю форми є використання ComboBox, які підвантажують категорії та постачальників безпосередньо з БД при відкритті форми.

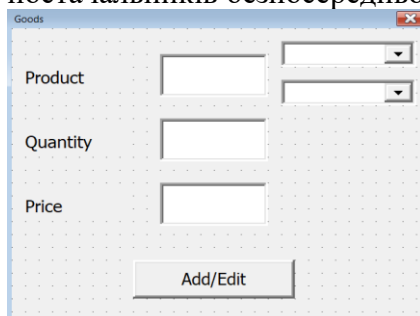


Рис. 1

- **Форма списання (WriteOff).** Вона містить логіку валідації залишків: система перевіряє кількість товару на складі перед виконанням транзакції, що запобігає появі від'ємних величин.

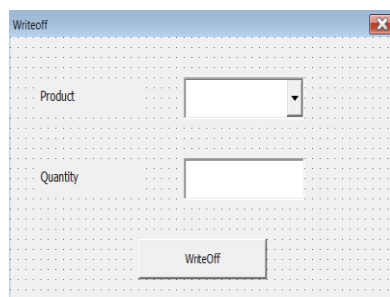


Рис. 2

- **Модуль звітності.** Замість повільного перебору комірок засобами Excel, реалізовано виконання складного SQL-запиту з об'єднанням трьох таблиць (LEFT JOIN). Отриманий результат миттєво вивантажується на аркуш за допомогою методу CopyFromRecordset.

Для організації навігації розроблено головну форму (MainMenuForm). Вона забезпечує централізований доступ до всіх модулів системи через єдиний графічний інтерфейс, об'єднуючи їх у завершений програмний продукт.

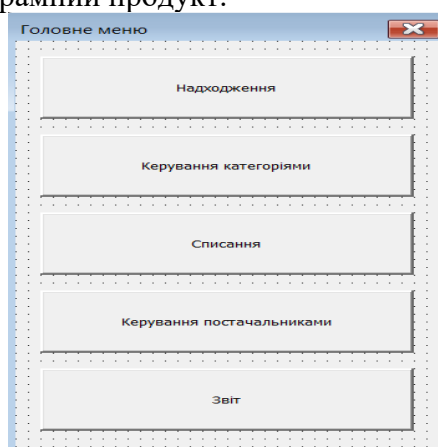


Рис. 3

**Висновки.** Отже, поєднання можливостей Excel та MySQL демонструє хороші можливості для автоматизації малого бізнесу. Особливо з використанням SQL-запитів на стороні сервера дана система є значно продуктивнішою за звичайні формули Excel, а використання реляційної моделі гарантує цілісність даних. Була поставлена мета вивчити базові можливості інтеграції VBA з зовнішніми базами даних. Зазначимо, що для надійної роботи потрібна нормалізація даних та захист від SQL-ін'єкцій.

### Література

1. Alexander M., Kusleika D. Excel 2019 Power Programming with VBA. Indianapolis: John Wiley & Sons, 2019. 768 p.
2. Oracle Corporation. MySQL 8.0 Reference Manual. URL: <https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/> (дата звернення: 14.11.2025).
3. Oracle Corporation. MySQL Connector/ODBC Developer Guide. URL: <https://dev.mysql.com/doc/connector-odbc/en/> (дата звернення: 14.11.2025).
4. Microsoft. Office Visual Basic for Applications (VBA) Reference. URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/office/vba/api/overview/> (дата звернення: 11.11.2025).
5. Microsoft. ADO Programmer's Guide [Electronic resource]. URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/office/client-developer/access/desktop-database-reference/ado-programmer-s-guide> (дата звернення: 18.11.2025).

# ОПТИМІЗАЦІЯ РОБОТИ ВЕБСАЙТУ

Мацко Олександр Анатолійович, [matsko.oleksandr@student.uzhnu.edu.ua](mailto:matsko.oleksandr@student.uzhnu.edu.ua)

магістр 2 року навчання, спеціальність 113 Прикладна математика

Науковий керівник: *д. пед. н., доц. Мулеса Павло Павлович*

У сучасному інформаційному суспільстві вебсторінки та вебресурси відіграють ключову роль у забезпеченні комунікації, передачі даних та взаємодії між користувачами й організаціями. Зі зростанням обсягів інформації та збільшенням кількості інтернет-користувачів підвищуються вимоги до швидкодії, стабільності та зручності роботи вебсайтів. Навіть незначні затримки у завантаженні або недоліки у структурі сторінок здатні негативно впливати на поведінку відвідувачів, знижувати конверсію та погіршувати позиції у пошуковій видачі. Саме тому питання оптимізації вебсторінок набуває особливої актуальності й потребує комплексного підходу.

Оптимізація вебсторінки охоплює широкий спектр заходів, що спрямовані на підвищення її ефективності, продуктивності та доступності. Сутність оптимізації полягає у вдосконаленні структури ресурсу, поліпшенні програмного коду, оптимізації графічних матеріалів, правильній організації контенту та забезпеченні коректної взаємодії з пошуковими системами [1]. Процес оптимізації складається з декількох взаємопов'язаних етапів: аналізу поточного стану вебресурсу, планування вдосконалень, практичної реалізації технічних і структурних змін, а також тестування та подальшого моніторингу результатів. Особливе значення мають інструменти аудиту, такі як Google PageSpeed Insights, Lighthouse та WebPageTest, що дозволяють оцінити швидкість завантаження, виявити "вузькі місця" продуктивності та сформулювати рекомендації щодо їх усунення.

Ключовими напрямками оптимізації є технічна оптимізація (мінімізація коду, оптимізація запитів, використання кешування), підвищення продуктивності (оптимізація зображень, lazy loading, використання сучасних форматів WebP), покращення користувацького досвіду (зрозуміла навігація, адаптивний дизайн, доступність), а також SEO-оптимізація, що визначає видимість сторінки у пошукових системах та впливає на її трафік.

Таким чином, оптимізація вебсторінки є комплексним, безперервним процесом, що дозволяє забезпечити високу якість роботи вебресурсу, задовольнити потреби користувачів і відповідати сучасним вимогам цифрового середовища. Проведений аналіз підкреслює важливість системного підходу до оптимізації як одного з ключових факторів успішного функціонування вебсайтів у сучасних умовах.

## Література

1. Overview of Web Application Performance Optimization Techniques. URL: [https://www.researchgate.net/publication/387026070\\_Overview\\_of\\_Web\\_Application\\_Performance\\_Optimization\\_Techniques](https://www.researchgate.net/publication/387026070_Overview_of_Web_Application_Performance_Optimization_Techniques) (дата звернення: 20.11.2025)
2. Lighthouse. URL: <https://developer.chrome.com/docs/lighthouse> (дата звернення: 20.11.2025)
3. Web Performance Made Easy - Google I/O 2018 edition URL: <https://web.dev/articles/web-performance-made-easy>(дата звернення: 20.11.2025)