

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

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

м. Ужгород | 20 травня 2025 року

УДК 51+001

Матеріали підсумкової наукової студентської конференції факультету математики та цифрових технологій ДВНЗ «УжНУ», 20 травня 2025 року.
Ужгород: ДВНЗ «УжНУ», 2025. 84 с.

У збірнику представлено тези доповідей учасників щорічної підсумкової наукової студентської конференції факультету математики та цифрових технологій ДВНЗ «УжНУ» (20 травня 2025 року). Матеріали наукової конференції подані в авторському варіанті. Відповідальність за представлений матеріал несуть здобувачі освіти та їх наукові керівники.

Рекомендовано до друку науково-методичною комісією факультету математики та цифрових технологій ДВНЗ “Ужгородський національний університет” від 27 травня 2025 року, протокол № 9.

Укладач: Синявська О. О.

© ДВНЗ «УжНУ», 2025

© Автори публікацій, 2025

ЗМІСТ

Секція 1. СЕРЕДНЯ ОСВІТА, МАТЕМАТИКА	6
<i>Афанасенко Т.М.</i> Математичні основи кластерного аналізу та його застосування в соціології.	7
<i>Брич Н.А.</i> Використання цифрових технологій для візуалізації тіл обертання та многогранників у шкільному курсі математики	8
<i>Гайович В.В.</i> Монотонність та екстремум функцій, дослідження та приклади	9
<i>Глагола Я.М.</i> Моделювання в економіці: моделі економічного росту.....	11
<i>Густей Н.В.</i> Методика розв'язування тригонометричних нерівностей.....	12
<i>Даниловська А.С.</i> Особливості вивчення поняття похідної та її застосування у профільній школі.....	13
<i>Йордан В.В.</i> Застосування математико-статистичних методів при обробці даних екологічних досліджень.....	14
<i>Квич М. І.</i> Математичні основи класичної та сучасної криптографії.....	15
<i>Клевець Є.Є.</i> Методи доведення числових нерівностей як засіб розвитку логічного мислення учнів	17
<i>Молокус В.М.</i> Конструктивний аналіз існування розв'язків нелінійних крайових задач з параметром	19
<i>Палагусинець Я.Р.</i> Тотожні перетворення раціональних виразів у курсі середньої школи	20
<i>Панько Д.І.</i> Застосування систем динамічної математики при вивченні алгебри і початків аналізу.....	22
<i>Писар М.В.</i> Електронні сервіси як засіб проведення тестувань учнів на уроках математики.....	23
<i>Підгірська М.І.</i> Педагогічний аспект вивчення цілої та дробової частини числа та функцій	25
<i>Попович А.В.</i> Застосування статистичних методів для перевірки гіпотез про вплив демографічних факторів.....	27
<i>Пригара Д.Р.</i> Застосування методу кореляційно-регресійного аналізу для розвитку преїскурантів.	28
<i>Пупена Н.І.</i> Впровадження прикладних задач при вивченні теми «Текстові задачі»	29
<i>Тереля А.В.</i> Застосування лінійної множини регресії та кореляційного аналізу для оцінки фінансового стану підприємства	31

<i>Цанько Ю.В.</i> Методика вивчення комплексних чисел в курсі алгебри та початків аналізу для 11 класу з поглибленим рівнем навчання.	32
<i>Чанда І.І.</i> Методика навчання комбінаторики у шкільному курсі математики	33
<i>Шебак Ю.М.</i> Особливості вивчення ірраціональних рівнянь на різних рівнях підготовки в старшій школі	34
<i>Штефаньо Н.В.</i> Задачі економічного змісту як засіб активізації пізнавальної діяльності школярів.	35
<i>Шуба А.М.</i> Трикутник у задачах шкільного курсу геометрії	36
<i>Шулла А.М.</i> Класифікація та методи розв'язування ірраціональних нерівностей різних типів	37
<i>Яцура В.В.</i> Числові послідовності в шкільному курсі математики	39
Секція 2. СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ	40
<i>Бібіка Ю.Р., Бібіка А.Р.</i> Роль штучного інтелекту для комунікацій при управлінні проєктами	41
<i>Вогар А.Ю.</i> Оцінювання ефективності методів визначення пози людини на мобільних обчислювальних пристроях	43
<i>Довганич І.О.</i> Використання моделей розпізнавання образів на мінікомп'ютерах.....	44
<i>Йовбак Н.І., Мілюченко О.А.</i> Практичне застосування математики, системного аналізу та штучного інтелекту у Data Science.	45
<i>Кобаль В.А.</i> Особливості скрапінгу динамічних веб-сторінок на прикладі інструменту Selenium	47
<i>Коваль С.О.</i> Дослідження бібліотек Python для генерування документів Word	49
<i>Ковач Р.В., Трикур А.І.</i> Порівняння ефективності застосування різних інструментів веб-скрапінгу у залежності від особливостей структури HTML-сторінки	51
<i>Лазур Ю.В.</i> Порівняння безкоштовних онлайн платформ для паралельних обчислень на C++	53
<i>Минда О. О, Петріченко О. О., Шанта М. Ю.</i> Дослідження деяких алгоритмів сортування масивів та порівняння швидкості різних підходів	55
<i>Мойсей К.А., Староста А.В.</i> Дослідження ефективності рекурсивного та ітеративного підходів в алгоритмах	57

<i>Мудренко С.Є.</i> Аналіз впливу принципів ці/их дизайну на рівень залученості користувачів цифрових продуктів	59
<i>Нечай Л.В.</i> Використання методів персоналізованих рекомендацій для управління запасами товарів	60
<i>Новікова Р.В.</i> Сучасні підходи до розробки UX/UI дизайну у веб- додатках	61
<i>Семен В.В.</i> Порівняння бібліотек для математичних обчислень за допомогою C++	63
<i>Фейса Б.І.</i> Оцінювання переваг різних моделей при аналізі та екстракції даних з зображення після тренування на наборі даних SVNH	65
<i>Ціптак В.В.</i> Практичне застосування інтелектуальних методів обробки запитів у системі пошуку товарів	66
Секція 3. ПРИКЛАДНА МАТЕМАТИКА	67
<i>Борисов С. О.</i> Аналіз можливостей вільнопоширюваних рішень для синтезу мовлення та їх пропріетарних аналогів	68
<i>Бріла К.В.</i> Використання асоціативних правил у маркетингових дослідженнях	70
<i>Габорець О.В.</i> Застосування методів Fine-Tuning великих мовних моделей для задачі медичного QA (Question Answering)	71
<i>Кость А. В.</i> Стандартні можливості C++ для розпаралелювання (std::thread, std::execution).....	73
<i>Лакота Д. Р.</i> Статистичні методи обробки даних бібліотеками PYTHON.....	75
<i>Пуга Ю. В.</i> Огляд алгоритмів Гровера та Шора.....	76
<i>Русанюк К.С.</i> Можливості C++ для розпаралелювання. OpenMP	77
<i>Сідун К. В.</i> LaTeX як інструмент для створення наукових документів.....	79
<i>Сорока К. А.</i> Можливості C++ для розпаралелювання. OpenMP. CUDA.....	80
<i>Тегза М.М.</i> Реалізація динамічної 3D-візуалізації за допомогою C++.....	82
<i>Шулла А. Б.</i> Огляд фреймворків PYTHON для розробки веб застосунків	84

Секція 1. СЕРЕДНЯ ОСВІТА. МАТЕМАТИКА

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

МАТЕМАТИЧНІ ОСНОВИ КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ ТА ЙОГО ЗАСТОСУВАННЯ В СОЦІОЛОГІЇ

Афанасенко Татьяна Миколаївна, afanasenko.tatiana@student.uzhnu.edu.ua

студентка 4 курсу, спеціальність 111 Математика

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

Кластерний аналіз – це потужний інструмент багатовимірної статистики, який дозволяє групувати об'єкти на основі їх схожості за заданими ознаками. Його математична основа включає використання метрик відстані (наприклад, евклідової, Манхеттенської) та алгоритмів кластеризації, таких як k-середніх, ієрархічний метод та інші [1]. Ці підходи дозволяють виявляти природні структури в даних, що є особливо цінним для аналізу складних соціальних явищ.

У соціології кластерний аналіз застосовується для [2]:

1. сегментації соціальних груп за демографічними, економічними або поведінковими характеристиками;
2. виявлення закономірностей у соціальних мережах та громадській думці;
3. оптимізації соціальних досліджень шляхом зменшення розмірності даних.

Наприклад, за допомогою кластерного аналізу можна ідентифікувати групи населення з подібними рівнями доходу або споживчими уподобаннями, що є важливим для маркетингових та соціальних стратегій [2]. Поєднання цього методу з іншими статистичними підходами, такими як аналіз головних компонент, підвищує точність результатів і спрощує інтерпретацію [1].

В умовах масової цифровізації переваги кластерного аналізу стають особливо очевидними. Метод демонструє високу ефективність при обробці великих масивів даних, що надходять із соціальних мереж, державних реєстрів або маркетингових досліджень. Його комбінація з факторним аналізом відкриває можливості для виявлення прихованих соціальних факторів, тоді як поєднання з багатовимірним шкалюванням дозволяє візуалізувати складні взаємозв'язки між соціальними групами. Такі комплексні підходи забезпечують отримання глибоких та багатогранних результатів, що значно перевершують можливості традиційних методів аналізу [2].

Таким чином, кластерний аналіз утвердився як ключовий інструмент сучасних соціологічних досліджень. Перспективи подальшого вдосконалення методу, особливо в контексті інтеграції з технологіями машинного навчання та штучного інтелекту, обіцяють революційні зміни у способах вивчення складних соціальних систем. Це відкриває нові горизонти для наукових досліджень та практичного застосування соціології в умовах стрімкої дигіталізації суспільства [3].

Література

1. Jain A.K., Murty M.N., Flynn P.J. *Data clustering: a review. ACM Comput. Surv.*, 1999. №31. 60 с.
2. Бахрушин В.Є. *Методи аналізу даних: навчальний посібник для студентів*. Запоріжжя: КПУ, 2011. 268 с.
3. Гороховатський В.О., Творошенко І.С. *Методи інтелектуального аналізу та оброблення даних*. Харків: ХНУРЕ, 2021. 92 с

ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ТІЛ ОБЕРТАННЯ ТА МНОГОГРАННИКІВ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ МАТЕМАТИКИ

Брич Наталія Андріївна, brych.nataliia@student.uzhnu.edu.ua

студентка 4 курсу, спеціальність 014.04 Середня освіта (Математика. Інформатика)

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

Сучасний освітній процес характеризується активною інтеграцією цифрових технологій, що виступають важливим чинником оптимізації навчання, зокрема в математиці. Особливе значення ІКТ мають у вивченні стереометрії, яка охоплює тіла обертання та многогранники. Через абстрактність просторових об'єктів їхнє засвоєння часто викликає труднощі, які можна ефективно подолати завдяки сучасним засобам візуалізації. Це підвищує наочність, якість засвоєння матеріалу та пізнавальну активність учнів.

3D-візуалізація стереометричних фігур має значний дидактичний потенціал. Інтерактивні 3D-моделі дають змогу змінювати ракурс, аналізувати структуру фігур і просторові зв'язки між елементами, що сприяє розвитку просторової уяви — ключової когнітивної навички в геометрії. Динамічні репрезентації роблять складні поняття, як-от утворення тіл обертання чи побудова перерізів многогранників. Інтерактивність підвищує мотивацію та залученість учнів, а також дозволяє індивідуалізувати темп навчання.

Сучасні інструменти — такі як GeoGebra, SketchUp, Blender, Prezi, із 3D-моделями — забезпечують потужні можливості для конструювання й дослідження геометричних об'єктів. Онлайн-ресурси та віртуальні лабораторії доповнюють цей арсенал готовими симуляціями для вивчення властивостей тіл.

Ефективна цифровізація потребує системного методичного підходу. Візуалізація має бути інтегрована на всіх етапах навчання — від ознайомлення до контролю знань — із акцентом на активне залучення учнів до самостійного моделювання. Важливим є також поєднання цифрових технологій з традиційними методами, врахування технічної бази та цифрової компетентності учасників освітнього процесу.

Отже, застосування цифрових технологій у навчанні стереометрії є перспективним напрямом модернізації математичної освіти, що сприяє глибшому розумінню абстрактних понять, розвитку просторової уяви, підвищенню мотивації та навчальної ефективності. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на розробку диференційованих методик та оцінку їхнього впливу на якість освіти.

Література

1. Лутфуллін М., Золотухіна А., Богданець Н. Про використання GeoGebra під час вивчення стереометрії. Матеріали п'ятої міжнародної науково-практичної конференції FOSS Lviv 2015, 2015, С. 130-133.
2. Модельні навчальні програми «Математика. 5-9 класи». URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/modelni-navchalni-programi-dlya-5-9-klasiv-novoyi-ukrayinskoyi-shkoli-zaprovadzhuuyutsya-poetapno-z-2022-roku> (дата звернення: 01.04 2025)
3. Вдовиченко С. А. Методика формування просторового мислення старшокласників у процесі вивчення систематичного курсу стереометрії. Освітній портал «На Урок». 2020. URL: <https://naurok.com.ua/metodika-formuvannyaprostorovogo-mislennya-starshoklasnikivu-procesi-vivchennya-sistematichnogo-kursu-stereometri-sinergetichniy-pidhid-169592.html> (дата звернення: 01.04 2025)

МОНОТОННІСТЬ ТА ЕКСТРЕМУМИ ФУНКЦІЙ: МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРИКЛАДИ

Гайович Валентина Василівна, haiovych.valentyna@student.uzhnu.edu.ua

студентка 2 курсу, спеціальність 111 Математика

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

Аналіз функцій є фундаментальним розділом математичного аналізу, який відіграє ключову роль у дослідженні математичних моделей та процесів. Одним із найважливіших аспектів аналізу функцій є дослідження їхньої монотонності та екстремумів.

Актуальність цієї теми зумовлена потребою в ефективних математичних інструментах для моделювання складних систем у сучасному світі. Оволодіння методами аналізу функцій надає можливість вирішувати широке коло задач, що виникають у процесі розробки й удосконалення систем.

У роботі розглядаються поняття зростання та спадання функцій, локальних та глобальних максимумів і мінімумів, а також поняття критичних точок.

Означення 1. [1] Функція $f: X \rightarrow R$ називається не спадною на множині X , якщо для будь-яких $x_1, x_2 \in X$ таких, що $x_1 < x_2$, виконується нерівність $f(x_1) \leq f(x_2)$.

Якщо ж для будь-яких $x_1, x_2 \in X$ таких, що $x_1 < x_2$, виконується $f(x_1) < f(x_2)$, то функція називається строго зростаючою.

Аналогічно дається означення незростаючої та строго спадної функції.

Означення 2. [1] Функція $f: X \rightarrow R$ називається строго монотонною на множині X , якщо вона є або строго зростаючою, або строго спадною на цій множині.

Локальна монотонність визначається на конкретних частинах області визначення, тоді як глобальна монотонність враховує всю область.

Означення 3. [2] Нехай функція $f(x)$ визначена на множині $X \subseteq R$. Точка $x_0 \in X$ називається точкою локального максимуму (мінімуму) функції $f(x)$, якщо існує окіл $U(x_0, \delta) = (x_0 - \delta, x_0 + \delta) \subseteq X$ такий, що для всіх $x \in U(x_0, \delta)$ виконується:

- $f(x) \leq f(x_0)$ (для локального максимуму),

- $f(x) \geq f(x_0)$ (для локального мінімуму).

Тобто, $f(x_0)$ є найбільшим (найменшим) значенням функції в деякому околі точки x_0 .

Теорема 1. [2] Нехай функція $f(x)$ диференційовна в точці $c \in (a, b)$, де (a, b) – деякий інтервал. Якщо c є точкою локального екстремуму функції $f(x)$, то $f'(c) = 0$.

Теорема 2. [2] Нехай функція $f(x)$ диференційовна в деякому околі точки c . Тоді:

1. Якщо $f'(x) > 0$ для $x < c$ і $f'(x) < 0$ для $x > c$, то c – точка локального максимуму.

2. Якщо $f'(x) < 0$ для $x < c$ і $f'(x) > 0$ для $x > c$, то c – точка локального мінімуму.

3. Якщо $f'(x)$ не змінює знак при переході через точку c , то c не є точкою локального екстремуму.

У випадку функцій двох і більше змінних дослідження монотонності та екстремумів ускладнюється через багатовимірну природу області визначення. Нехай $f: R^n \rightarrow R$ — неперервна та диференційовна функція.

Означення 4. [2] Точка $x_0 \in R^n$ називається критичною точкою функції f , якщо всі частинні похідні функції в цій точці дорівнюють нулю.

Означення 5. [2] Точка $x_0 \in R^n$ називається точкою локального максимуму (мінімуму) функції f , якщо існує окіл $U(x_0) \subseteq R^n$ такий, що:

• $f(x) \leq f(x_0)$ для всіх $x_0 \in U(x_0)$ — у випадку локального максимуму;

• $f(x) \geq f(x_0)$ для всіх $x_0 \in U(x_0)$ — у випадку локального мінімуму.

Для встановлення характеру критичної точки використовується матриця Гессе — симетрична матриця другого порядку [2]:

$$H_f(x) = \begin{pmatrix} \frac{\partial^2 f}{\partial x_1^2} & \cdots & \frac{\partial^2 f}{\partial x_1 \partial x_n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial^2 f}{\partial x_n \partial x_1} & \cdots & \frac{\partial^2 f}{\partial x_n^2} \end{pmatrix}$$

Теорема 3. (про характер критичної точки за допомогою Гессе). [2] Нехай x_0 — критична точка функції f , яка двічі неперервно диференційовна в околі цієї точки. Тоді:

- якщо матриця Гессе додатно означена в точці x_0 , то x_0 — точка локального мінімуму;
- якщо матриця Гессе від'ємно означена, то x_0 — точка локального максимуму;
- якщо матриця Гессе неозначена, то точка x_0 є сідловою.

У випадках, коли функція визначена з обмеженнями, використовують метод множників Лагранжа. Для знаходження екстремумів функції $f(x_1, \dots, x_n)$ за умови виконання обмежень $g_1(x_1, \dots, x_n) = 0, \dots, g_m(x_1, \dots, x_n) = 0$ будується функція Лагранжа:

$$L(x_1, \dots, x_n, \lambda_1, \dots, \lambda_m) = f(x_1, \dots, x_n) - \sum_{i=1}^m \lambda_i g_i(x_1, \dots, x_n)$$

і знаходяться точки стаціонарності системи рівнянь [2]:

$$\frac{\partial L}{\partial x_j} = 0, \frac{\partial L}{\partial \lambda_i} = 0 \text{ для всіх } j = 1, \dots, n, i = 1, \dots, m$$

Методи дослідження монотонності та екстремумів є потужними аналітичними засобами, що знаходять широке застосування в інженерії (оптимізація конструкцій та процесів), економіці (максимізація прибутків, ефективний розподіл ресурсів), фізиці (мінімізація енергії), а також в сучасних технологіях — машинному навчанні, системному аналізі, оптимізації керування тощо.

Тобто, загалом, аналіз монотонності та екстремумів дозволяє:

- визначати оптимальні рішення в задачах економіки;
- проводити моделювання фізичних процесів;
- розробляти стратегії у прикладних галузях (логістика, біоінформатика, ІТ тощо).

Висновки. Вивчення властивостей функцій за допомогою похідних є ефективним інструментом для глибокого аналізу та розв'язання прикладних задач. Методи дослідження монотонності та екстремумів залишаються ключовими у математичному аналізі та навчанні.

Література

1. Чистяков В. Д. Математичний аналіз. Частина 1. Диференціальне числення. Київ: КНЕУ, 2005. 400 с.
2. Stewart J., Clegg D., Watson S. Calculus: Early Transcendentals. 9th ed. Boston: Cengage Learning, 2020. 1376 p.
3. Thomas G. B., Hass J., Neill C., Weir M. D. Thomas' Calculus. 14th ed. Boston: Pearson, 2018. 1296 p.
4. Сухорольський М. А., Каленюк П. І., Коломієць В. О., Гошко Л. В. Практикум та задачі з математичного аналізу. Київ: Освіта України, 2012. 352 с.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ЕКОНОМІЦІ: МОДЕЛІ ЕКОНОМІЧНОГО РОСТУ

Глагола Ярина Мирославівна, hlahola.yaryna@student.uzhnu.edu.ua

студентка 2 курсу, спеціальність 111 «Математика»

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

Економічне зростання – це один із найважливіших індикаторів соціально-економічного розвитку держави. Воно охоплює не лише збільшення обсягів виробництва товарів і послуг, а також підвищення рівня життя, зростання продуктивності праці, технологічний прогрес, розширення інфраструктури, покращення соціальних інститутів. Дослідження згаданих процесів здійснюється через призму математичного моделювання, яке дозволяє формалізувати складні взаємозв'язки в економіці.

У залежності від економічних завдань математичні моделі мають різну природу. Для знаходження найважливіших факторів, що визначають результати функціонування економічної системи, як правило, будують економетричні моделі; для аналізу її розвитку в ректросистемі – балансові моделі; для вироблення прогнозів – динамічні моделі, для детальної проробки бізнес-планів – моделі бізнес-процесів тощо [1]. Єдиної універсальної математичної моделі економічної системи для розв'язування актуальних задач не існує. Складність полягає в тому, що економічна система здатна саморозвиватися. Крім цього, економічні системи містять соціально-психологічні фактори, які досить погано піддаються формалізації.

Серед численних моделей економічного росту, які були створені у ХХ столітті, особливе місце займають модель Харрода–Домара, модель Солоу та концепція економічної динаміки Йозефа Шумпетера.

Модель Солоу показує, як економіка зростає завдяки капіталу, праці та технологіям. У короткий період зростання залежить від інвестицій, але в довгостроковій перспективі – від розвитку технологій. Ця модель також пояснює явище *конвергенції* – країни з меншими доходами можуть зрости швидше, ніж багаті, якщо мають схожі умови.

Модель Харрода – Домара пов'язує заощадження, інвестиції та темпи зростання. Вона показує, що стабільне зростання можливе лише за чіткої рівноваги між цими показниками. Модель має деякі обмеження – не враховує технічний прогрес та інші важливі фактори, тому є менш гнучкою [2].

Концепція економічної динаміки Шумпетера розглядає зростання через інновації та підприємництво. Основна ідея цієї моделі полягає в *«творчому руйнуванні»*: нові технології змінюють старі, що стимулює розвиток економіки. Й. Шумпетер підкреслює роль новаторів і змін у структурі ринку.

Як показують результати дослідження, математичне моделювання дозволяє краще зрозуміти економічні процеси, порівнювати різні підходи до зростання та оцінювати вплив державної політики на розвиток країни. Слід відмітити, що при здійсненні математичного моделювання економічних систем досить ефективним є використання систем комп'ютерної математики.

Література

1. Маценко В.Г. *Математичне моделювання* : навчальний посібник. Чернівці : Чернівецький національний університет, 2014. 519 с.
2. Григорків В.С. *Моделювання економіки* : навчальний посібник. Чернівці : ЧНУ, 2009. 320 с.

МЕТОДИКА РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ТРИГОНОМЕТРИЧНИХ НЕРІВНОСТЕЙ

Густей Наталія Василівна, hustei.nataliia@student.uzhnu.edu.ua

студентка 3 курсу, спеціальність 014.04 Середня освіта (Математика. Інформатика)

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

У сучасній математиці тригонометричні нерівності відіграють важливу роль, оскільки знаходять широке застосування як у теоретичних дослідженнях, так і в прикладних науках, таких як фізика, техніка, інженерія та інформатика. Їх вивчення є актуальним не лише в межах шкільної та університетської програми, але й у професійній діяльності, де важливо вміти знаходити допустимі значення змінних, що задовольняють певні умови.

У першому розділі подано класифікацію тригонометричних нерівностей: найпростіші, складніші, нерівності з параметрами та з оберненими тригонометричними функціями. Описано властивості тригонометричних функцій, які є основою для побудови методики розв'язання.

Другий розділ присвячено практичним методам розв'язання. Зокрема, розглянуто графічний метод і метод одиничного кола для найпростіших нерівностей. Для складніших задач застосовано метод заміни змінної, метод інтервалів, рівносильні перетворення, а також проаналізовано задачі з параметрами.

Усі методи супроводжуються чіткими прикладами та графічними ілюстраціями, що сприяє глибшому засвоєнню матеріалу. Подана методика має практичну цінність для студентів, учнів та вчителів, оскільки дозволяє структурувати процес розв'язування та уникнути поширених помилок.

Література

1. Мерзляк А.Г. та ін. Алгебра і початки аналізу. Харків: Гімназія, 2018.
2. Ломонос Л.М., Муранова Н.П., Гадалін С.І. Тригонометричні рівняння, нерівності та їх системи. Київ: НАУ, 2006.

ОСОБЛИВОСТІ ВИВЧЕННЯ ПОНЯТТЯ ПОХІДНОЇ ТА ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ У ПРОФІЛЬНІЙ ШКОЛІ

Даниловська Анжела Степанівна, danylovska.anzhela@student.uzhnu.edu.ua

студентка 4 курсу, спеціальність 014.04 Середня освіта (Математика. Інформатика)

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

Поняття "похідна" відноситься до одного із фундаментальних понять у шкільному курсі математичного аналізу. За допомогою цього поняття досліджують процеси і явища в природничих та економічних науках. У згаданих процесах та явищах стан тіл та їх властивості неперервно змінюються. Під час вивчення залежностей, які описують ці явища (процеси), в першу чергу постає питання про знаходження їх швидкості. Задача про визначення швидкості, з якою змінюється величина і приводить до поняття похідної [2].

Ключовою метою вивчення теми «Границя та неперервність функції. Похідна та її застосування» у 10 класі сформулювати в учнів цілісне уявлення про властивості функцій, основні підходи до їх аналізу та побудови графіків [1]. Ця тема є важливою для поглиблення розуміння функціональних залежностей і розвитку математичного мислення.

Вивчення похідної має важливе значення як для подальшого вивчення математичних дисциплін, так і для практичного застосування у фізиці, економіці, техніці та природничих науках. Її включення до навчальної програми сприяє глибшому розумінню функціональної залежності, властивостей функцій та процесів, що відбуваються у реальному світі. Розв'язання задач, пов'язаних з похідною, розвиває вміння досліджувати функції, виявляти закономірності, інтерпретувати отримані результати та робити обґрунтовані висновки.

Похідна застосовується: до дослідження на монотонність функції, яка відіграє роль математичної моделі даної задачі; з метою дослідження функції на екстремум; з метою знаходження найбільшого і найменшого значень функції; під час дослідження функції за загальною схемою, на основі якого будується її графік; до обчислення наближеного значення функції [2]. Воно дає змогу не лише здійснювати формальні обчислення, а й усвідомлювати зміст похідної як математичної моделі змін – як у геометричному, так і у фізичному розуміннях.

Важливо, щоб учні усвідомили, що похідна – це не лише швидкість руху тіла, як у класичних задачах з фізики, а і універсальний інструмент для опису швидкості зміни будь-якого процесу: температури, концентрації або кількості речовини, зростання населення тощо [2]. Вивчення геометричного і фізичного змісту похідної функції в комплексі у 10 класі дозволяє глибше зрозуміти зв'язок між характером зміни процесу, виглядом графіка функції та її поведінкою: нахилом, зростанням чи спаданням.

Таким чином, вивчення похідної стає важливим етапом формування математичної компетентності учнів та підготовки їх до подальшої освіти.

Література

1. Навчальна програма з математики для учнів 10-11 класів загальноосвітніх навчальних закладів. Профільний рівень. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv> (дата звернення: 12.04.2025).
2. Соколенко Л.О., Філон Л.Г., Швець В.О. Прикладні задачі природничого характеру в курсі алгебри і початків аналізу: практикум. Навчальний посібник. Київ: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2010. 128 с.

ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИКО-СТАТИСТИЧНИХ МЕТОДІВ ПРИ ОБРОБЦІ ДАНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Йордан Вероніка Вячеславівна, yordan.veronika@student.uzhnu.edu.ua

студентка 4 курсу, спеціальність III Математика

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

У сучасній екології математико-статистичні методи стали незамінним інструментом для аналізу складних, багатофакторних даних. Вони дозволяють не лише описати наявні закономірності, а й виявити приховані зв'язки між змінними, які неможливо встановити шляхом візуального спостереження або простого порівняння [1, 2].

До найуживаніших методів статистичної обробки екологічних даних належать:

- Дисперсійний аналіз (ANOVA) — дозволяє оцінити вплив різних факторів на результати дослідження та визначити статистично значущі відмінності між групами [1].
- Кореляційний і регресійний аналіз — застосовуються для встановлення взаємозв'язків між кількісними показниками, зокрема для моделювання залежностей у складних екосистемах.
- Методи багатовимірної аналізу (кластеризація, аналіз головних компонент (PCA), дискримінантний аналіз) — ефективні для зменшення розмірності великих обсягів екологічних даних, що дозволяє виокремлювати групи об'єктів із подібними характеристиками [2].
- Геостатистичні методи, зокрема кригінг, — використовуються для просторового моделювання, зокрема для створення карт розподілу рівнів забруднення на досліджуваних територіях.

Ці підходи ефективно застосовуються як у польових, так і в лабораторних дослідженнях, що забезпечує підвищену точність результатів і сприяє прийняттю науково обґрунтованих природоохоронних рішень. Особливої цінності набуває поєднання статистичних методів із геоінформаційними системами, що відкриває широкі можливості для просторово-часового аналізу екологічної інформації.

Таким чином, математико-статистичні методи відіграють ключову роль у формуванні достовірної аналітичної основи для оцінювання стану довкілля та розробки стратегій його збереження.

Література

1. Гуменюк Г.Б., Хоменчук В.О., Гарматій Н.М., Прокоп'як М.З., Сверстюк А.С. *Статистичні методи досліджень у природничих науках: навчальний посібник*. Тернопіль, 2024. 98 с.
2. Бахрушин В.Є. *Методи аналізу даних: навчальний посібник для студентів*. Запоріжжя: КПУ, 2011. 268 с.

МАТЕМАТИЧНІ ОСНОВИ КЛАСИЧНОЇ ТА СУЧАСНОЇ КРИПТОГРАФІЇ

Квич Мирослава Іванівна, kvych.myroslava@student.uzhnu.edu.ua

студентка 4 курсу, спеціальність III Математика

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

Криптографія — це наука про методи забезпечення конфіденційності та цілісності інформації. Її розвиток тісно пов'язаний із математикою, зокрема з такими розділами, як теорія чисел, алгебра, комбінаторика, теорія ймовірностей та обчислювальна складність. Починаючи від найпростіших шифрів заміни й перестановки, криптографія постійно ускладнювалась, відповідаючи на зростаючі потреби в інформаційній безпеці.

У класичній криптографії широко використовувались такі математичні інструменти, як модульна арифметика, перестановки та теорія груп. Прості шифри, що базувались на заміні або перестановці символів, не забезпечували належного рівня захисту через обмежену кількість ключів і низьку криптостійкість. Водночас саме вони заклали основи для подальшого розвитку симетричних систем шифрування, де один і той самий ключ використовується для шифрування і розшифрування.

У XX столітті розвиток обчислювальної техніки привів до появи складніших і чітко визначених алгоритмів шифрування. Такі стандарти, як DES і пізніше AES (алгоритм Rijndael), дали змогу створювати ефективні системи захисту інформації. Ці алгоритми працюють з блоками даних і використовують знання з математики — зокрема, зі скінченних полів та лінійної алгебри. У них застосовуються спеціальні перетворення (наприклад, S-блоки), які забезпечують заплутування та розсіювання даних, що ускладнює розшифрування без ключа.



Асиметрична криптографія дала нові можливості, оскільки базується на дуже складних математичних задачах. Наприклад, алгоритм RSA спирається на труднощі розкладання великих чисел на прості множники. Алгоритм Ель-Гамала — на задачі дискретного логарифма. А в криптографії на еліптичних кривих (ECC) використовуються спеціальні математичні операції з точками на кривих. Вони дозволяють досягти високого рівня безпеки навіть при коротших ключах. Хеш-функції — це спеціальні математичні формули, які перетворюють будь-яке повідомлення на унікальний код фіксованої довжини. Їх використовують, щоб перевірити, чи не було змін у повідомленні, створити цифровий підпис або згенерувати випадкові дані. Головна їхня властивість — складність підібрати два різних повідомлення з однаковим хешем.

Квантові комп'ютери становлять загрозу для деяких сучасних алгоритмів, бо здатні швидше розв'язувати задачі, які вважаються складними на звичайних комп'ютерах. Через це виникла нова галузь — постквантова криптографія, яка створює нові алгоритми, стійкі до атак квантових машин. В основі цих алгоритмів — ще складніші математичні задачі. На сьогоднішній день криптографія включає багато різних протоколів: обмін ключами

(наприклад, протокол Діффі–Геллмана), створення цифрових підписів (DSA, ECDSA, український ДСТУ 4145), а також спеціальні схеми — мультипідписи, сліпі підписи, агреговані підписи. Усі ці методи використовуються в електронних документах, банківських системах і для захисту особистих даних.

Отже, криптографія — це галузь, яка об'єднує математику, інформатику та технології, де математика виступає фундаментом для побудови алгоритмів і протоколів безпечного зберігання, передавання та підтвердження інформації. В умовах стрімкого розвитку обчислювальних технологій, зокрема квантових, роль математичних досліджень у криптографії стає вирішальною.

Література

1. Математичні основи криптографії: конспект лекцій / укладачі: В. А. Фільштінський, А. В. Бережний. Суми: Сумський державний університет, 2011. 138 с.
2. Криптографія від історії до сучасних стандартів: навч. посібник / Г. Л. Козіна. Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. 192 с.
3. Криптологія: навч.-метод. посіб. Л. Я. Глинчук Луцьк: Вежа-Друк, 2014. 164 с.

МЕТОДИ ДОВЕДЕННЯ ЧИСЛОВИХ НЕРІВНОСТЕЙ ЯК ЗАСІБ РОЗВИТКУ ЛОГІЧНОГО МИСЛЕННЯ УЧНІВ

Клевец Євгенія Євгенівна, klevets.yevheniia@student.uzhnu.edu.ua

студентка 3 курсу, спеціальність 014.04 Середня освіта (Математика. Інформатика)

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

У сучасній математичній освіті дедалі більшої уваги надається не лише формуванню технічних навичок розв'язання задач, а й розвитку логічного мислення, аналітичних здібностей, критичної оцінки інформації та аргументованого доведення тверджень. У цьому контексті особливої ваги набуває навчання доведення числових нерівностей, яке потребує від учнів не просто отримання правильної відповіді, а побудови внутрішньо узгодженого, переконливого ланцюга міркувань. Опанування різних способів доведення однієї і тієї ж нерівності дозволяє поглибити розуміння математичної структури задачі, розвивати гнучкість мислення та свідомий вибір методів розв'язання.

Одним із базових і водночас показових прикладів є нерівність Коші для двох додатних чисел:

$$\frac{a+b}{2} \geq \sqrt{ab}.$$

Це твердження може бути доведене кількома способами, кожен з яких має власні методичні переваги й виховний потенціал. Перший варіант – метод різниці.

Запишемо різницю і з'ясуємо її знак. Маємо:

$$\frac{a+b}{2} - \sqrt{ab} = \frac{a - 2\sqrt{ab} + b}{2} = \frac{(\sqrt{a} - \sqrt{b})^2}{2}.$$

Очевидно, що для будь-яких невід'ємних дійсних чисел a і b виконується нерівність $(\sqrt{a} - \sqrt{b})^2 \geq 0$. Звідси

$$\frac{(\sqrt{a} - \sqrt{b})^2}{2} \geq 0.$$

Тому

$$\frac{a+b}{2} - \sqrt{ab} \geq 0,$$

а отже,

$$\frac{a+b}{2} \geq \sqrt{ab}.$$

Зауважимо, що знак рівності справедливий тоді й тільки тоді, коли $\sqrt{a} = \sqrt{b}$, тобто $a = b$. Такий спосіб розвиває в учнів уміння аналізувати загальну структуру виразів і обґрунтовувати правильність через завжди додатного значення виразу..

Інший підхід – метод спрощення нерівності. У багатьох випадках спрощення виразів, що утворюють нерівність, дозволяє зробити її очевидною. Це може включати розкладання на множники, приведення до спільного знаменника, групування членів або інші алгебраїчні перетворення, які допомагають наочно побачити істинність нерівності без додаткових складних доведень.

Помножимо обидві частини на 2:

$$a + b \geq 2\sqrt{ab}.$$

Піднесемо обидві частини до квадрату:

$$(a+b)^2 \geq (2\sqrt{ab})^2, \\ a^2 + 2ab + b^2 \geq 4ab.$$

Переносимо все в одну частину:

$$a^2 - 2ab + b^2 \geq 0,$$

$$(a - b)^2 \geq 0,$$

що знову зводиться до виразу $(a - b)^2 \geq 0$. Цей метод допомагає учням упорядковувати логічну послідовність дій та вчить бачити рівносильність математичних тверджень.

Третій підхід – міркування від супротивного – передбачає заперечення заданої нерівності:

$$\frac{a + b}{2} \geq \sqrt{ab}.$$

і доведення того, що воно веде до суперечності.

Припустимо, що:

$$\begin{aligned} \frac{a + b}{2} &< \sqrt{ab}, \\ a + b &< 2\sqrt{ab}, \\ a - 2\sqrt{ab} + b &< 0, \\ (\sqrt{a} - \sqrt{b})^2 &< 0. \end{aligned}$$

Це неможливо, бо квадрат не може бути від'ємним, отже припущення хибне і початкова нерівність є правильною:

$$\frac{a + b}{2} \geq \sqrt{ab}.$$

Цей спосіб є потужним інструментом формування критичного мислення, оскільки навчає учня аналізувати наслідки хибних припущень і робити логічно обґрунтовані висновки.

Порівняння цих трьох способів доведення не лише ілюструє багатоваріантність логіки математичного міркування, а й має вагоме методичне значення. Воно дозволяє акцентувати увагу учнів на сутності математичних перетворень, розвиває здатність до вибору раціонального шляху доведення, підвищує рівень усвідомленості у навчанні. Такий підхід є цінним інструментом реалізації компетентнісного підходу в умовах сучасної школи, орієнтованої на формування самостійного, логічно мислячого учня.

Література

1. Алгебра: підруч. для 9 кл. закл. загал. серед. освіти (поглиблене вивчення) / А. Г. Мерзляк та ін. Харків: Гімназія, 2017. 400 с.
2. Пілявська Т. В. Доведення нерівностей у шкільному курсі математики: навч. посіб. Хмельницький: Хмельн. ліцей № 17, 2014. 26 с.
3. Собкович Р. І., Кульчицька Н. В. Основні методи доведення нерівностей: посібник. Івано-Франківськ: Прикарпат. нац. ун-т ім. Василя Стефаника, 2014. 100 с.
4. Соколовська І. С., Швець В. О. Нерівності в шкільному курсі математики та їх доведення. Київ: НПУ ім. М.П. Драгоман., 2022. 128 с.

КОНСТРУКТИВНИЙ АНАЛІЗ ІСНУВАННЯ РОЗВ'ЯЗКІВ НЕЛІНІЙНИХ КРАЙОВИХ ЗАДАЧ З ПАРАМЕТРОМ

Молокус Вероніка Михайлівна, veronika.molokus@uzhnu.edu.ua

студентка 4 курсу, спеціальність III Математика

Науковий керівник: к.ф.-м.н., доц. Варга Я.В.

Розглядається нелінійна крайова задача:

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

$$\int_a^b g(t, x(t), \lambda) dt = d, \quad (2)$$

$$x_1(a) = x_{1a}, \quad (3)$$

де $f: [a, b] \times D \times [a_1, b_1] \rightarrow R^n$ і $g: [a, b] \times D \times [a_1, b_1] \rightarrow R^n$ задані неперервні функції у деякій обмеженій області $D \subset R^n$, $\lambda \in [a_1, b_1]$ – невідомий скалярний параметр, а $d \in R^n$ – заданий вектор.

Для дослідження крайової задачі (1) – (3) використовується підхід описаний в [1], [2].

Шляхом відповідної параметризації вихідна крайова задача (1) – (3) зводиться до більш простої модельної задачі з лінійними параметризованими двоточковими крайовими умовами (4), (5), де z, η вважаються невизначеними параметрами.

$$\frac{dx(t)}{dt} = f(t, x(t), \lambda), \quad t \in [a, b], \quad (4)$$

$$x(a) = z, \quad x(b) = \eta. \quad (5)$$

Розглядувана задача досліджується шляхом пов'язаності з послідовностями функцій (6), (7), які справджують (5) для довільних z, η .

$$x_m(t, z, \eta, \lambda) = z + \int_a^t f(s, x_{m-1}(s, z, \eta), \lambda) ds - \frac{t-a}{b-a} \int_a^b f(s, x_{m-1}(s, z, \eta), \lambda) ds + \\ + \frac{t-a}{b-a} [\eta - z], \quad m = 1, 2, \dots, \quad (6)$$

$$x_0(t, z, \eta) = \left[1 - \frac{t-a}{b-a}\right] z + \frac{t-a}{b-a} \eta, \quad t \in [a, b]. \quad (7)$$

Із розв'язку задачі (6), (7) за належного вибору числових значень параметрів z, η одержимо розв'язок вихідної крайової задачі (1) – (3).

Література

1. Ronto A., Ronto M. and Varha Y., Investigation of transcendental boundary value problems using Lagrange Interpolation, International Workshop QUALIDE-2017, December 24-26, 2017, Tbilisi, Georgia, 158-163.
2. Варга Я.В., Корпош А.В. Дослідження розв'язків інтегральної крайової задачі з параметром. *Наук. вісник Ужгород. ун-ту. Серія «Математика і інформатика»*. 2024, вип. 42, № 2. С. 56-64.

ТОТОЖНІ ПЕРЕТВОРЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ВИРАЗІВ У КУРСІ СЕРЕДНЬОЇ ШКОЛИ

Палагусинець Яна Русланівна, palahusynets.yana@student.uzhnu.edu.ua

студентка 3 курсу, спеціальність 014.04 Середня освіта (Математика. Інформатика)

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

У сучасній шкільній математичній освіті особлива увага приділяється розвитку логічного мислення, формуванню вміння аргументувати й узагальнювати, а не лише засвоєнню формальних навичок. У цьому контексті вивчення тотожних перетворень виразів відіграє важливу роль як засіб формування гнучкого мислення та навичок оперування алгебраїчними структурами.

Однак практика показує, що учні часто стикаються з труднощами при вивченні цієї теми. Найбільш поширеними проблемами є незрозуміння принципів перетворення виразів, труднощі у виконанні арифметичних дій над дробовими виразами, помилки при застосуванні скорочення. Причинами цього може бути як недостатньо ефективно пояснення матеріалу в підручниках, так і недоліки в навчальному процесі. Тому особливу увагу слід приділяти аналізу навчальної літератури, зокрема підручників, які використовуються у загальноосвітніх закладах.

Застосування тотожних перетворень охоплює широкий спектр алгебраїчних тем: зведення подібних доданків, винесення спільного множника, розкладання многочленів на множники, раціоналізацію виразів, скорочення дробів тощо. Уміння учнів грамотно застосовувати такі перетворення сприяє не лише успішному розв'язуванню завдань, а й глибшому розумінню властивостей чисел і виразів.

На прикладах з навчальних підручників для 7-8 класів різних авторських колективів (зокрема Мерзляка та ін., Істера) проаналізовано різноманітні типи завдань, у яких відпрацьовуються ключові навички тотожних перетворень. Відібрані вправи ілюструють, як через систему завдань формуються в учнів практичні вміння: спрощення виразів, розв'язування рівнянь і нерівностей, доведення тотожностей.

Особливу увагу звернено на методичні підходи до подачі матеріалу: поступове ускладнення завдань, опору на вже сформовані знання, варіативність способів розв'язання, залучення учнів до самостійного аналізу перетворень. Також розглянуто типові помилки учнів і способи їхнього подолання через цілеспрямовану методичну роботу.

Не менш суттєвим є і створення навчального середовища, що підтримує активну розумову діяльність учнів. Використання евристичних запитань, математичних дискусій, групових форм роботи сприяє кращому розумінню суті тотожних перетворень. Такий підхід розвиває навички співпраці, аргументації, самостійної перевірки результатів - важливі елементи математичної компетентності.

Таким чином, вивчення тотожних перетворень у шкільному курсі математики виступає не лише засобом опанування конкретних навичок, а й інструментом розвитку математичної культури, логічного мислення й аналітичних здібностей учнів.

У підсумку, система навчання тотожних перетворень повинна ґрунтуватися не лише на механічному повторенні дій, а передусім на усвідомленому розумінні математичних операцій. Для досягнення успіху в навчанні необхідно застосовувати комплексний підхід, поєднуючи теоретичні знання, практичні вправи та сучасні методи навчання. Цей процес потребує уваги до індивідуальних особливостей учнів, розробки методичних рекомендацій для вчителів і використання різноманітних педагогічних засобів, що забезпечують ефективне засвоєння матеріалу. Це дозволяє учням не просто засвоїти матеріал, а навчитися мислити математично, виявляти причинно-наслідкові зв'язки між перетвореннями, критично оцінювати результати та обґрунтовувати власні міркування.

Література

1. Істер О. С. Алгебра: підруч. для 7-го кл. закл. заг. серед. освіти. Київ : Генеза, 2024. 288 с.
2. Істер О. С. Алгебра: підруч. для 8-го кл. закл. заг. серед. освіти. Київ : Генеза, 2021. 268 с.
3. Кирилюк О. А., Шапочка І. В., Шулла І. Й. Методичні вказівки до проведення занять з курсу "Методика викладання математики". Ужгород : УжДУ, 2000. 122 с.
4. Мерзляк А. Г., Полонський В. Б., Якір М. С. Алгебра: підруч. для 8-го кл. закл. заг. серед. освіти. 2-ге вид. Харків : Гімназія, 2021. 240 с.
5. Мерзляк А. Г., Якір М. С. Алгебра: підруч. для 7-го кл. закл. заг. серед. освіти. Харків : Гімназія, 2024. 348 с.

ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ ДИНАМІЧНОЇ МАТЕМАТИКИ ПРИ ВИВЧЕННІ АЛГЕБРИ І ПОЧАТКІВ АНАЛІЗУ

Панько Діана Іванівна, panko.diana@student.uzhnu.edu.ua

студентка 4 курсу, спеціальність 014.04 Середня освіта (Математика. Інформатика)

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

Застосування систем динамічної математики, таких як GeoGebra та Desmos, при вивченні алгебри та початків аналізу має численні переваги. Такі цифрові інструменти сприяють кращому візуальному сприйняттю абстрактних понять, активізують навчальний процес через інтерактивність, розвивають інтуїцію та глибоке розуміння математичних закономірностей [3]. Використання даних платформ підвищує мотивацію та залученість учнів, надає можливості для диференційованого навчання та формує важливі дослідницькі та аналітичні навички. Ці програми працюють в режимі on-line на комп'ютері, планшеті або смартфоні, а також у вигляді додатку для гаджетів. Мають схожість при створенні графіків за введеною користувачем формулою функції [1, 2].

GeoGebra – потужне, безкоштовне багатofункціональне програмне забезпечення, яке має широкі можливості щодо спільної роботи з об'єктами, об'єднання в групи, спільного доступу до завдань, до розробок інших користувачів тощо. Програма має постійно обновлювану базу методичних і дидактичних матеріалів у вільному доступі є форум користувачів [2]. У контексті алгебри та початків аналізу GeoGebra відкриває широкі можливості для: візуалізації функцій, де учні можуть динамічно змінювати параметри функцій за допомогою повзунків і спостерігати за впливом цих змін на графіки, що допомагає усвідомити поняття області визначення, значень, нулів функції, інтервалів монотонності та екстремумів. GeoGebra також ефективна для ілюстрації понять границь та неперервності функції, геометричного змісту похідної як кута нахилу дотичної, інтеграла як площі під кривою. Крім того, можливості побудови геометричних місць точок, визначених алгебраїчними умовами, розширюють розуміння взаємозв'язку між алгеброю та геометрією.

Desmos – це безкоштовний онлайн-сервіс, який відзначається своїм інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом і потужними графічними можливостями. Простота у використанні дозволяє учням швидко будувати графіки навіть складних функцій і досліджувати їхні властивості за допомогою динамічних повзунків. Desmos чудово підходить для візуалізації функцій, що задані різними способами: аналітично, параметрично, в полярних координатах, таблично. Також є можливість створення динамічних моделей кривих, анімаційних кольорових малюнків, присутня велика кількість математичних функцій і операцій. Особливо цінною є платформа Desmos для створення та обміну інтерактивними навчальними завданнями, які заохочують учнів до активного дослідження математичних концепцій.

GeoGebra та Desmos є потужними цифровими інструментами, які значно полегшують процес вивчення алгебри та початків аналізу. Їхня здатність візуалізувати складні математичні концепції та забезпечувати інтерактивне дослідження робить навчання більш ефективним, цікавим та змістовним. Інтеграція цих систем динамічної математики в освітній процес є важливим кроком до покращення якості математичної освіти.

Література

1. Графічний калькулятор Desmos. URL: <https://www.desmos.com/calculator?lang=uk> (дата звернення: 12.05.2025).
2. Графічний калькулятор GeoGebra. URL: <https://www.geogebra.org/?lang=uk> (дата звернення: 15.05.2025).
3. Інноваційні інформаційно-комунікаційні технології навчання математики : навч. посіб. / Т. Г. Крамаренко, В. В. Корольський, С. О. Семеріков, С. В. Шокалюк ; наук. ред. М. І. Жалдак. Вид. 2, перероб. і доп. Кривий Ріг : Криворізький держ. пед. ун-т, 2019. 444 с.

ЕЛЕКТРОННІ СЕРВІСИ ЯК ЗАСІБ ПРОВЕДЕННЯ ТЕСТУВАНЬ УЧНІВ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ

Писар Марія Василівна, pysar.maria@student.uzhnu.edu.ua

студентка 3 курсу, спеціальність 014.04 Середня освіта (Математика. Інформатика)

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

Актуальність теми зумовлена стрімким розвитком цифрових технологій в освіті. Електронні сервіси для тестування забезпечують швидке оцінювання знань, оперативний зворотний зв'язок і підвищення об'єктивності оцінювання у процесі навчання математики.

Сучасна вища освіта в Україні стоїть перед безліччю викликів. Насамперед вони зумовлені потребою суспільства у висококласних спеціалістах, здатних не тільки якісно і професійно здійснювати ту діяльність, якої безпосередньо навчалися у виші, але й уміли б адаптувати свої знання, уміння і навички до нових умов та сучасних потреб суспільства. Особливо важливо виробити це вміння у майбутніх вчителів, зокрема, математики. Тобто одночасно із вивченням предметів спеціальності такий майбутній вчитель (можливо, навіть несвідомо) вчиться методиці: вмінню подати навчальний матеріал, дотримуватися при цьому основних дидактичних принципів, і найголовніше – зацікавити учня у вивченні матеріалу. Адже тільки мотивований та зацікавлений учень здобуватиме знання свідомо та активно [3, с. 115-119].

При проведенні дослідження розглянуто сучасні підходи до оцінювання знань, зокрема формувальне оцінювання та адаптивне тестування. Проаналізовано функціонал сервісів GoogleForms, Kahoot!, Quizizz, Moodle та інших. Визначено переваги й виклики використання електронних тестів, а також критерії вибору платформи залежно від освітніх завдань.

Результати дослідження показали, що застосування електронних сервісів суттєво полегшують процес оцінювання. Автоматизація перевірки завдань дозволяє економити час учителя й зменшувати ймовірність помилок [1, с. 24]. Електронні тести забезпечують адаптацію рівня складності завдань до рівня знань учнів. Гейміфікація у тестуванні підвищує мотивацію школярів та сприяє їхній залученості [1, с. 13]. Аналіз результатів учнів на електронних платформах дозволяє своєчасно виявляти прогалини у знаннях. Однак важливо враховувати ризики академічної недоброчесності та технічні обмеження.

Проведено дослідження, яке охопило тестування учнів 7 класу з алгебри на платформах «НаУрок», «Wordwall» і «GoogleForms». Опитування учнів показало, що більшість із них високо оцінили зручність електронного тестування. Значна частина респондентів відзначила швидкість отримання результатів як ключову перевагу. Проте деякі учні висловили побажання вдосконалити інтерфейси певних платформ. У процесі дослідження також виявлено потребу в додатковій підготовці школярів до роботи з цифровими інструментами. Загалом електронні тести сприяють підвищенню мотивації до навчання у більшості учнів.

Дослідження думки вчителів математики виявило позитивне ставлення до використання електронних сервісів. Більшість педагогів зазначили зручність створення тестів та швидкість аналізу результатів. Серед основних переваг вчителі виділили об'єктивність оцінювання та економію часу. Водночас були зафіксовані труднощі технічного характеру та ризики списування під час тестування. Вчителі наголосили на важливості вдосконалення цифрових навичок педагогів для ефективного використання сервісів.

Аналіз переваг та викликів електронного тестування показав про потенціал у більш ширшому їх проведенні. До основних переваг належать об'єктивність, гнучкість, швидкість перевірки та можливість персоналізації завдань [2, с.33]. Серед викликів – технічні проблеми, потреба у цифровій грамотності учнів і вчителів та загроза списування. Попри наявні недоліки, електронне тестування є ефективним засобом оцінювання у сучасній школі. Таким чином, проведене дослідження підтвердило ефективність використання електронних сервісів для

тестування учнів на уроках математики, впровадження якого сприяє підвищенню мотивації учнів, розвитку їхньої цифрової компетентності.

Література

1. Василенко О. О. Використання комп'ютерного тестування як контроль навчальних досягнень учнів на уроках математики під час дистанційного навчання в ЗЗСО. *Редакційна колегія*. 2023, 111 с.
2. Оксенюк І. Л. Організація діагностики та контролю знань засобами комп'ютерного тестування. *Педагогічний пошук*, (2022). 1(113), С. 31–35.
3. Боярищева Т. В., Герич М. С., Сливка-Тилишак Г. І. Активізація навчальної діяльності майбутніх вчителів математики під час вивчення математичного аналізу / *Проблеми математичної освіти: матеріали X міжнар. наук.-метод. конф.* Черкаси: Черкаський нац. ун-т ім. Б. Хмельницького, 2023. С. 115.

ПЕДАГОГІЧНИЙ АСПЕКТ ВИВЧЕННЯ ЦІЛОЇ ТА ДРОБОВОЇ ЧАСТИНИ ЧИСЛА ТА ФУНКЦІЙ

Підгірська Марія Іванівна, pidhirska.mariia@student.uzhnu.edu.ua

студентка 4 курсу, спеціальність 014.04 Середня освіта (Математика. Інформатика)

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

Вивчення цілої та дробової частини числа — це не просто чергова тема з математики. Це фундамент, на якому будується розуміння учнями числових значень, а також важливий крок до розвитку їхнього логічного мислення. Ці знання знадобляться не лише під час уроків, але й при розв'язуванні складних задач, зокрема олімпіадного рівня.

В першу чергу важливо донести до учнів точні означення:

Ціла частина числа — це найбільше ціле число, яке не перевищує даного числа. Тобто, наприклад, для числа -3.7 ціла частина буде -4 , а не -3 , як часто помилково вважають учні.

Дробова частина числа — це різниця між самим числом і його цілою частиною. Записується як $\{x\} = x - [x]$. Варто підкреслити, що дробова частина завжди лежить у межах від 0 до 1, тобто $0 \leq \{x\} < 1$.

Є кілька помилок, які діти допускають постійно:

- З від'ємними числами: часто вважають, що ціла частина $[-3.7]$ — це -3 . Пояснюємо ще раз: ціла частина — це найбільше ціле число, яке не перевищує дане. Тому — це -4 .

- Дробова частина плутається з десятковим залишком. Деякі учні вважають, що дробова частина від $\{-3.7\}$ — це просто 0.7 , хоча насправді $\{-3.7\} = 0.3$.

- Не враховують обмеження дробової частини. Потрібно наголосити, що вона завжди в межах від нуля до 1.

Щоб краще пояснювати цю тему потрібно використовувати наочні методи пояснень:

- Числова пряма — чудовий візуальний інструмент для показу цілої та дробової частин. Варто навести приклади як для додатних, так і для від'ємних чисел.

- Практичні вправи — спочатку прості, на закріплення означень, а потім складніші, де потрібно буде застосовувати властивості цих понять.

- Самостійні відкриття — запропонувати учням самим зробити висновки про властивості цілої та дробової частин. Наприклад, показати, що $[x + n] = [x] + n$, де n — ціле число.

- Графіки — побудова графіків функцій $y = [x]$ або $y = \{x\}$ допомагає краще візуалізувати властивості й розібратися в їх поведінці.

Робота з цілою та дробовою частинами числа формує в здобувачів освіти важливі навички, які є необхідними для успішного засвоєння математики. Зокрема, задачі на доведення властивостей розвивають логічне мислення та вміння будувати чіткі логічні ланцюжки. Розв'язування рівнянь і нерівностей, що містять цілу та дробову частини, вимагає уважного аналізу умов задачі, що сприяє розвитку аналітичних навичок. Окрім того, використання графіків дозволяє школярам краще візуалізувати математичні залежності, спрощуючи розуміння абстрактних понять. Ця тема часто зустрічається в задачах підвищеної складності. Розбір класичних олімпіадних задач дозволяє учням побачити, що знання про цілу та дробову частини числа застосовуються не лише в стандартних шкільних прикладах, а й у нестандартних, цікавих ситуаціях. Саме тому важливо навчити дітей мислити творчо й нестандартно, зокрема, використовуючи властивості дробової частини для оцінок, спрощення виразів або побудови ефективних розв'язків. Поступова робота з різноманітними задачами допомагає сформуванню в учнів математичну інтуїцію — здатність швидко "бачити" правильний підхід до розв'язання та оцінювати можливі варіанти відповіді.

Якщо правильно подати тему цілої та дробової частини числа, це стане не просто черговою темою з підручника, а реальним інструментом розвитку учнів. Це основа, яка

допомагає закласти міцні знання та навички, необхідні для складніших математичних тем та для участі в олімпіадах.

Література

1. Лов'янова І. В. *Методика навчання математики у запитаннях і відповідях*. К.: Вища школа, 2007. 256 с.
2. Одинцова О. О. *Ціла та дробова частини числа в завданнях елементарної математики: навчальний посібник*. Суми: ФОП Цьома С.П., 2019. 138 с.
3. Апостолова Г. В., Ясінський В. В. *Антъє і мантиса числа: Навчальний посібник*. К.: Факт, 2006. 128 с.
4. Вороний О. М. *Готуємось до олімпіад з математики*. Х.: Вид. група «Основа», 2008. 255 с.
5. *Ціла та дробова частини дійсного числа в задачах. Комп'ютерні методи їх розв'язання*. К.: Інститут прикладної математики, 2015. 112 с.
6. Житарюк І. В. *Елементарна математика і методика викладання математики*. Вінниця: Нова книга, 2011. 280 с.

ЗАСТОСУВАННЯ СТАТИСТИЧНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ ГІПОТЕЗ ПРО ВПЛИВ ДЕМОГРАФІЧНИХ ФАКТОРІВ

Попович Аліна Василівна, popovych.alina1@student.uzhnu.edu.ua

студентка 4 курсу, спеціальність 111 Математика

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

Перевірка статистичних гіпотез — це процедура статистичного висновку, яка дозволяє на основі даних вибірки вирішувати, чи підтверджуються припущення (гіпотези) щодо генеральної сукупності. У статистичній практиці розрізняють параметричні та непараметричні критерії перевірки гіпотез: перші вимагають виконання певних припущень про розподіл даних (наприклад, нормальності), тоді як другі не спираються на параметри розподілу. Непараметричні методи особливо доречні в соціологічних дослідженнях, коли дані мають порядкову шкалу або не відповідають вимогам параметричних підходів [1].

Параметричні критерії (такі як t -тест і z -тест) припускають, що дані вибірки походять з розподілу визначеного типу (зазвичай нормального). t -критерій Стьюдента використовується для перевірки рівності середніх значень у одній або двох вибірках і широко застосовується, зокрема, для порівняння середніх показників між двома групами в соціологічних дослідженнях (експериментальною та контрольною групами). Z -критерій застосовується для великих вибірок або при відомому значенні дисперсії генеральної сукупності; у соціологічних опитуваннях цей тест дає змогу перевіряти гіпотези щодо часток (наприклад, чи відрізняється частка респондентів із певною думкою між двома вибірками) [3].

Критерій Манна–Уїтні (ранговий критерій) призначений для перевірки рівності розподілів у двох незалежних вибірках на основі порівняння сум рангів [2]. Він слугує непараметричним аналогом t -критерію, коли дані мають порядковий характер або значно відхиляються від нормального розподілу. У соціологічних дослідженнях критерій Манна–Уїтні дає змогу порівнювати розподіл оцінок двох груп респондентів (чоловіків і жінок) без потреби в припущенні про нормальність [1].

Критерій Краскела–Уолліса використовується для порівняння трьох чи більше незалежних груп і є узагальненням рангового підходу Манна–Уїтні на випадок багатьох вибірок. Він є непараметричною альтернативою однофакторному дисперсійному аналізу та перевіряє нульову гіпотезу про однорідність розподілів у k групах [3]. У соціологічних дослідженнях критерій Краскела–Уолліса дозволяє визначити, чи є значущі відмінності між розподілами відповідей кількох категорій респондентів (різні регіони, вікові групи тощо) [4].

Критерій χ^2 (хі-квадрат) — непараметричний тест для перевірки гіпотез щодо категоріальних (якісних) даних, зокрема застосовується як тест відповідності розподілу та тест незалежності. У соціології цей критерій найчастіше слугує для перевірки незалежності між двома якісними змінними, наприклад між статтю респондента та обраною відповіддю. Метод χ^2 передбачає порівняння спостережуваних частот з очікуваними, обчисленими за нульової гіпотези про відсутність зв'язку між досліджуваними змінними [3].

Перевірка статистичних гіпотез відіграє ключову роль у науці, зокрема в соціології, забезпечуючи об'єктивний інструмент для підтвердження чи спростування теоретичних припущень. Застосування відповідних критеріїв дозволяє відрізнити значущі закономірності від випадкових коливань даних, підвищуючи надійність і доказовість висновків дослідження.

Література

1. Дубина О. О. Математична статистика: підручник. К.: Вища школа, 2013.
2. Lehmann E. L., Romano J. P. Testing Statistical Hypotheses. New York: Springer, 2005.
3. Sheskin D. J. Handbook of Parametric and Nonparametric Statistical Procedures. Boca Raton: CRC Press, 2000.
4. Березовський О. Л. Основи математичної статистики: навч. посібник. Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 2010.

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ КОРЕЛЯЦІЙНО-РЕГРЕСІЙНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ РОЗВИТКУ ПРЕЙСКУРАНТІВ

Пригара Діана Романівна, terelia.adelina@student.uzhnu.edu.ua

студентка 4 курсу, спеціальність III Математика

Науковий керівник: *к.ф.-м.н., асис. Бучак Х. В.*

Розрахунок прејскуранта для продукції на основі кореляційно-регресійного аналізу забезпечує обґрунтованість ціни залежно від техніко-економічних факторів; високу точність розрахунку, що практично зменшує можливість механічних помилок; зменшення обсягів робіт із затвердження цін на нові види виробів; скорочення трудомісткості та строків розрахунку; багаторазове використання технічного завдання та програми при переглядах прејскурантів у майбутньому і розрахунках цін на нові вироби, що не ввійшли до основного прејскуранта.

Можливості в розробці прејскурантів на продукцію виробничо-технічного призначення відкриваються з введенням у практику розрахунків застосування методу кореляційно-регресійного аналізу й ЕОМ. Цей метод широко використовується при обґрунтуванні цін на нову продукцію та коригуванні існуючих цін, установлених методом калькулювання. Сутність методу кореляційно-регресійного аналізу в ціноутворенні полягає в знаходженні емпіричних формул залежності цін (собівартості) від техніко-економічних параметрів продукції в межах параметричного ряду виробів.

Регресійний аналіз дозволяє знайти емпіричну форму залежності ціни від техніко-економічних параметрів виробу. Ціна тут виступає як функція параметрів. Кореляційний аналіз допомагає встановити наявність і силу зв'язку між факторною та результативною ознаками шляхом обчислення показників зв'язку: лінійного коефіцієнта парної кореляції, окремих часткових коефіцієнтів кореляції, сукупного коефіцієнта множинної кореляції. При визначенні цін обидва методи використовуються в поєднанні.

Література

1. Непран А., Гіржева О., Бірченко Н., Хлопоніна-Гнатенко О., Степаненко С. Використання методу кореляційно-регресійного аналізу для розрахунку прејскурантів. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*, 2022. Том 3 (44). С. 92-99. DOI: <https://doi.org/10.55643/fcaptp.3.44.2022.3691>.
2. Пашко А.О. Статистичний аналіз даних : метод. матеріали до курсу «Інтелектуальна обробка даних» для студентів. Київ : КНУ ім. Тараса Шевченка, 2019. 55 с.

ВПРОВАДЖЕННЯ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ ПРИ ВИВЧЕННІ ТЕМИ «ТЕКСТОВІ ЗАДАЧІ»

Пупена Надія Іванівна, pupena.nadiia@student.uzhnu.edu.ua

студентка 3 курсу, спеціальність 014.04 Середня освіта (Математика. Інформатика)

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

У сучасному освітньому процесі важливу роль відіграє формування в учнів математичних компетентностей, зокрема навичок розв'язання текстових задач. Ця тема є актуальною, оскільки текстові задачі не лише сприяють розвитку логічного та аналітичного мислення, а й допомагають застосовувати математичні знання в реальних життєвих ситуаціях.

Дослідження спрямоване на удосконалення методики навчання математики шляхом впровадження ефективної системи прикладних задач, що дозволить підвищити якість освіти та зацікавленість учнів у вивченні предмета.

Аналіз педагогічної та методичної літератури дозволив визначити сутність поняття «прикладна задача» та її роль у формуванні математичних компетентностей. Особлива увага приділена задачам на відсотки, дробі, відношення і пропорції, руху, вартість, роботу як найбільш наближеним до повсякденного життя учнів. Як зазначає М. Бурда, прикладна спрямованість змісту шкільної математичної освіти є важливим фактором формування ключових компетентностей учнів [1].

У процесі дослідження розроблено систему прикладних задач різного рівня складності з урахуванням вікових особливостей учнів та вимог навчальної програми. Запропоновані задачі дають змогу учням побачити практичну цінність математичних знань, що значно підвищує інтерес до предмета. Л.І. Новицька підкреслює, що «роль прикладних задач у навчанні математики полягає у встановленні природних зв'язків між математичними абстракціями та реальними процесами навколишнього світу» [2].

Суттєвим є те, що прикладні задачі дозволяють органічно інтегрувати математику з іншими предметами — фізикою, економікою, біологією, інформатикою. Такий міжпредметний підхід, як зазначено у курсовій роботі, формує у школярів цілісне сприйняття навчального матеріалу та сприяє розвитку системного мислення. Наприклад, задачі, що стосуються бюджету сім'ї, відсоткових ставок чи розрахунку доз медикаментів, демонструють учням прямий зв'язок математичних знань із реальними життєвими ситуаціями та підвищують їхню фінансову й побутову грамотність.

Також, як свідчить досвід впровадження авторської системи прикладних задач, що описано у курсовій, такі завдання стимулюють учнів до самостійного аналізу та прийняття рішень. Завдяки цьому розвивається критичне мислення, навички планування та здатність працювати з інформацією. У поєднанні з візуальними й інтерактивними елементами, застосування прикладних задач суттєво підвищує ефективність засвоєння матеріалу та забезпечує глибше розуміння математичних понять.

Важливо, що методика впровадження прикладних задач у навчання математики передбачає різноманітні форми організації навчального процесу: проектну діяльність, дослідницькі завдання, проблемно-орієнтоване навчання та рольові ігри. Як показано в дослідженні, застосування таких методів підвищує активність учнів, формує вміння працювати в команді, аналізувати інформацію та приймати обґрунтовані рішення. Наприклад, задачі з теми «вартість і знижки» можна подати у форматі моделювання покупок, що стимулює практичне мислення та закріплення знань про відсоткові обчислення.

Перспективи подальшого вдосконалення системи прикладних задач полягають у використанні цифрових технологій, адаптивних освітніх платформ та мультимедійного контенту. Це відкриває можливості для індивідуалізації навчання, створення інтерактивних задач із візуалізацією реальних ситуацій, а також для розвитку навичок самооцінки, рефлексії та самостійного планування навчального процесу. Такий підхід сприятиме формуванню в

учнів цілісного бачення застосування математики у повсякденному житті та професійній діяльності.

Приклад прикладної задачі із сфери життя:

Кулінарія: За рецептом потрібно $3/4$ склянки цукру на 4 порції десерту. Скільки цукру знадобиться для 10 порцій?

Розв'язання:

Знаходимо, скільки цукру потрібно на 1 порцію:

Щоб дізнатися це, потрібно кількість цукру ($3/4$ склянки) поділити на кількість порцій (4):

$$3/4 : 4 = 3/4 \times 1/4 = 3/16 \text{ (склянки)}$$

Отже, на 1 порцію потрібно $3/16$ склянки цукру.

Знаходимо, скільки цукру потрібно на 10 порцій:

Тепер, коли ми знаємо кількість цукру на 1 порцію, потрібно помножити це значення на 10:

$$3/16 \times 10 = 30/16.$$

Спростуємо дріб:

Дріб $30/16$ неправильний (чисельник більший за знаменник), тому перетворюємо його в мішане число:

$$30 : 16 = 1 \text{ (ціла частина)}$$

$$30 - 16 = 14 \text{ (залишок)}$$

$$\text{Отже, } 30/16 = 1 \frac{14}{16}$$

Скорочуємо дробову частину (якщо можливо):

$$14/16 \text{ можна скоротити на } 2:$$

$$14 : 2 = 7$$

$$16 : 2 = 8$$

$$\text{Тому } 1 \frac{14}{16} = 1 \frac{7}{8}$$

Відповідь: Для 10 порцій десерту знадобиться $1 \frac{7}{8}$ склянки цукру.

Таким чином, впровадження системи прикладних задач у навчальний процес із теми «Текстові задачі» довело свою ефективність як у теоретичному, так і в практичному вимірах. Застосування таких задач сприяє не лише формуванню міцних математичних знань, а й розвитку в учнів критичного та аналітичного мислення, навичок роботи з інформацією, вміння приймати обґрунтовані рішення в повсякденному житті.

Розроблена система дозволяє адаптувати завдання до рівня підготовки учнів, враховувати їхній життєвий досвід та інтереси. Це підвищує мотивацію до навчання, створює умови для глибшого засвоєння матеріалу та формування ключових компетентностей. Особливої значущості набуває застосування таких задач у поєднанні з цифровими технологіями, що розширює дидактичні можливості сучасної школи.

Проведене дослідження підтверджує, що методично обґрунтоване використання прикладних задач є перспективним напрямом у математичній освіті, що поєднує традиційні знання з потребами сучасного суспільства.

Література

1. Бурда М. Прикладна спрямованість змісту шкільної математичної освіти // Наукове забезпечення розвитку освіти в Україні: актуальні проблеми теорії і практики : зб. наук. праць. Київ : Вид. дім «Сам», 2017. С. 210.
2. Новицька Л. І. Роль прикладних задач у навчанні математики // Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології. 2016. № 8. С. 280–285.

ЗАСТОСУВАННЯ ЛІНІЙНОЇ МНОЖИНИ РЕГРЕСІЇ ТА КОРЕЛЯЦІЙНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ОЦІНКИ ФІНАНСОВОГО СТАНУ ПІДПРИЄМСТВА

Тереля Аделіна Василівна, terelia.adelina@student.uzhnu.edu.ua

студентка 4 курсу, спеціальність III Математика

Науковий керівник: *к.ф.-м.н., асис. Бучак Х. В.*

Важливим завданням в аналізі фінансового стану підприємства постає своєчасність в усуненні недоліків його діяльності. На економічний стан будь-якої організації впливає значна чисельність факторів. В залежності від того яка мета діяльності компанії ці чинники відрізняються. В управлінні підприємством фахівцям потрібно спланувати та організувати такий план дій, який поліпшить фінансове положення організації. Через це в сучасних умовах стали необхідними математично-статистичні дослідження. Вони являються головним інструментом для визначення впливу досліджуваних явищ на результат

Широке застосування в аналізі фінансового стану підприємств отримав кореляційно-регресійний аналіз. За його допомогою порівнюються дійсні величини з тими, що отримані у рівнянні. Отримані дані допомагають фахівцям більш точно побачити який саме зв'язок мають досліджувані чинники, і чи є він взагалі, та здобути бажаний результат, втручаючись в економічний процес.

Проведено множинний кореляційно-регресійний аналіз фінансового стану підприємства. Для того, щоб виявити вплив визначальних факторів на чистий прибуток підприємства, зроблено кореляційний аналіз показників.

Література

1. Воропай Н.Л., Герасименко Т.В., Кирилова Л.О., Корсун Л.М., Мацкул М.В., Мальцева Є.В., Михайленко А.В., Орлов Є.В., Чернишев В.Г., Чепурна О.Є., Шинкаренко В.М. (за заг. редакцією Мацкул В.М.) Економіко-математичні методи та моделі: Навчальний посібник. Одеса: ОНЕУ, 2018, 404 с.
2. Пашко А.О. Статистичний аналіз даних : метод. матеріали до курсу «Інтелектуальна обробка даних» для студентів. Київ : КНУ ім. Тараса Шевченка, 2019. 55 с.

МЕТОДИКА ВИВЧЕННЯ КОМПЛЕКСНИХ ЧИСЕЛ В КУРСІ АЛГЕБРИ ТА ПОЧАТКІВ АНАЛІЗУ ДЛЯ 11 КЛАСУ З ПОГЛИБЛЕНИМ РІВНЕМ НАВЧАННЯ

Цанько Юліанна Василівна, tsanko.yulianna@student.uzhnu.edu.ua

студентка 4 курсу, спеціальність 014.04 Середня освіта (Математика. Інформатика)

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

Згідно концепції «Нової української школи» реформування змісту загальної середньої освіти передбачає розроблення принципово нових державних стандартів загальної середньої освіти, спрямоване на формування в учнів знань, умінь і навичок, необхідних для їхньої успішної самореалізації в різних сферах життя. Серед ключових компетентностей особливе значення відводиться математичній грамотності, компетентностям у галузі природничих наук і технологій, а також інформаційно-цифровій компетентності. Зміст шкільної математичної освіти відіграє важливу роль у розвитку цих компетентностей.

За цих умов актуальним є вивчення комплексних чисел в 11 класі з поглибленим рівнем навчання. Вважається доцільним включення цієї теми до обов'язкової програми, оскільки ознайомлення з комплексними числами сприяє формуванню цілісного уявлення про еволюцію поняття числа та завершення логічного ланцюжка розширення систем числення, що важливо для учнів, які поглиблено вивчають математику [1].

Для формування наукового світогляду учнів необхідно забезпечити цілісне уявлення про число. Вивчення комплексних чисел завершує розвиток цього фундаментального поняття в шкільному курсі математики. Опанування комплексних чисел поглиблює знання учнів про методи пізнання та вдосконалює їхні навички застосування цих методів. Широке застосування комплексних чисел у математиці та інших наукових і практичних галузях допомагає учням усвідомити міжпредметні зв'язки та розвиває вміння їх виявляти й встановлювати.

Порівняльний аналіз двох підручників з алгебри та початків аналізу («Алгебра. 11 клас» Е.П. Неліна [2] та «Алгебра 11 клас» А.Г. Мерзляк та ін. [3]) показав відмінності в глибині викладу та обсязі матеріалу. Більш ефективною для поглибленого вивчення видається методика, запропонована в підручнику А.Г. Мерзляка та ін. [1], з більшою кількістю прикладів і глибшим висвітленням теми.

Література

1. Навчальна програма з математики для учнів 10-11 класів (початок вивчення на поглибленому рівні з 8 класу) загальноосвітніх навчальних закладів. Профільний рівень.
2. Нелін Є. П. Алгебра. 11 клас: підруч. для загальноосвіт. навч. закладів: академ. рівень, проф. рівень. Х. : Гімназія, 2011. 448 с.
3. Алгебра: підр. для 11 класів з поглибленим вивченням математики / А. Г. Мерзляк, Д. А. Неміровський, В. Б. Полонський, М. С. Якір. Х. : Гімназія, 2019. 303 с.

МЕТОДИКА НАВЧАННЯ КОМБІНАТОРИКИ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ

МАТЕМАТИКИ

Чанда Іван Іванович, chanda.ivan@student.uzhnu.edu.ua

студент 3 курсу, спеціальність 014.04 Середня освіта (Математика. Інформатика)

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

Комбінаторика є важливим розділом математики, що вивчає способи підрахунку кількості можливих варіантів вибору та розміщення об'єктів. Її вивчення сприяє розвитку логічного мислення, уваги до деталей і здатності до аналізу ситуацій. Вона є основою для подальшого вивчення теорії ймовірностей і статистики в рамках шкільного курсу математики.

До основних понять комбінаторики, що вивчаються в шкільному курсі, належать: факторіал ($n!$) - добуток усіх натуральних чисел від 1 до n ; перестановки - кількість способів розміщення n різних елементів у певному порядку: $P(n) = n!$; комбінації - кількість способів вибору m елементів з n різних без урахування порядку: $C_n^m = \frac{n!}{(n-m)! \cdot m!}$; розміщення - кількість способів вибору та впорядкування m елементів з n різних елементів, при цьому порядок елементів має значення: $A_n^m = \frac{n!}{(n-m)!}$. Ці поняття формують базу для розв'язання комбінаторних задач.

Ефективне викладання комбінаторики потребує системного підходу, який передбачає поетапне введення понять через життєві приклади, детальне пояснення формул і їх виведення, розв'язання задач різного рівня складності, а також використання наочних матеріалів (схем, таблиць). Важливим є застосування інтерактивних методів навчання, таких як групові роботи та обговорення, що стимулює учнів до активного освоєння матеріалу. Як зазначає Банах Т.О., розвиток логічного мислення учнів через практичне застосування комбінаторних методів у різних контекстах є необхідним елементом навчання. Під час викладання комбінаторики слід враховувати індивідуальні особливості учнів та коригувати методику відповідно до їх потреб і рівня підготовки.

Вивчення комбінаторики в шкільному курсі є важливим для формування в учнів здатності до абстрактного мислення та розв'язування нестандартних задач. Як зазначає Слєпкань З.І., комбінаторика вимагає від учнів розвитку здатності до логічного аналізу і вміння застосовувати отримані знання у нових умовах. Застосування інтерактивних методів навчання і наочних прикладів сприяє поглибленому розумінню матеріалу, що підтверджують дослідження Сердюка З.О. та Марштупи К.О., які акцентують увагу на використанні реальних задач для стимулювання інтересу учнів до вивчення комбінаторики

Література

1. Банах Т.О. Методика викладання математичної логіки та комбінаторики в шкільному курсі математики. Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 2022.
2. Бєвз Г.П. Методика викладання математики. Київ: Вища школа, 1989.
3. Слєпкань З.І. Методика навчання математики: Підручник. Київ: Вища школа, 2006.
4. Мерзляк А.Г., Полонський В.Б., Якір М.С. Алгебра і початки аналізу. 10 клас. Харків: Гімназія, 2010.
5. Сердюк З.О., Марштупа К.О. Комбінаторні задачі в шкільному курсі математики. Науковий вісник ЧНУ, 2023.

ОСОБЛИВОСТІ ВИВЧЕННЯ ІРРАЦІОНАЛЬНИХ РІВНЯНЬ НА РІЗНИХ РІВНЯХ ПІДГОТОВКИ В СТАРШІЙ ШКОЛІ

Шебак Юлія Михайлівна, zhabliak.yuliia@student.uzhnu.edu.ua

студентка 4 курсу, спеціальність 014.04 Середня освіта (Математика. Інформатика)

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

Шкільний курс алгебри охоплює вивчення різних типів рівнянь та нерівностей, які поступово ускладнюються відповідно до віку учнів та рівня їхньої математичної підготовки.

Ірраціональні рівняння, тобто рівняння що містять змінну під знаком радикалу [1], становлять важливу частину шкільного курсу алгебри, оскільки сприяють розвитку таких важливих компетентностей учнів як математичне мислення, аналітичні навички, здатність до перевірки правильності розв'язків. Формування зазначених компетентностей відбувається ефективніше за умови системного підходу до викладання теми. Зокрема, важливою складовою є формування здатності учнів логічно обґрунтовувати кожен крок розв'язання ірраціональних рівнянь, аналізувати умови задачі та виконувати перевірку отриманих результатів. При цьому, у процесі навчання доцільно використовувати завдання на порівняння методів розв'язання та аналіз типових помилок. Такий підхід дозволяє сформуванню не лише математичні знання, а й навички аналітичного мислення.

Слід відмітити ефективність використання диференційованого підходу до викладання теми з урахуванням рівня підготовки учнів. Так, учням з базовим рівнем доцільно пропонувати прості рівняння з одним кореневим виразом та алгоритмізовані схеми розв'язання. Для учнів профільних класів слід вводити більш складні завдання з кількома ірраціональними виразами, що стимулює розвиток логічного та критичного мислення.

Вивчення ірраціональних рівнянь для учнів є важким через їх специфічність, тому вчителі намагаються залучати інноваційні технології. Зокрема, використання динамічного середовища GeoGebra (безкоштовна програма, розроблена Маркусом Хохенвартером на мові Java, яка працює на багатьох операційних системах та підтримує понад 39 мов) дозволяє наочно демонструвати графічне розв'язання ірраціональних рівнянь. Учні мають можливість проводити графічні побудови, знаходити точки перетину графіків та візуально оцінювати правильність отриманих відповідей. Така наочність сприяє кращому розумінню суті ірраціональних рівнянь та дозволяє зменшити кількість механічних помилок. Крім того, інтерактивний формат роботи стимулює інтерес учнів до теми та дозволяє формувати навички дослідницької діяльності.

Література

1. Белешко Д. Т. *Розв'язуємо ірраціональні рівняння та нерівності*: навчальний посібник. Тернопіль : Навчальна книга. Богдан, 2012. 80 с.
2. Віра М., Самусенко П. Застосування програмного засобу GeoGebra до розв'язування алгебраїчних задач з параметром. *Physical and Mathematical Education*. 2023. Т. 38, № 1. С. 7–13. URL: <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-1-001> (дата звернення: 10.05.2025).

ЗАДАЧІ ЕКОНОМІЧНОГО ЗМІСТУ ЯК ЗАСІБ АКТИВІЗАЦІЇ ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ШКОЛЯРІВ

Штефаньо Наталія Вікторівна, shtefano.nataliia@student.uzhnu.edu.ua

студентка 3 курсу, спеціальність 014.04 Середня освіта (Математика. Інформатика)

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

Особливу роль в освітньому процесі відіграють задачі економічного змісту, які інтегрують теоретичні знання з практичним досвідом. Розв'язання таких задач розвиває аналітичне мислення, здатність приймати рішення та критично оцінювати інформацію, що відповідає вимогам сучасного суспільства. Вони сприяють активізації навчального процесу, роблячи його цікавішим і більш прикладним.

Сучасні науковці (Н. Акименко, О. Папач, О. Яковлева, Н. Бахмат, В. Гунько та інші) активно досліджують методи використання задач економічного змісту в навчальному процесі.

Використання задач економічного змісту допомагає учням побачити зв'язок між математикою та реальним життям, а також забезпечує практичне застосування математичних знань.

Задачі, що стосуються фінансових розрахунків, сімейного бюджету або аналізу витрат і доходів, роблять навчальний матеріал більш цікавим і зрозумілим. Вони відповідають реалізації таких наскрізних ліній, як "підприємливість і фінансова грамотність". Учні вчаться приймати рішення, враховуючи економічні й соціальні аспекти. Розв'язання задач економічного змісту вимагає від учнів вміння аналізувати умови задачі, визначати головні аспекти проблеми, а також логічно пов'язувати між собою різні елементи.

Основні функції задач з економічним змістом: освітня, розвиваюча, виховна. Задачі економічного змісту можна розглядати в різних напрямках: сімейний бюджет, банківські операції, ринкові відносини, податкова політика, страхування.

Задачі економічного змісту, призначені для учнів середньої школи, допомагають сформувати основи фінансової грамотності та економічного мислення. Для кожного класу пропонуються різнотипні завдання

В роботі розглянуто важливість задач економічного змісту для активізації пізнавальної діяльності учнів. Актуальність теми підтверджується необхідністю розвитку фінансової грамотності та підприємливості серед школярів, що є ключовими компетентностями у сучасному світі. У процесі експериментального дослідження було виявлено, що використання задач економічного змісту значно підвищує активність учнів на уроках математики, сприяє розвитку їхньої самостійності та здатності до критичного мислення. Спостереження за учнями та їхніми результатами дозволили підтвердити ефективність використання таких задач у навчальному процесі, а також виявити особливості їх впровадження в різних класах.

Література

1. Бахмат Н. В. Формування основ фінансової грамотності молодших школярів на уроках математики у НУШ. *Педагогічна освіта: теорія та практика*. 2021. № 31. С. 107-122.
2. Довгань А. І. Реалізуємо наскрізну лінію "Підприємливість і фінансова грамотність". *Економіка в школах України*. 2018. №8. С. 7-19.

ТРИКУТНИК У ЗАДАЧАХ ШКІЛЬНОГО КУРСУ ГЕОМЕТРІЇ

Шуба Анастасія Михайлівна, shuba.anastasiia@student.uzhnu.edu.ua

студентка 3 курсу, спеціальність 014.04 Середня освіта (Математика. Інформатика)

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

Трикутник є одним із базових геометричних фігур, вивчення якого має важливе значення для засвоєння основ шкільної геометрії. Саме через задачі на трикутники учні оволодівають ключовими поняттями планіметрії, розвивають просторове мислення, навички логічного міркування та математичного моделювання. Теореми, пов'язані з трикутниками — такі як теорема Піфагора, теорема синусів, теорема косинусів — мають широке практичне застосування не лише в математиці, але й у фізиці, архітектурі, інженерії та інших галузях, що підкреслює актуальність теми даної курсової роботи.

Засвоєння теми «Трикутник» вимагає від учнів не лише запам'ятовування формул, а й уміння логічно мислити, аналізувати умови задачі, будувати допоміжні елементи та застосовувати знання на практиці. Часто трапляються помилки, пов'язані з неправильним використанням ознак подібності, плутаниною в побудовах та підстановкою у формули без попереднього аналізу. Це вказує на потребу в систематичному повторенні матеріалу та більш практично орієнтованому підході до вивчення теми.

Обрана тема є надзвичайно важливою для загального математичного розвитку учнів та формування їхньої просторової уяви, навичок точності, логічного мислення та здатності до розв'язання практичних задач. Вона тісно пов'язана з іншими розділами шкільної програми, зокрема з тригонометрією, аналітичною геометрією та алгеброю. Особливої актуальності ця тема набуває при підготовці до підсумкової атестації чи ЗНО, оскільки трикутники трапляються майже в кожному варіанті тестів.

Отже, робота з задачами на трикутники не лише поглиблює геометричну грамотність учнів, але й формує вміння ефективно працювати з математичними моделями, критично мислити та застосовувати отримані знання в реальних і прикладних ситуаціях.

Література

1. Мерзляк А.Г., Якір М.С. Геометрія. 7 клас: Підручник для ЗЗСО. Харків: Гімназія, 2024.
2. Мерзляк А.Г., Якір М.С. Геометрія. 8 клас: Підручник для ЗЗСО. Харків: Гімназія, 2024.
3. Мерзляк А.Г., Якір М.С. Геометрія. 9 клас: Підручник для ЗЗСО. Харків: Гімназія, 2024.

КЛАСИФІКАЦІЯ ТА МЕТОДИ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ІРРАЦІОНАЛЬНИХ НЕРІВНОСТЕЙ РІЗНИХ ТИПІВ

Шулла Аліна Мирославівна, shulla.alina@student.uzhnu.edu.ua

студентка 4 курсу, спеціальність 014.04 Середня освіта (Математика. Інформатика)

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

Ірраціональні нерівності – це нерівності, в яких невідомі величини входять під знак кореня (радикала) або дробового показника степеня.

Такий тип нерівностей не можна розв'язати традиційними методами, не враховуючи специфічних властивостей кореневих виразів. Зазвичай мова йде про корені, найчастіше квадратні, однак можуть зустрічатися і корені вищих парних або непарних степенів.

Загальний вигляд ірраціональної нерівності можна подати у формі:

$$\sqrt[n]{f(x)} * g(x)$$

де $f(x)$ і $g(x)$ — вирази, що залежать від змінної, $n \in N$, $n > 0$, а символ $*$ позначає один із символів нерівності $>$, $<$, \geq , \leq .

Особливістю таких нерівностей є наявність обмежень на область допустимих значень (ОДЗ), які виникають через необхідність існування кореня при заданих значеннях змінної. Наприклад, при парному корені (як у випадку з квадратним коренем), вираз під знаком кореня повинен бути невід'ємним, оскільки корінь з від'ємного числа в множині дійсних чисел не існує.

Вирішення ірраціональних нерівностей зазвичай вимагає дотримання чіткої послідовності дій:

1. Визначення області допустимих значень (ОДЗ) — встановлення умов, за яких всі вирази в нерівності мають зміст.
2. Перетворення нерівності — часто застосовується піднесення обох частин до відповідного степеня, щоб позбутися знаку кореня.
3. Отримання алгебраїчної нерівності — після усунення коренів, нерівність зводиться до більш стандартної форми.
4. Перевірка розв'язків — усі отримані значення повинні бути перевірені на відповідність ОДЗ.

Класифікація ірраціональних нерівностей дозволяє систематизувати підходи до їх розв'язування залежно від структури виразів і типу коренів.

Залежно від складності виразів, ірраціональні нерівності поділяють на типи:

1. $\sqrt[n]{f(x)} > a$, $\sqrt[n]{f(x)} < a$, $\sqrt[n]{f(x)} \geq a$, $\sqrt[n]{f(x)} \leq a$, де $f(x)$ - вираз, що залежать від змінної, $n \in N$, $n > 0$.
2. $\sqrt[n]{f(x)} > \sqrt[n]{g(x)}$, $\sqrt[n]{f(x)} < \sqrt[n]{g(x)}$, $\sqrt[n]{f(x)} \geq \sqrt[n]{g(x)}$, $\sqrt[n]{f(x)} \leq \sqrt[n]{g(x)}$, де $f(x)$ і $g(x)$ - вирази, що залежать від змінної, $n \in N$, $n > 0$.
3. $\sqrt[n]{f(x)} > g(x)$, $\sqrt[n]{f(x)} < g(x)$, $\sqrt[n]{f(x)} \geq g(x)$, $\sqrt[n]{f(x)} \leq g(x)$, де $f(x)$ і $g(x)$ - вирази, що залежать від змінної, $n \in N$, $n > 0$.
4. Нерівності, що містять кілька коренів. $\sqrt[n]{f(x)} + \sqrt[n]{g(x)} * a$, $\sqrt[n]{f(x)} + \sqrt[n]{g(x)} * h(x)$, $\sqrt[n]{f(x)} + \sqrt[n]{g(x)} * \sqrt[n]{h(x)}$, де $n \in N$, $n > 0$, а символ $*$ позначає один із символів нерівності $>$, $<$, \geq , \leq .

Застосування відповідних методів — таких як піднесення до степеня, аналіз систем нерівностей, графічний метод тощо — дає змогу ефективно знаходити розв'язки та уникати типових помилок.

Методи розв'язання ірраціональних нерівностей:

1. Метод інтервалів — розбиваємо вісь x на інтервали за нулями виразу, визначити знак на кожному інтервалі й вибрати ті, де виконується нерівність.
2. Метод рівносильних перетворень — послідовно перетворюємо нерівність у простішу, не змінюючи її змісту. Важливо не робити дій, які можуть додати або втратити корені.

3. Метод піднесення до степеня — Застосовується для усунення коренів. Якщо обидві частини ≥ 0 , підносимо до степеня, а потім розв'язуємо нову нерівність. Обов'язкова перевірка результату.

4. Метод заміни змінної — складний вираз позначаємо новою змінною, щоб спростити нерівність. Після розв'язання повертаємось до початкової змінної.

5. Графічний метод — будуємо графіки обох частин нерівності та визначаємо, при яких x одна функція більша/менша за іншу. Дає наочне уявлення про розв'язки.

Ірраціональні нерівності мають практичне значення в багатьох галузях: фізиці, економіці, технічних науках — там, де моделювання процесів потребує врахування функціональних залежностей із кореневими виразами. Наприклад, закони руху, витрати ресурсів чи геометричні задачі часто формулюються у вигляді саме таких нерівностей.

Таким чином, опанування теорії та методів розв'язування ірраціональних нерівностей є важливою складовою математичної підготовки студентів, що дозволяє не лише засвоїти окремий вид нерівностей, але й розвинути аналітичне та логічне мислення.

Література

1. Нелін Є. П. *Алгебра і початки аналізу: Дворівневий підруч. для 10 кл. загальноосвіт. навч. закладів*: Світ дитинства, 2006. 448 с.
2. Хохлова Л.Г., Хома-Могильська С.Г. *Ірраціональні рівняння і нерівності: Навчальний посібник*. -Тернопіль: Тайп, 2018. 72с.
3. Мерзляк А.Г., Полонський В.Б., Номирський Д.А., Якір М.С. *Алгебра і початки аналізу: підручник для 10 класу загальноосвіт. закладів. Академічний рівень*. К.: Гімназія, 2010.
4. Мерзляк А.Г., Полонський В.Б., Рабінович Ю.М., Якір М.С. *Алгебра і початки аналізу. 10 клас. Збірник задач і контрольних робіт*. Х. : Гімназія, 2010.
5. Муранова Н.П., Харченко Л.А., Шевченко Г.В., Муранов О.С. *Математика. Ірраціональні рівняння, нерівності та їх системи : практикум*: 2-е вид., стер. К. : НАУ, 2012. 96 с.

МЕТОДИКА ВИВЧЕННЯ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ

АЛГЕБРИ

Яцура Валентина Віталіївна, yatsura.valentyna@student.uzhnu.edu.ua

студентка 3 курсу, спеціальність 014.04 Середня освіта (Математика. Інформатика)

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

Вивчення числових послідовностей у 9 класі основної школи є важливим етапом формування математичних компетентностей учнів, оскільки ця тема забезпечує пропедевтичну базу для подальшого вивчення математичного аналізу та інших дисциплін. Вона сприяє розвитку алгоритмічного мислення, дослідницьких здібностей та вміння застосовувати математичні знання до практичних задач.

Основна мета методики викладання числових послідовностей полягає у формуванні в учнів розуміння послідовності як функції натурального аргументу, а також у розвитку навичок роботи з арифметичними та геометричними прогресіями. На початку вивчення теми доцільно розглядати різні типи послідовностей, використовуючи вправи на знаходження n -го члена, що допомагають учням усвідомити функціональну природу послідовностей. Графічне зображення різниці між функціями натурального та дійсного аргументу, підкріплене комп'ютерними програмами (наприклад, GeoGebra), сприяє кращому засвоєнню матеріалу.

Особлива увага приділяється арифметичним та геометричним прогресіям. Для введення цих понять рекомендується використовувати систему прикладів, що ілюструють закономірності утворення членів послідовностей. Учні самостійно пояснюють і доводять формули n -го члена та суми n перших членів, що сприяє розвитку дедуктивного мислення. Вивчення суми нескінченної спадної геометричної прогресії допомагає пояснити поняття границі та має практичне застосування.

Для підвищення інтересу до теми доцільно використовувати історичні факти, розв'язування історичних задач та виконання науково-дослідницьких проєктів. Інформаційно-комунікаційні технології, такі як Maple, Learning Apps чи Wordwall, дозволяють створювати інтерактивні вправи, підвищувати мотивацію та розвивати самостійність учнів. Нестандартні форми роботи, такі як уроки-гри чи уроки-дослідження, сприяють активізації пізнавальної діяльності.

Методичні рекомендації щодо розв'язування задач включають повторення базових алгебраїчних навичок, використання алгоритмів на початкових етапах, ознайомлення з нестандартними методами та розв'язування прикладних задач на завершальних заняттях. Усні вправи, задачі на встановлення відповідності та сюжетні задачі сприяють закріпленню матеріалу. Контроль знань здійснюється через математичні диктанти, тестові завдання та практичні вправи.

Таким чином, методика вивчення числових послідовностей передбачає систематичну роботу з використанням інтерактивних технологій, історичного контексту та прикладних задач, що забезпечує ефективне засвоєння матеріалу та розвиток математичних компетентностей учнів.

Література

1. Слєпкань З. І. Методика навчання математики: підручник. К.: Вища школа, 2006. 582 с.
2. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів з математики для 5-9 класів: наказ Міністерства освіти і науки України від 07.06.2017 № 804.

Секція 2. СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ

Керівник секції: ст. викл. Ломага Марія Михайлівна

РОЛЬ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ КОМУНІКАЦІЙ ПРИ УПРАВЛІННІ ПРОЄКТАМИ

Бібіка Юлія Русланівна, bibika.yuliia@student.uzhnu.edu.ua
Бібіка Анастасія Русланівна, bibika.anastasiia@student.uzhnu.edu.ua

студентки 4 курсу, спеціальність 124 Системний аналіз

Науковий керівник: к. ф.-м. н., доц. Градинар І.П.

Успішне втілення проєктів значною мірою залежить від якісного спілкування між усіма учасниками. З огляду на динаміку сучасного бізнесу, штучний інтелект (ШІ) стає дієвим інструментом для оптимізації цих процесів. Його впровадження дозволяє скоротити час реагування, мінімізувати людський фактор та підвищити точність обміну інформацією.

ШІ у сфері управління проєктами. За дослідженням компанії Gartner прогнозується, що до 2030 року 80% завдань з управління проєктами будуть виконуватися за допомогою штучного інтелекту, який базується на великих даних, машинному навчанні (ML) та обробці природної мови (NLP) [1].

Тоді з практичного застосування можна навести деякі аспекти, які будуть докорінно змінені ШІ:

- Відбір і визначення пріоритетів
- Підтримка офісу управління проєктом
- Швидке визначення, планування та звітування за проєктами
- Аналізувати величезні масиви даних і генерувати нові та миттєві ідеї
- Тестування
- Виконання адміністративної роботи

Виходячи з нашого практичного досвіду, використання штучного інтелекту у внутрішній комунікації команди значно змінює методологію управління проєктами. Алгоритми не тільки впорядковують стандартні операції, але й виявляють приховані небезпеки, пов'язані з емоційними станами та динамікою серед учасників. Це встановлює посилену ступінь чіткості спільних зусиль та дозволяє негайно вирішувати можливі суперечки чи розбіжності, заважаючи їм впливати на результати проєкту.

Інтеграція ШІ з інструментами управління проєктами. Поступово штучний інтелект все частіше впроваджується у популярні платформи для ведення проєктів на таких етапах як планування, звітність та комунікація. У більшості статей про застосування ШІ в управлінні проєктами без розуміння як правильно вести комунікації буде важко [3].

З практичного застосування ШІ в управлінні проєктами можна навести такі інструменти:

- Trello та Motion
- Fifeflies
- Julius
- Tableau
- ClickUp
- Slack

Всі ці інструменти покращують роботу команди під час певного проєкту, що значно підвищує ефективність планування, звітності та комунікації. Це дозволяє менеджерам зосередитися на стратегічних завданнях, зменшуючи час на рутинні операції.

Переваги та недоліки використання штучного інтелекту в управлінні проєктами. Штучний інтелект сприяє організації широкого накопичення даних, що дозволяє автоматизованій пріоритетності та категоризації комунікацій на основі їх значущості та доцільності. Він може легко автоматизувати рутинні завдання, прогнозувати ризики, надавати

інтелектуальну підтримку в прийнятті рішень, створювати документацію, аналізувати великий обсяг даних як це зазначено у статті [2].

З практичного застосування наведемо переваги та недоліки:

- Завдяки автоматизації повсякденних дій збільшується ефективність, але є можливість втратити контроль
- Можливість аналізу великого обсягу даних для передбачення, але буде потреба в точних і достовірних даних для ефективного прогнозу
- Швидке створення звітів та документації, але є можливість неправильної інтерпретації інформації алгоритмами
- Можливість уникнення людських помилок та ускладнень, але буде відсутність емоційного інтелекту та інтуїції у ШІ

З нашого практичного досвіду, ШІ частіше використовується для швидких та частих рутинних завдань, але при цьому використовувалася людська перевірка виконання завдання. До таких завдань можна віднести як відправку мейлу до робітника, перевірка пошти, створення зображень для мейлів, тощо.

Висновки. Штучний інтелект поступово стає ключовим чинником збільшення ефективності комунікацій та керування в проєктній роботі. Його здатність аналізувати велику кількість відомостей, виявляти приховані ризики та адаптувати взаємодію до контексту значно покращує внутрішню динаміку команди. Разом з тим важливо враховувати як технічні обмеження, так і етичні аспекти використання ШІ, щоб знайти баланс між технологічною ефективністю та збереженням людяності у професійному спілкуванні.

Література

1. Web Academy (2024, 4 січня) Як штучний інтелект змінить управління проєктами <https://web-academy.ua/blog/junior/how-ai-will-transform-project-management> (дата звернення: 14 травня 2025)
2. EconomyAndSociety. (2024, 26 березня). ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ЯК ІНСТРУМЕНТУ УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ. <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/3734/3656> (дата звернення: 14 травня 2024)
3. BannerBoo. (2024, 30 жовтня). Штучний інтелект в управлінні проєктами. <https://bannerboo.com/ua/blog/shtuchnyy-intelekt-v-upravlinni-proyektamy/> (дата звернення: 07 травня 2024)

ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ПОЗИ ЛЮДИНИ НА МОБІЛЬНИХ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ ПРИСТРОЯХ

Вогар Андрій Юрійович, vohar.andrii@student.uzhnu.edu.ua

студент 3 курсу, спеціальність 124 Системний аналіз

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

Застосування методів оцінки пози людини (pose estimation) на мобільних обчислювальних платформах, зокрема на пристроях, таких як Raspberry Pi, супроводжується технічними обмеженнями. Основною проблемою є недостатня обчислювальна потужність процесора, обмежений обсяг оперативної пам'яті, що характерно для більшості мікрокомп'ютерів та інших портативних пристроїв. За цих умов критично важливим стає вибір моделей, які демонструють прийнятний компроміс між точністю визначення ключових точок тіла, швидкістю та споживанням ресурсів.

Сучасні методи pose estimation, такі як OpenPose, MediaPipe BlazePose, YOLO-Pose та інші, зазвичай розробляються з орієнтацією на десктопні або серверні обчислювальні системи з доступом до GPU. Пряме їх застосування на пристроях з ARM-архітектурою, або іншими енергоефективними архітектурами, без оптимізації призводить до непридатної для практичного використання продуктивності. Тому порівняння таких моделей повинно здійснюватися в контексті цільової апаратної платформи.

Для об'єктивного оцінювання ефективності моделей у зазначених умовах доцільне використання спеціалізованих бенчмарк-модулів, які дозволяють проводити вимірювання ключових характеристик, зокрема:

- FPS (Frames Per Second) — середня кількість кадрів, що обробляються за секунду; критичний показник для систем реального часу.
- Latency — середній час обробки одного кадру; характеризує відгук системи.
- CPU та RAM utilization — середній рівень використання процесора та оперативної пам'яті під час роботи моделі; дозволяє оцінити можливість паралельного виконання інших задач.

Наявні дослідження підтверджують доцільність використання полегшених моделей типу BlazePose (MediaPipe), MoveNet Lightning, а також YOLOv11, які забезпечують продуктивність, прийнятну для базових застосунків на Raspberry Pi.

Систематичний підхід до оцінювання продуктивності моделей дозволяє ухвалювати обґрунтовані рішення щодо їх інтеграції в прикладні системи: інтерфейси на основі жестів, моніторинг фізичної активності, системи безпеки з локальною обробкою. Врахування апаратних обмежень під час вибору моделей є обов'язковим критерієм у процесі розробки програмного забезпечення для вбудованих і мобільних платформ.

Література

1. On-device, Real-time Body Pose Tracking with MediaPipe BlazePose. URL: <https://research.google/blog/on-device-real-time-body-pose-tracking-with-mediapipe-blazepose/> (дата звернення: 13.05.2025).
2. Real-time Object Detection with YOLO and Webcam. Medium. URL: <https://dipankarmedh1.medium.com/real-time-object-detection-with-yolo-and-webcam-enhancing-your-computer-vision-skills-861b97c78993> (дата звернення: 13.05.2025).
3. Pose Estimation - Ultralytics YOLO. URL: <https://docs.ultralytics.com/tasks/pose/> (дата звернення: 13.05.2025).
4. BlazePose: On-device Real-time Body Pose tracking. URL: <https://arxiv.org/abs/2006.10204> (дата звернення: 13.05.2025).

ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛЕЙ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ НА МІНІКОМП'ЮТЕРАХ

Довганич Ігор Олегович, dovhanych.igor@student.uzhnu.edu.ua

студент 4 курсу, спеціальність 124 Системний аналіз

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

Сучасні додатки характеризуються активним застосуванням елементів комп'ютерного зору. Існує широкий набір моделей, які можуть бути використані для розпізнавання образів, однак вони потребують значних обчислювальних ресурсів. Тому для більшості з них існують відповідні моделі меншої розмірності, які мають нижчу точність, але водночас потребують менше ресурсів. У зв'язку з цим для кожної конкретної задачі доводиться шукати розумний компроміс, враховуючи характеристики конкретного пристрою.

Архітектура мінікомп'ютерів. Raspberry Pi 3 Model B – це мінікомп'ютер на базі ARM-процесора Broadcom BCM2837 з 1 ГБ оперативної пам'яті [4]. Має підтримку Wi-Fi, Bluetooth та набір портів GPIO, що робить його популярним у DIY-проектах.

Radxa Zero 3E – сучасніший пристрій на базі процесора Rockchip RK3566, що має до 8 ГБ оперативної пам'яті, підтримує NVMe SSD та працює на 64-бітній архітектурі [5]. Завдяки потужнішому GPU, цей мінікомп'ютер краще підходить для задач комп'ютерного зору.

Моделі YOLOv8n та YOLOv11n

YOLO (You Only Look Once) — це серія моделей для обробки зображень у реальному часі. Вони виконують детекцію об'єктів за один прохід, що забезпечує високу швидкість.

YOLOv8n – "нейромережевий" варіант з оптимізованою архітектурою для слабших пристроїв [1].

YOLOv11n – ще новіша, легка модель з подальшою оптимізацією, яка чудово підходить для edge-пристроїв [2].

Формат ONNX (Open Neural Network Exchange) дозволяє використовувати одні й ті самі моделі у різних середовищах та забезпечує сумісність з інтерпретаторами, такими як ONNX Runtime або NCNN [3].

Переваги та недоліки. Основними перевагами використання таких моделей на мінікомп'ютерах є низьке енергоспоживання, мобільність і простота розгортання, оступність платформи для розробки.

А недоліками є те що, модель сильно обмежена обчислювальною потужністю, для ефективної роботи необхідно глибоко оптимізувати моделі, і також є складнощі з запуском моделей великих розмірів.

Література

1. Explore Ultralytics YOLOv8 URL: <https://docs.ultralytics.com/models/yolov8/> (дата звернення: 13.05.2025)
2. Ultralytics YOLO11 URL: <https://docs.ultralytics.com/models/yolo11/> (дата звернення: 13.05.2025)
3. Quick Start Guide: Raspberry Pi with Ultralytics YOLO11 URL: <https://docs.ultralytics.com/guides/raspberry-pi/> (дата звернення: 13.05.2025)
4. Raspberry Pi 3 Model B URL: <https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-3-model-b/> (дата звернення: 13.05.2025)
5. Radxa ZERO 3E URL: <https://radxa.com/products/zeros/zero3e/#documentation> (дата звернення: 13.05.2025)

ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИКИ, СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ ТА ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У DATA SCIENCE

Йовбак Ніка Ігорівна, yovbak.nika@student.uzhnu.edu.ua

Мілюченко Олексій Андрійович, miliuchenko.oleksii@student.uzhnu.edu.ua

студенти 4 курсу, спеціальність 124 Системний аналіз

Науковий керівник: к.ф.-м. н., ст. викл. Градинар І.П.

Data Science — це галузь, яка використовує математику, системний аналіз та штучний інтелект (ШІ) для розв'язання складних задач, таких як обробка великих обсягів даних та прогнозування. Математика дає змогу створювати ефективні алгоритми для аналізу даних, системний аналіз допомагає структурувати рішення та адаптувати їх під потреби бізнесу, а ШІ автоматизує процеси та підвищує точність моделей. Разом ці методи дозволяють досягати значних результатів у різних сферах, таких як медицина, фінанси та маркетинг. Виходячи з практичного досвіду та теоретичних джерел, наведемо приклади реального застосування математики, системного аналізу та штучного інтелекту у Data Science.

Математика. Попри те, що майже всі алгоритми вже реалізовані в бібліотеках Python та R, розуміння базових математичних концепцій значно спростить виконання прикладних завдань. Крім того, у більшості статей про машинне навчання містяться математичні викладки, читати які без знань математики буде важко [1].

З практичного застосування математики наведемо наступне:

- Математичний аналіз
- Похідні, а саме Градієнтний спуск
- Диференціальні рівняння
- Лінійна алгебра
- Власні вектори та власні значення
- Теорія ймовірності, а саме Байєсівські моделі
- Статистика

З нашого практичного досвіду, математичний аналіз використовується для аналізу неперервних функцій у побудові моделей, лінійна алгебра – для роботи з матрицями та векторами, в тому числі і власними вектори та значеннями з використанням алгоритму Principal component analysis (пошук осей з найбільшою варіацією, задача зменшення вимірності). Також в кожному проєкті, де присутні які-небудь дані, завжди застосовується і статистика – оцінка кореляції, дисперсій, відхилення тощо.

Системний аналіз. Системні аналітики забезпечують зв'язок між бізнесом та технологіями, відповідаючи за архітектуру даних, якість інформації, вибір методів аналізу та взаємодію з усіма учасниками процесу. Їхня робота дозволяє організації ефективно використовувати великі дані для прийняття обґрунтованих рішень [2].

З практичного застосування системного аналізу наведемо наступне:

- Аналіз вимог
- Побудова документації та специфікацій
- Вибір методологій аналізу
- Проєктування архітектури даних

Системні аналітики поєднують потреби бізнесу з технологіями, трансформуючи вимоги в чіткі рішення, що забезпечують якісну обробку даних, масштабованість систем і обґрунтовану підтримку прийняття рішень.

З нашого практичного досвіду, кожен новий проєкт починається з аналізу вимог клієнту – вивчення потреб користувачів та трансформація їх у технічні вимоги для аналітичних моделей або дашбордів.

Штучний інтелект. ШІ активно використовується для автоматизації рутинних завдань, підвищення точності аналізу та створення складних моделей. Наприклад, машинне

навчання дозволяє створювати алгоритми, які можуть самостійно навчатися і робити прогнози. Це значно покращує процес аналізу великих обсягів даних, роблячи його швидшим та ефективнішим [3].

З практичного застосування математики наведемо наступне:

- К-найближчих сусідів (KNN)
- Дерева рішень
- Згорткові нейромережі (CNN)

З нашого практичного досвіду, штучний інтелект найчастіше використовується в випадках великого об'єму неважкої роботи, такої як розпізнавання чеків за допомогою згорткових нейромереж, а також для систем вибору за допомогою таких технологій, як дерева рішень тощо.

Висновки. У дослідженні показано, як математика, системний аналіз та штучний інтелект (ШІ) взаємодіють у Data Science для вирішення складних задач. Математика є основою для створення ефективних алгоритмів і моделей, які обробляють великі дані та роблять прогнози. Системний аналіз забезпечує ефективне застосування цих алгоритмів у бізнесі, допомагаючи створювати масштабовані рішення та обґрунтовані стратегії. ШІ, зокрема методи як К-найближчих сусідів, дерева рішень та нейромережі, автоматизує процеси, покращує точність аналізу та відкриває нові можливості для розвитку технологій.

Література

1. EPAM Campus. (2024, 23 січня). *Математика для Data Science: матеріали для самопідготовки*. <https://campus.epam.ua/ua/blog/555> (дата звернення: 22 квітня 2024).
2. Andersen, G., & MoldStud Research Team. (2024, 25 січня). *The Role of Systems Analysts in Data Analytics: Unleashing Insights from Big Data*. MoldStud. <https://moldstud.com/articles/p-the-role-of-systems-analysts-in-data-analytics-unleashing-insights-from-big-data> (дата звернення: 22 квітня 2024).
3. Platma Academy. (2024, 22 липня). *Роль ШІ в Data Science: Як штучний інтелект посилює можливості людини*. <https://platma.academy/rol-shi-v-data-science-posilennya-mozhливostej-lyudini/> (дата звернення: 22 квітня 2024).

ОСОБЛИВОСТІ СКРАПІНГУ ДИНАМІЧНИХ ВЕБ-СТОРИНОК НА ПРИКЛАДІ ІНСТРУМЕНТУ SELENIUM

Кобаль Вікторія Андріївна, kobal.viktoriia@student.uzhnu.edu.ua

студентка 2 курсу, спеціальність 124 Системний аналіз

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

Веб-скрапінг є важливою складовою аналізу даних, що забезпечує ефективний інструмент для автоматизованого збору інформації з різноманітних інтернет-ресурсів. Однак стрімкий розвиток сучасних JavaScript-фреймворків призвів до появи нових викликів у парсингу веб-сайтів. Традиційні методи веб-скрапінгу, такі як використання бібліотек BeautifulSoup чи Scrapy, залишаються ефективними для обробки статичних сторінок. Однак ці інструменти мають обмеження у випадку з динамічним контентом, який генерується за допомогою сучасних JavaScript-фреймворків, таких як React та Angular. Сучасні веб-сайти активно використовують асинхронні запити через AJAX або виконують генерацію HTML-коду на стороні клієнта за допомогою JavaScript. Це призводить до того, що звичайні HTTP-запити, що застосовуються традиційними інструментами скрапінгу, не можуть отримати необхідний контент.

Для вирішення цієї проблеми були розроблені інструменти, які імітують поведінку реального користувача в браузері, виконують JavaScript-код, взаємодіють з елементами DOM та отримують динамічно завантажений HTML. Одним із таких інструментів є Selenium — популярний засіб для автоматизації браузера, що широко застосовується для парсингу динамічного контенту [1].

Для роботи з Selenium необхідно встановити відповідний WebDriver, який дозволяє інструменту взаємодіяти з браузером. WebDriver нативно керує браузером, як і користувач, локально або на віддаленій машині за допомогою сервера Selenium [2]. У залежності від вибраного браузера, потрібно завантажити відповідний драйвер: наприклад, для Google Chrome — ChromeDriver, для Firefox — GeckoDriver. Важливо, щоб версія WebDriver відповідала версії браузера, що використовується. Після налаштування WebDriver можна здійснювати парсинг.

Далі, у коді необхідно імпортувати відповідні модулі для роботи з браузером.

```
selenium_NYT_scraper.py
1  from selenium import webdriver
2  from selenium.webdriver.common.by import By
3  from selenium.webdriver.support.ui import WebDriverWait
4  from selenium.webdriver.support import expected_conditions as EC
```

Для демонстрації ефективності Selenium у зборі даних з динамічних веб-сайтів було обрано новинний сайт *The New York Times* [3]. Цей сайт використовує React — популярну JavaScript-бібліотеку для створення інтерактивного контенту.

У нашому випадку, при відкритті сторінки з'являлося спливаюче вікно, яке перешкоджало скрапінгу. Щоб продовжити роботу, спочатку потрібно було натиснути кнопку "Продовжити", а вже потім переходити до збору даних. Це можна зробити за допомогою Selenium, використовуючи WebDriverWait для очікування появи кнопки та її натискання:

```
try:
    continue_button = WebDriverWait(driver, 5).until(
        EC.element_to_be_clickable((By.XPATH, "//*[@id='complianceOverlay']/div/div/button")))
    continue_button.click()
    print("Кнопка 'Continue' натиснута!")
except:
    print("Кнопка 'Continue' не з'явилася")
```

Після закриття спливаючого вікна стало очевидним, що новини на сайті завантажуються поступово під час прокручування сторінки. Щоб отримати всі матеріали, використано підхід із застосуванням `execute_script()` для імітації нескінченного скролінгу:

```
def scroll_page():
    driver.execute_script("window.scrollTo(0, document.body.scrollHeight);")
    time.sleep(2)
```

Дані було успішно зіскраплено та збережено у JSON-файл для подальшої обробки.

У результаті вимірювання часу виконання скрапінгу перших п'яти сторінок новин, з урахуванням ініціалізації браузера, завантаження сторінок, обробки елементів та збереження даних, встановлено, що загальний час виконання становить 36,13 секунд.

Отже, використання Selenium для веб-скрапінгу динамічних сторінок є ефективним рішенням, коли традиційні методи не дозволяють отримати необхідні дані. Його можливість взаємодіяти з елементами сторінки, виконувати JavaScript-код і обробляти асинхронні запити робить його незамінним інструментом для збору інформації з сучасних веб-ресурсів.

Література

1. Парсинг сайтів із Selenium: як автоматизувати збір даних із динамічних сторінок. URL: <https://truetechnology.com/ua/posts/parsing-saitov-selenium-python.html> (дата звернення: 18.05.2025)
2. Документація Selenium WebDriver. URL: <https://www.selenium.dev/documentation/webdriver/> (дата звернення: 18.05.2025)
3. The New York Times. URL: <https://www.nytimes.com/international/section/world/europe> (дата звернення: 18.05.2025)

ДОСЛІДЖЕННЯ БІБЛІОТЕК PYTHON ДЛЯ ГЕНЕРУВАННЯ ДОКУМЕНТІВ WORD

Коваль Софія Олександрівна, koval.sofia@student.uzhnu.edu.ua

студентка 3 курсу, спеціальність 124 Системний аналіз

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

Генерація документів у форматі .docx є важливою складовою багатьох інформаційних систем, включаючи чат-бот для автоматизації документообігу. В українських університетах документи Word мають чітко визначені вимоги до форматування, що робить вибір відповідної бібліотеки Python критичним для забезпечення якості та відповідності стандартам. У даній роботі розглянуто бібліотеки Jinja2 та DocxTemplate. Обидві бібліотеки є корисними інструментами, і вибір залежить від конкретних вимог вашого проєкту та навичок вашої команди.

Табл. 1 «Порівняння Jinja2 та DocxTemplate»

Характеристика	Jinja2	DocxTemplate
Тип	Універсальний HTML/текстовий шаблонізатор	Спеціалізований для .docx-шаблонів
Формат	Текстовий (наприклад, .html, .txt)	Документ Microsoft Word (.docx)
Призначення	Шаблонізація веб-сторінок, e-mail, текстів	Автоматизоване заповнення шаблонів Word
Підтримка форматування	Немає (форматування втрачається)	Повна підтримка форматування .docx
Гнучкість шаблонів	Немає	Повна: шаблон можна редагувати у Word
Сценарії використання	Веб-додатки, e-mail, звіти	Генерація офіційних документів (довідки, заяви тощо)

Більшість офіційних документів в українських університетах створюються у форматі Microsoft Word із чітко визначеними вимогами до шрифтів (наприклад, Times New Roman, 14 пт), міжрядкового інтервалу, полів сторінки, відступів тощо. Усі ці параметри зберігаються в .docx шаблоні, що дозволяє гарантувати відповідність оформлення нормативним вимогам без додаткового програмного втручання.

DocxTemplate є кращим вибором для генерації документів в українських університетах завдяки підтримці форматування та простоті створення шаблонів у Microsoft Word, знайомому більшості користувачів. У рамках дослідження розроблено модуль для Telegram-бота, який використовує DocxTemplate для заповнення .docx шаблонів та ruandoc для конвертації у PDF. Шаблони створюються в Microsoft Word із вставкою змінних ({{ назва_змінної }}), що забезпечує зручність для працівників університетів. Основна ідея полягає у використанні звичайних .docx файлів як шаблонів.

Отже, бібліотеку DocxTemplate було обрано як основні через низку переваг:

- Немає потреби вивчати складний синтаксис шаблонізатора, як у випадку з Jinja2. Вся логіка обмежується вставкою змінних.
- Редагованість: документ можна відкрити й відредагувати у будь-якому текстовому процесорі, що підтримує стандарт OpenXML (Microsoft Word, LibreOffice тощо).
- Ви можете використовувати всі можливості форматування Word (шрифти, таблиці, зображення тощо) безпосередньо в шаблоні.

- Універсальність: цей формат широко використовується в офіційному документообігу.
- Сумісність: легка інтеграція з бібліотекою docxtpl, яка дозволяє автоматизувати процес генерації.
- Конвертація: .docx легко перетворити у .pdf для подальшого друку або електронного надсилання.

У результаті дослідження встановлено доцільність використання бібліотеки DocxTemplate для автоматизованої генерації документів. Завдяки підтримці повноцінного форматування, сумісності з Microsoft Word і простоті створення шаблонів, дане рішення забезпечує відповідність нормативним вимогам без потреби у складному програмному втручанні.

Література

1. Python-docx. URL: <https://python-docx.readthedocs.io/en/latest/> (дата звернення 22.04.25)
2. Automating Word Document Creation with Python and FastAPI (Using python-docx-template). URL: <https://dev.to/huseinkntrc/automating-word-document-creation-with-python-and-fastapi-using-python-docx-template-411> (дата звернення 22.04.25)

ПОРІВНЯННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ РІЗНИХ ІНСТРУМЕНТІВ ВЕБ-СКРАПІНГУ У ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ОСОБЛИВОСТЕЙ СТРУКТУРИ HTML-СТОРІНКИ

Ковач Роман Володимирович, kovach.roman@student.uzhnu.edu.ua

Трикур Артем Іванович, trykur.artem@student.uzhnu.edu.ua

студенти 2 курсу, спеціальність 124 Системний аналіз

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

Веб-скрапінг (data scraping) – це технологія автоматичного збору даних із веб-сайтів, спрямована на отримання структурованої інформації для подальшого аналізу чи використання. Цей підхід дозволяє значно економити час, знижувати витрати на обробку даних і забезпечувати їх високу точність. Веб-скрапінг можна застосувати у різних сферах: у фінансовому секторі для моніторингу котирувань акцій у реальному часі, у маркетингу для аналізу цін конкурентів і відгуків клієнтів, а також у наукових дослідженнях для збору відкритих даних із публічних джерел. Для реалізації веб-скрапінгу використовуються потужні інструменти та методи, серед яких бібліотека BeautifulSoup4 (BS4), фреймворк Scrapy, а також CSS- і XPath-селектори. Кожен із них має свої сильні сторони та особливості.

CSS-селектори [1] використовують синтаксис, знайомий веб-розробникам із CSS-стилів. Вони вирізняються швидкістю роботи та простотою, що робить їх ідеальними для парсингу статичних сторінок із чіткою структурою. Однак їх можливості обмежені, коли йдеться про складні або динамічні HTML-структури, де потрібна більша гнучкість.

XPath-селектори [2] забезпечують точну навігацію по XML- або HTML-дереву, дозволяючи вибирати елементи за різноманітними критеріями та атрибутами. Вони особливо ефективні для складних структур, але їх синтаксис складніший, а виконання запитів може бути дещо повільнішим порівняно з CSS-селекторами.

BeautifulSoup4 (BS4) [3] – це бібліотека Python, яка пропонує зручний інтерфейс для парсингу HTML і XML. Вона підтримує CSS-селектори (через бібліотеку soupsieve) і власні методи пошуку, а також дозволяє використовувати різні парсери, такі як lxml чи html.parser. BS4 чудово справляється зі складними HTML-структурами, але працює повільніше за чисті CSS- або XPath-селектори через додаткову обробку та ініціалізацію парсера.

Scrapy – це потужний фреймворк Python, призначений для масштабного веб-скрапінгу. Він використовує CSS- і XPath-селектори через вбудований парсер lxml, що забезпечує високу продуктивність. Scrapy підтримує асинхронні запити, що дозволяє ефективно обробляти великі обсяги даних, а також має інструменти для обходу обмежень сайтів. Проте його налаштування складніше, ніж у BS4, і вимагає знань асинхронного програмування.

Швидкість веб-скрапінгу залежить від кількох ключових факторів. По-перше, структура HTML: погано структурований або динамічний контент, створений за допомогою JavaScript, може суттєво уповільнити парсинг. По-друге, розмір сторінки: великі сторінки з багатьма DOM-елементами потребують більше часу на обробку. По-третє, обмеження з боку сайтів: часті запити можуть призвести до блокування IP-адреси чи появи CAPTCHA. Крім того, вибір парсера впливає на продуктивність – наприклад, lxml швидший за html.parser, але має більші накладні витрати на ініціалізацію. Нарешті, інструмент також відіграє роль: Scrapy зазвичай перевершує BS4 завдяки асинхронності, тоді як BS4 виграє у простоті використання.

Щоб продемонструвати ефективність вище перерахованих інструментів створено проект [4], на якому досліджувались швидкість та час парсингу (сек.). Для дослідів використовувався пристрій HP Laptop 17-cn3017ua. Результати порівняння, які наведено у таблиці 1, показують, що Scrapy (XPath-селектори) є найшвидшим інструментом як для простих, так і для складних HTML-структур. За ним іде Scrapy (CSS-селектори), тоді як BS4 демонструє значно нижчу продуктивність у обох випадках. Різниця в часі виконання між інструментами стає більш вираженою на складних структурах, що вказує на вплив складності

HTML на продуктивність. Аналіз підтверджує, що Scrapy (особливо з XPath) є лідером за продуктивністю, тоді як BS4 є кращим там, де пріоритетом є зручність і гнучкість.

Табл. 1. Загальне порівняння

Інструмент	Тип структури / (Сер. час)	
	Проста	Складна
Scrapy(CSS-селектори)	0.0021208310103975237	0.007245272991713137
Scrapy(XPath-селектори)	0.0018964100116863848	0.005455715004354715
BS4	0.01915147899650037	0.02155101299053058

Висновки: Дослідження продуктивності інструментів веб-скрапінгу — Scrapy з CSS-селекторами, Scrapy з XPath-селекторами та BeautifulSoup4 (BS4) — на простих і складних HTML-структурах дозволило оцінити їхню ефективність, виявити ключові фактори впливу та сформулювати практичні рекомендації. Аналіз замірів часу і порівняння особливостей інструментів привели до наступних висновків.

Scrapy з XPath-селекторами продемонстрував найвищу швидкість роботи як на простих сторінках (0.001896410 секунди), так і на складних (0.005455715 секунди). Його продуктивність пояснюється оптимізацією фреймворку Scrapy, використанням швидкого парсера lxml і гнучкістю XPath, яка забезпечує точний доступ до елементів навіть у складних HTML-деревах. Scrapy з CSS-селекторами був дещо повільнішим (0.002120831 секунди на простих і 0.007245272 секунди на складних сторінках), але залишався значно швидшим за BS4. CSS-селектори виявилися ефективними для статичних сторінок із чіткою структурою, однак поступалися XPath у гнучкості на складних структурах. BeautifulSoup4 показав найнижчу продуктивність (0.019151478 секунди на простих і 0.021551012 секунди на складних сторінках), що зумовлено накладними витратами на ініціалізацію парсера та додатковою обробкою, попри використання lxml.

Складність HTML-структури суттєво впливає на продуктивність. На простих сторінках, таких як books.toscrape.com, усі інструменти працюють швидше завдяки чіткій структурі, але Scrapy зберігає значну перевагу. На складних сторінках, таких як news.ycombinator.com, час виконання зростає, особливо для CSS-селекторів, тоді як BS4 демонструє відносну стабільність, хоча й залишається найповільнішим. Ініціалізація парсера, включена в заміри, виявилася критичним фактором: BS4 витрачає більше часу на створення об'єкта BeautifulSoup, тоді як Scrapy ефективніше використовує вже підготовлене дерево lxml. Логіка коду також відіграє роль — численні перевірки умов у BS4-павуках, наприклад у HNBS4Spider, додають накладні витрати, тоді як CSS- і XPath-павуки мають простішу структуру.

Scrapy є оптимальним вибором для масштабних проєктів, де потрібна висока швидкість і обробка великих обсягів даних, особливо з XPath-селекторами, які забезпечують гнучкість і продуктивність. CSS-селектори в Scrapy підходять для простих статичних сторінок, де важлива швидкість і легкість написання запитів. BeautifulSoup4, попри нижчу швидкість, залишається цінним інструментом для прототипування, невеликих проєктів або роботи зі складними HTML-структурами завдяки зручному інтерфейсу та простоті використання. Для підвищення ефективності всіх інструментів важливо оптимізувати логіку коду, використовувати швидкий парсер lxml, ізолювати мережеві запити та враховувати обмеження сайтів, такі як блокування IP.

Література

1. Css-селектори. URL: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/CSS/CSS_selectors (дата звернення: 29.03.2025).
2. XPath-селектори. URL: https://www.w3schools.com/xml/xpath_intro.asp (дата звернення: 29.03.2025).
3. Bs4. URL: <https://www.crummy.com/software/BeautifulSoup/bs4/doc/> (дата звернення: 29.03.2025).
4. Проєкт – програмна реалізація поточного дослідження. URL: https://github.com/ketalias/scraping_research.git (дата звернення: 30.03.2025)

ПОРІВНЯННЯ БЕЗКОШТОВНИХ ОНЛАЙН ПЛАФТОРМ ДЛЯ ПАРАЛЕЛЬНИХ ОБЧИСЛЕНЬ НА C++

Лазур Юліанна Володимирівна, lazur.yulianna@student.uzhnu.edu.ua

студентка 1 курсу, спеціальність 124 Системний аналіз

Науковий керівник: *к.ф.-м. н., ст. викл. Градинар І.П.*

Загальні відомості. Розпаралелювання – це процес розподілу задач на рівні програмного коду на кілька менших підзадач, які одночасно виконуються на кількох процесорах, ядрах або потоках. Метою цього процесу є пришвидшення виконання програми шляхом ефективного використання наявних обчислювальних ресурсів.

Зазвичай паралельні обчислення виконуються в локальному середовищі розробки (програмному середовищі, встановленому на пристрої користувача). Проте існують також онлайн-компілятори, які допомагають запускати код, у тому числі код із розпаралелюванням. У цій роботі ми розглянемо різницю між розпаралелюванням у локальному середовищі та на онлайн платформах, а також різницю в результатах компіляції різних онлайн платформ.

В C++ існують такі способи розпаралелювання як `std::execution`, `OpenMP`, `CUDA`, `std::thread`, `std::async`, тощо. Для кращої демонстрації відмінностей у швидкості виконання коду ми розглянемо наступну задачу – множення двох матриць різних розмірностей з використанням бібліотеки `std::thread` [1]. Для порівняння код буде запускатись на вбудованому компіляторі Microsoft Visual Studio (локальне середовище) та на онлайн-компіляторах OnlineGDB [2], Coliru [3] та Wandbox [4].

Практичний експеримент. Вхідні дані – дві матриці з рандомними значеннями розмірностями: 100x100, 300x300, 500x500, 1000x1000. Було проведено вимірювання часу виконання коду з розпаралелюванням та без нього (в секундах), після чого визначено відношення часу паралельного виконання коду до послідовного. Характеристика процесору ПК, на якому проводились обчислення: Intel(R) Core(TM) i5-8300H CPU @ 2.30GHz 2.30 GHz.

Табл. 1. Результати практичного експерименту

Розмір - ність	Visual Studio			OnlineGDB [2]			Coliru [3]			Wandbox [4]		
	з	без	відн.	з	без	відн.	з	без	відн.	з	без	відн.
100 x100	0,028	0,068	2,429	0,005	0,019	3,8	0,001	0,001	1	0,007	0,012	1,714
300 x300	0,593	2,057	3,469	0,46	0,314	0,683	0,016	0,034	2,125	0,176	0,345	1,96
500 x500	2,094	7,484	3,574	2,693	1,535	0,57	0,07	0,244	3,486	0,796	1,542	1,937
1000 x1000	12,714	62,581	4,922	23,861	13,328	0,559	2,365	9,384	3,968	7,967	12,703	1,595
Середнє	3,6			1,403			2,645			1,802		

Результати практичного експерименту засвідчують, що найефективніше розпаралелювання серед онлайн-платформ продемонстровано на Coliru. Натомість в OnlineGDB час виконання коду без розпаралелювання виявився коротшим, ніж з його використанням. Це ілюструється на рисунку нижче:

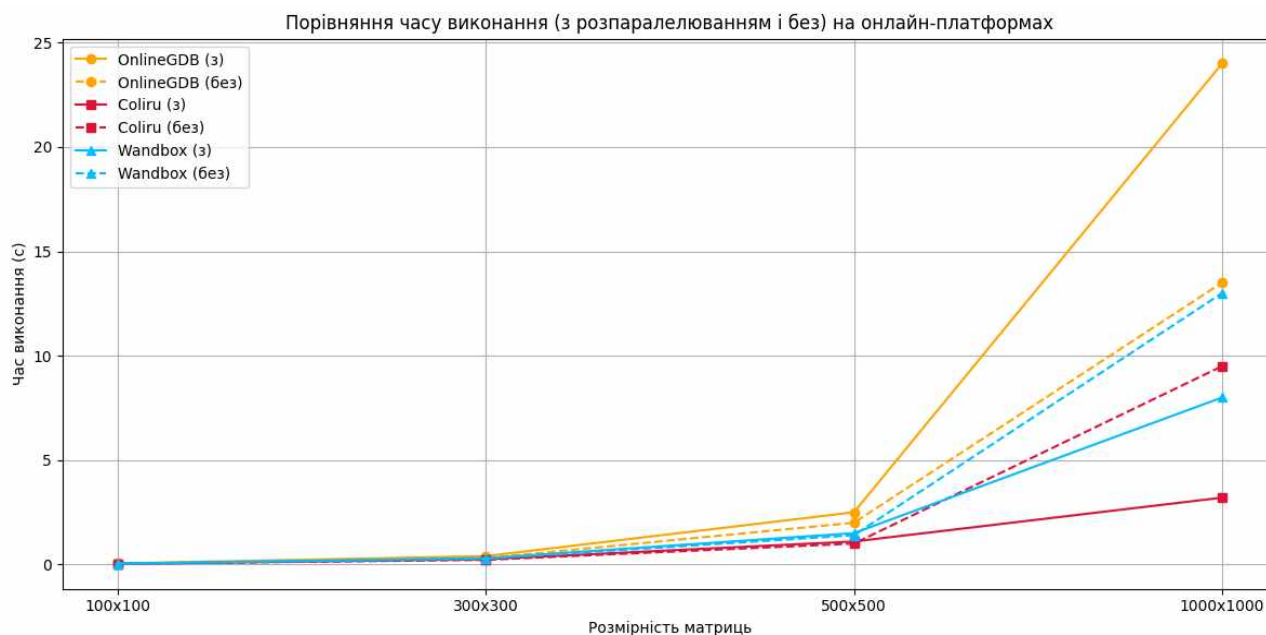


Рис. 1. Час виконання множення матриць на різних платформах (з розпаралелюванням та без нього)

Висновок. У результаті практичного експерименту виявлено, що використання розпаралелювання при множенні матриць на онлайн-платформах зазвичай є ефективнішим, ніж послідовне множення матриць. Причиною протилежного в онлайн-компіляторі OnlineGDB може бути обмеження самого онлайн-компілятора, зокрема використання обмеженої кількості потоків (зазвичай 1 або 2), через що код з розпаралелюванням фактично виконується як послідовний код.

На поточному етапі дослідження можна стверджувати, що розпаралелювання для онлайн компіляторів можливе, і зазвичай є швидшим ніж в локальному середовищі. Онлайн компілятори працюють на серверних машинах, які є потужнішими за звичайні домашні комп'ютери, та використовують менше фонових процесів, що може бути причиною такої швидкої компіляції коду.

У майбутніх дослідженнях планується розглянути більшу кількість онлайн платформ для компіляції коду мовою C++ та розглянути, які інші методи розпаралелювання можливо використати на онлайн платформах.

Література

1. Threading in C++: <https://ananyapan7.github.io/blog/2023/threading/> (дата звернення: 05.04.2025)
2. Online GDB: <https://www.onlinegdb.com/> (дата звернення: 28.03.2025)
3. Coliru: <https://coliru.stacked-crooked.com/> (дата звернення: 28.03.2025)
4. Wandbox: <https://wandbox.org/> (дата звернення: 28.03.2025)

ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕЯКИХ АЛГОРИТМІВ СОРТУВАННЯ МАСИВІВ ТА ПОРІВНЯННЯ ШВИДКОСТІ РІЗНИХ ПІДХОДІВ

Минда Олексій Олегович, mynda.oleksii@student.uzhnu.edu.ua,
Петріченко Олександр Олександрович,
petrichenko.oleksandr@student.uzhnu.edu.ua,
Шанта Максим Юрійович, shanta.maksym@student.uzhnu.edu.ua

студенти 1 курсу, спеціальність 124 Системний аналіз

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

В даній роботі розглянуто чотири алгоритми сортування одновимірного масиву:

1. Елементарний алгоритм сортування вибором мінімального елемента “ease_sort” [1, с. 49].
2. Вбудований алгоритм мови Python “ease_sort_2” [2].
3. Бульбашкове сортування “bouble_sort” [1, с. 46].
4. Алгоритм швидкого сортування “qsort” [1, с. 53].

Головна мета дослідження – провести порівняння ефективності кожного з алгоритмів за часовим фактором.

Для дослідження було згенеровано одновимірний масив із 20 000 випадкових цілих чисел в межах від 1 до 10 000. Кожен з алгоритмів було запущено 10 разів, а час виконання вимірювався функцією “time.perf_counter()” для досягнення достатньої точності [3]. За результатами розраховано середній, мінімальний та максимальний час виконання кожного алгоритму.

Табл. 1. Таблиця порівняння швидкостей алгоритмів

Алгоритм	Середній час (с)	Мінімальний час (с)	Максимальний час (с)
ease_sort	4.6451121038	4.2487088840	5.5207263300
ease_sort_2	0.0039450457	0.0038493310	0.0044953920
bouble_sort	23.8208717358	22.7370373440	26.5537772950
qsort	0.0260780189	0.0257179600	0.0275992650

З таблиці 1 видно, що найповільнішими виявились алгоритми “bouble_sort” та “ease_sort”, що підтверджує їхню квадратичну складність у найгіршому випадку. Набагато ефективнішими виявилися “ease_sort_2”, який використовує алгоритм Timsort (комбінацію злиття та вставки), та швидке сортування “qsort”, середня складність якого є логарифмічною.

Для наочності результат виведений графічно на рисунку 1.

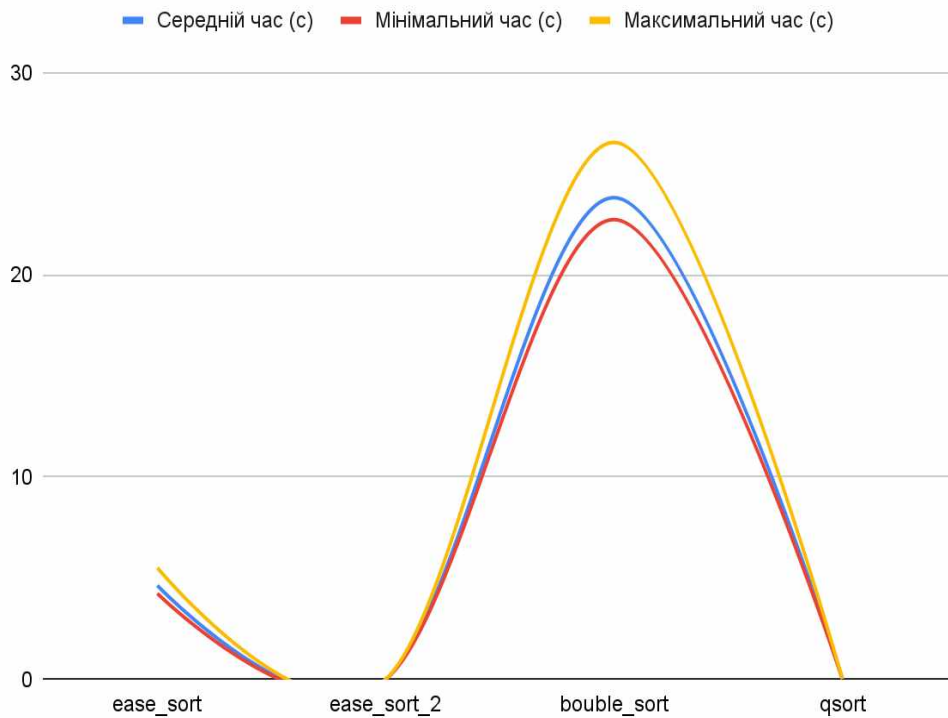


Рис. 1. Графічне порівняння швидкості алгоритмів

Висновки. Отримані результати дослідження підтверджують важливість вибору алгоритму при роботі з великими наборами даних. Незважаючи на простоту реалізації, примітивні методи сортування є неефективними для реальних задач. Використання оптимізованих вбудованих або класичних алгоритмів сортування дозволяє значно підвищити продуктивність програм.

Література

1. Крєневич А. П. Алгоритми і структури даних. Підручник. К.: ВПЦ "Київський Університет", 2021. 200 с.
2. Python Software Foundation. Sorted() built-in function. URL: <https://docs.python.org/3/library/functions.html#sorted> (дата звернення 16.05.2025).
3. Python docs. time.perf_counter(). Доступ: https://docs.python.org/3/library/time.html#time.perf_counter (дата звернення 16.05.2025).

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РЕКУРСИВНОГО ТА ІТЕРАТИВНОГО ПІДХОДІВ В АЛГОРИТМАХ

Староста Анастасія Василівна, starosta.anastasiia@student.uzhnu.edu.ua
Мойсей Катерина Андріївна, moisei.kateryna@student.uzhnu.edu.ua

студентки 1 курсу, спеціальність 124 Системний аналіз

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

Рекурсивний алгоритм – це алгоритм, який розв'язує задачу, викликаючи сам себе за допомогою простіших підзадач. Він повинен мати базовий випадок (точку зупинки), інакше рекурсія триватиме вічно. Наприклад, обчислення факторіалу або чисел Фібоначчі часто демонструють за допомогою рекурсії [2].

Ітеративний алгоритм – це алгоритм, який виконується послідовно без самозвернення. Він може бути реалізований за допомогою циклів (наприклад, for, while). Будь-який рекурсивний алгоритм можна перетворити на нерекурсивний, але це не завжди зручно або читабельно [1].

Недоліки рекурсивного алгоритму:

1. Він споживає більше пам'яті, оскільки кожен виклик створює нову копію функції в стеку.
2. Якщо рекурсія занадто глибока, може статися переповнення стеку.
3. Складніший для розуміння та налагодження, особливо якщо є багато рівнів викликів.
4. Часто працює повільніше, оскільки виклики функцій займають більше часу [1].

Недолік швидкості: рекурсивні алгоритми іноді працюють повільніше, ніж нерекурсивні, оскільки кожен рекурсивний виклик створює новий контекст виконання. Наприклад, наївне рекурсивне обчислення чисел Фібоначчі має експоненціальну складність, тоді як нерекурсивний (динамічний) підхід має лінійну складність [2].

Коли краще використовувати рекурсію [2]:

1. При роботі з деревовидними структурами (наприклад, обхід дерева).
2. Для задач з природною рекурсивною структурою (розбиття на підзадачі), таких як сортування злиттям або швидке сортування.
3. Для розв'язання задач пошуку шляхів (лабіринти, графи, перебір варіантів).
4. Для генерації комбінацій, перестановок, варіацій.
5. У математичних задачах, де саме визначення є рекурсивним (факторіал, числові ряди).

Результат порівняння швидкості роботи рекурсивного та нерекурсивного алгоритму представлено у таблиці 1.

Табл. 1. Результати досліджень

Завдання	Алгоритм	Мін. час (сек)	Макс. час (сек)	Середній час (сек)	У скільки разів ітеративний алгоритм швидше за рекурсивний
Факторіал	Рекурсивний	0.000016	0.000025	0.000020	2
	Ітеративний	0.000010	0.000014	0.000010	

Фібоначчі	Рекурсивний	0.398000	0.409000	0.404000	100000
	Ітеративний	0.000004	0.000008	0.000004	

За результатами дослідження можна зробити висновок, що швидкість виконання ітеративного алгоритму в обох завданнях вища, ніж рекурсивного. Це особливо помітно в задачі обчислення чисел Фібоначчі.

Висновок. Рекурсивні алгоритми є важливим інструментом програмування, особливо для задач, що мають природну рекурсивну структуру. Вони дають змогу компактно та логічно описувати розв'язки складних задач. Водночас рекурсивність має суттєві недоліки: споживання великої кількості пам'яті, ризик переповнення стеку та повільніше виконання порівняно з ітеративними підходами. Результати досліджень підтверджують, що ітеративні алгоритми часто забезпечують кращу ефективність, особливо при великих обчисленнях, як-от у задачі обчислення чисел Фібоначчі. Тому вибір між рекурсією та ітерацією залежить від конкретної задачі, її складності, швидкості та простоти реалізації.

Література

1. Бондар, А.І. Рекурсія у програмуванні. *FoxmindEd*. Режим доступу: <https://foxminded.ua/rekursiia-v-prohramuvanni/>
2. Дронов, І. Рекурсія у Java. *JavaRush*. Режим доступу: <https://javarush.com/ua/groups/posts/uk.1895.rekursja-u-java>

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ПРИНЦИПІВ UI/UX ДИЗАЙНУ НА РІВЕНЬ ЗАЛУЧЕНОСТІ КОРИСТУВАЧІВ ЦИФРОВИХ ПРОДУКТІВ

Мудренко Софія Євгенівна, mudrenok.sofia@student.uzhnu.edu.ua

студентка 2 курсу, спеціальність 124 Системний аналіз

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

Інтерфейс користувача (UI) - це місце взаємодії та спілкування людини з комп'ютером у пристрої. Він може включати в себе екрани дисплеїв, клавіатури, мишу і зовнішній вигляд робочого столу. Це також те, як користувач взаємодіє з додатком або веб-сайтом, використовуючи візуальні та звукові елементи, такі як шрифти, іконки, кнопки, анімацію та звуки. Хороший інтерфейс дотримується принципів дизайну, які дозволяють користувачам орієнтуватися в інтерфейсі і легко використовувати його за призначенням [1].

Користувацький досвід (UX) - охоплює ширші аспекти того, як користувачі відчувають себе під час взаємодії з продуктом чи послугою. Він передбачає розуміння потреб та очікувань користувачів протягом їхньої подорожі з продуктом. Хороший UX гарантує, що взаємодія буде безперешкодною і приємною, враховуючи відгуки юзабіліті-тестування для покращення дизайнерських рішень.

Ефективний UI-дизайн відіграє ключову роль у формуванні поведінки користувачів, оскільки безпосередньо впливає на їхню взаємодію з цифровими продуктами. Інтуїтивність, зручність навігації, доступність та зворотний зв'язок визначають, наскільки швидко користувач освоює інтерфейс і чи буде він повертатися до продукту знову [2].

Поширені методи оцінки UI/UX:

- Евристична оцінка: ретельна перевірка, що базується на встановлених евристичних принципах зручності використання. Цей метод передбачає оцінку експертами відповідності дизайну визнаним принципам зручності використання.
- Тестування користувачами: Безпосередня взаємодія з репрезентативними користувачами дозволяє дизайнерам спостерігати за тим, як люди взаємодіють з інтерфейсом у режимі реального часу, надаючи цінну інформацію про поведінку користувачів.
- Когнітивний покроковий огляд: цей метод передбачає покроковий аналіз того, як користувачі можуть виконувати певні завдання, виявлення потенційних точок плутанини або труднощів.
- Опитування та анкетування: Збір відгуків користувачів за допомогою опитувань та анкетування допомагає зрозуміти суб'єктивний досвід, уподобання та сфери для покращення [3].

Література

1. What is a UI/UX: <https://www.techtarget.com/searchapparchitecture/definition/user-interface-UI> (дата звернення: 13.02.2025).
2. Effective User Interface : <https://www.shopify.com/blog/ui-design-principles> (дата звернення: 13.02.2025).
3. Common UI/UX Evaluation Methods: <https://reloadux.com/blog/ui-ux-design-evaluation-methods-for-usability-testing/> (дата звернення: 13.02.2025).

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ПЕРСОНАЛІЗОВАНИХ РЕКОМЕНДАЦІЙ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ ТОВАРІВ

Нечай Леонід Володимирович, nechai.leonid@student.uzhnu.edu.ua

студент 4 курсу, спеціальність 124 Системний аналіз

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

Персоналізовані рекомендації – це метод, за допомогою якого компанії можуть пропонувати товар, контент або послугу орієнтуючись на індивідуальні інтереси користувачів, їхню попередню активність, зокрема історія покупок, переглядів та пошукових запитів, вподобання або інші релевантні дані.

Існує три типи персоналізованих рекомендацій:

- Система спільної фільтрації – система, яка будує рекомендації на основі вподобань та інтересах схожих користувачів.
- Система фільтрації на основі контенту – система, яка будує рекомендації на основі схожих атрибутах товарів.
- Гібридна система рекомендацій – система, що поєднує і спільну фільтрацію, і фільтрацію на основі контенту, надаючи точні рекомендації окремим користувачам.

Розглядається деяка WMS система, розроблена за допомогою PHP фреймворку Laravel, основний функціонал системи виконаний за допомогою адмін-панелі Laravel Nova.

Мета – розробити систему персоналізованих рекомендацій. Вибраний тип персоналізованих рекомендацій – система фільтрації на основі контенту.

Кроки розробки системи персоналізованих рекомендацій:

1. Створити окрему таблицю, модель та ресурс для атрибутів - tags; додати колонку «tags» до моделі та таблиці «products»; в ресурсі «products» створити поле мультिवибору, для заповнення товару атрибутами.
2. Розробити алгоритм, який буде аналізувати та порівнювати між собою атрибути товарів, як результат, алгоритм буде повертати масив з трьох найбільш схожих товарів до основного.
3. Реалізувати вивід схожих товарів трьома шляхами: 1) вивід схожих товарів на сторінці детального перегляду товару за допомогою blade-шаблону; 2) використати віджет метрику таблиць для виводу схожих товарів до останнього купленого на сторінці «products»; 3) розробити власний віджет, за допомогою Laravel Nova Cards, для виводу схожих товарів до останнього купленого на сторінці «products».

Література

1. The role of personalized recommendations in customer acquisition. URL: <https://aicontentfy.com/en/blog/role-of-personalized-recommendations-in-customer-acquisition> (дата звернення: 16.05.2025)
2. Personalized recommendations. URL: <https://www.doofinder.com/en/blog/personalized-recommendations> (дата звернення: 16.05.2025)
3. Laravel Nova Metrics. URL: <https://nova.laravel.com/docs/v4/metrics/defining-metrics> (дата звернення: 16.05.2025)
4. Laravel Nova Cards. URL: <https://nova.laravel.com/docs/v4/customization/cards> (дата звернення: 16.05.2025)

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО РОЗРОБКИ UX/UI ДИЗАЙНУ У ВЕБ-ДОДАТКАХ

Новікова Руслана Вікторівна, novikova.ruslana@student.uzhnu.edu.ua

студентка 3 курсу, спеціальність 124 Системний аналіз

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

У теперішньому цифровому просторі взаємодія користувача з веб-застосунком відіграє визначальну роль у його популярності й ефективності. Зростаюча конкуренція серед цифрових сервісів змушує розробників зосереджувати увагу не лише на функціональності, а й на зручності та естетиці інтерфейсу. Саме тому UX/UI дизайн стає ключовим складником при створенні програмного забезпечення, особливо в галузі веб- і мобільних застосунків.

Реалізовано прототип додатку у хмарному середовищі Figma, десктопну та мобільну версію веб-додатку за допомогою сучасного фреймворка Flutter.

Архітектура інтерфейсу веб-додатку включає:

- ▶ SplashScreen – анімаційний екран завантаження з переходом на головну сторінку.
- ▶ HomeScreen – головну сторінку для вибору параметрів туру (тип, дати, кількість людей, багаж).
- ▶ ProfileScreen – відображення профілю, авторизація, вхід/реєстрація, вихід, доступ до інших розділів.
- ▶ PropositionScreen – список турів з можливістю пошуку, перегляду деталей, додавання в улюблене та в обране.
- ▶ FavouritesScreen – список збережених улюблених турів з можливістю перегляду та видалення.
- ▶ TourDetailScreen – детальний перегляд туру з можливістю додати або прибрати з обраного.
- ▶ MyTripScreen – список заброньованих турів з можливістю скасування подорожі.
- ▶ ChatsScreen – список попередньо збережених чатів з менеджерами.
- ▶ ChatDetailScreen – відображення історії повідомлень та форма для введення.
- ▶ SupportScreen – надання контактної інформації для підтримки.
- ▶ SettingsScreen – редагування імені, мови користувача.

Функціонал додатку:

- ▶ Навігація між сторінками
 - Navigation.push()/Navigation.pushNamed() – вперед
 - Navigator.pop()/Navigator.pushReplacementNamed() – назад
- ▶ Анімації
 - AnimationController, Tween, CurvedAnimation – контролюють появи елементів
 - Future.delayed() – встановлює затримку перед переходом
- ▶ Робота з Firebase Realtime Database (через DbOperations)
 - readCollection() – отримує список усіх турів
 - readFavorites() / addToFavorites() / removeFromFavorites() – читання, додавання та видалення турів з улюбленого.
 - readTrips() / addToTrips() / removeFromTrips() – читання, додавання та скасування заброньованих поїздок.
- ▶ Аутентифікація
 - signInWithEmailAndPassword() / createUserWithEmailAndPassword() – вхід і реєстрація користувачів через email і пароль.
 - updateDisplayName() – оновлення імені користувача
 - reload() – перезавантажує локальні дані користувача після оновлень.
 - signOut() – вихід з аканту.

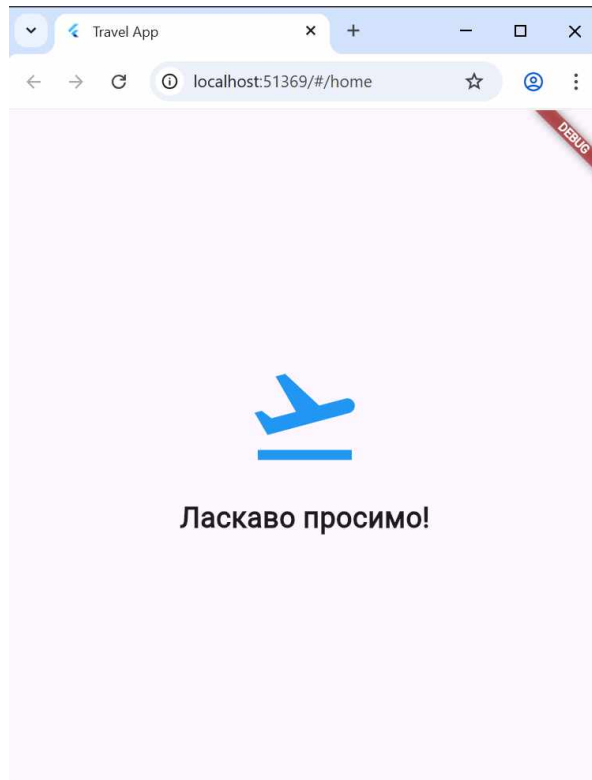


Рис.1 Головна сторінка додатку

Отже, створено веб-додаток із повноцінним користувацьким інтерфейсом та реалізовано сучасні UX/UI підходи, що забезпечують зручність, інтерактивність та ефективну взаємодію користувача з системою.

Література

1. Animations in Flutter. URL: <https://flutter-website-staging.firebaseio.com/animations/> (дата звернення 13.05.2025)
2. Flutter documentation. URL: <https://docs.flutter.dev/> (дата звернення 12.05.2025)
3. Що таке UI/UX дизайн? URL: <https://prjctr.com/mag/uxui-questions> (дата звернення 12.05.2025)

ПОРІВНЯННЯ БІБЛІОТЕК ДЛЯ МАТЕМАТИЧНИХ ОБЧИСЛЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ C++

Семен Віталій Віталійович, semen.vitalii@gmail.uzhnu.edu.com

студент 1 курсу, спеціальність 113 Прикладна математика

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

Вступ. У сучасному світі високопродуктивних обчислень бібліотеки лінійної алгебри відіграють ключову роль у реалізації складних математичних операцій. Вони є основою для широкого спектра застосувань — від моделювання фізичних процесів до систем штучного інтелекту. Продуктивність таких бібліотек має безпосередній вплив на ефективність програмного забезпечення, особливо у сфері наукових досліджень, обробки великих обсягів даних та реального часу.

Загальне по темі. У цьому дослідженні розглядається задача множення матриць, яка є базовою операцією в чисельних обчисленнях. Вибір мови програмування C++ обумовлений її високою продуктивністю, контролем над пам'яттю та широким спектром доступних бібліотек для математичних обчислень. Зокрема, було обрано дві популярні бібліотеки лінійної алгебри — **Armadillo** та **Eigen**, кожна з яких має свої архітектурні особливості, що впливають на ефективність обчислень.

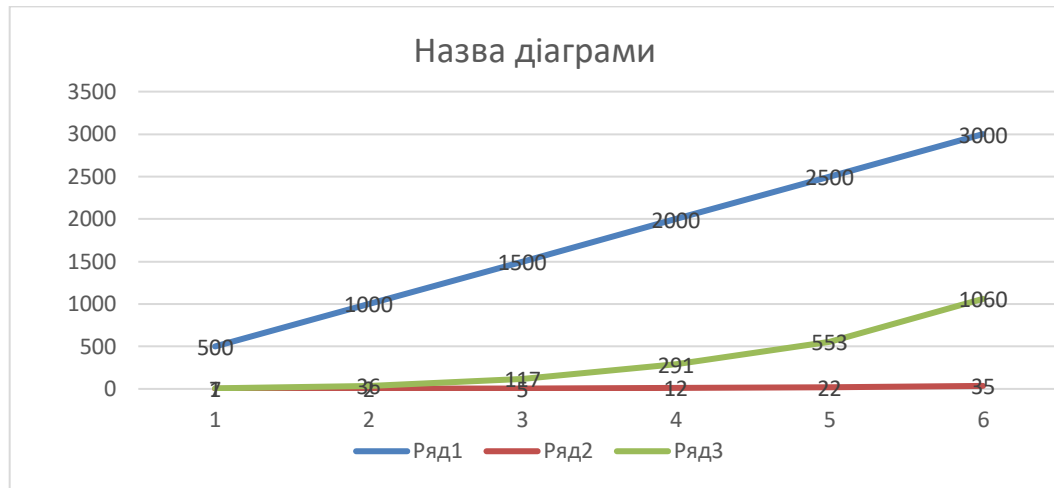
Конкретне по темі (теорія і практика). Armadillo — це високорівнева бібліотека для лінійної алгебри, яка використовує зовнішні оптимізовані бібліотеки, такі як BLAS і LAPACK, що дозволяє досягати високої швидкодії. Як зазначено на офіційному сайті: *"It aims towards a good balance between speed and ease of use"*. Eigen — повністю шаблонна бібліотека, яка не потребує зовнішніх залежностей і виконує оптимізацію на етапі компіляції. Згідно з документацією: *"Eigen is versatile. It supports all matrix sizes, both fixed and dynamic, dense and sparse matrices, and offers many algorithms..."*

Практика — тести, параметри машини, результати. Для емпіричного порівняння було проведено тестування швидкості операції множення матриць різних розмірів (від 500×500 до 3000×3000 елементів). Тестування проводилося на машині з такими характеристиками:

- Процесор: AMD Ryzen 5
- ОЗП: 16 ГБ
- ОС: Windows 11 (64-bit)

Результати експерименту

№	Розмір матриці	Час виконання в секундах		Перевага Armadillo над Eigen(%)
		Armadillo	Eigen	
1	500	1	7	600,0
2	1000	2	36	1700,0
3	1500	5	117	2240,0
4	2000	12	291	2325,0
5	2500	22	553	2413,6
6	3000	35	1060	2928,6



Висновки та майбутні дослідження. Результати свідчать про значну перевагу Armadillo над Eigen у задачах множення великих матриць. Це можна пояснити використанням Armadillo зовнішніх бібліотек, оптимізованих для таких обчислень. Надалі планується:

- Розширити експеримент, включивши інші операції лінійної алгебри (інверсія, LU-розклад, розв'язання СЛАР);
- Дослідити вплив різних компіляторів (наприклад, Clang, Intel C++) та архітектур процесорів.

Література

1. Armadillo C++ Linear Algebra Library. URL: <https://arma.sourceforge.net>
2. Eigen C++ Template Library for Linear Algebra. URL: <https://eigen.tuxfamily.org>

ОЦІНЮВАННЯ ПЕРЕВАГ РІЗНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ АНАЛІЗУ ТА ЕКСТРАКЦІЇ ДАНИХ ІЗ ЗОБРАЖЕНЬ ПІСЛЯ ТРЕНУВАННЯ НА НАБОРІ SVHN

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

студент 2 курсу, спеціальність 124 Системний аналіз

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

SVHN (Street View House Numbers) — популярний набір даних для тренування моделей розпізнавання цифр у зображеннях з реального світу. Розглянемо ключові характеристики, за якими доцільно оцінювати моделі, а також наведено порівняння кількох підходів.

Критерії оцінювання моделей.

1. Швидкість обробки зображень — кількість зображень, які модель може обробити за секунду. Цей параметр особливо важливий для систем, що працюють у реальному часі (наприклад, у вбудованих пристроях або мобільних застосунках).

2. Складність навчання — включає час тренування, кількість епох, необхідних для досягнення достатньо хороших результатів, та чутливість до гіперпараметрів (кількість епох, batch-size, learning rate). Важливо враховувати, скільки ресурсів потребує навчання конкретної архітектури.

3. Здатність до узагальнення — наскільки ефективно модель працює з новими прикладами, які не були присутні у навчальному наборі. Це оцінюється за допомогою тестів із незалежних джерел або змінених зображень. Також можна перевірити це за допомогою розбиття датасету на сет для тренування моделі та її подальшої валідації (часто розбиття в співвідношенні 80/20)

4. Ресурси для навчання — обсяг оперативної пам'яті, графічної пам'яті, час тренування. Це важливо при виборі моделі для використання в обмежених обчислювальних умовах.

Порівняння моделей. Види моделей, які використовуються для обробки зображень SVHN датасету:

1. Стандартні CNN моделі — часто використовуються як базові моделі для SVHN. Показують хороші результати за точністю, проте їх тренування може займати значний час і потребує значних обчислювальних ресурсів.

2. ResNet — завдяки структурі, яка включає в себе residual connections (залишкові з'єднання), дозволяє тренувати глибші мережі без втрати якості. Демонструє високу здатність до узагальнення. Не потребує значної обробки зображень поза набором даних SVHN.

3. MobileNet — легка модель, орієнтована на ефективність. Має значно меншу кількість параметрів і підходить для мобільних пристроїв. Швидка при тренуванні, але може програвати у точності моделям із складнішою архітектурою.

Висновки. Жодна модель не є універсально найкращою — вибір залежить від завдання. Якщо пріоритетом є точність — доречно обирати ResNet чи глибокі CNN. Якщо ж потрібна швидкість і економія ресурсів — практичним вибором стане MobileNet.

Література

1. Goodfellow et al. (2013). [Multi-digit Number Recognition from Street View Imagery using Deep Convolutional Neural Networks.](<https://arxiv.org/abs/1312.6082>)
2. He et al. (2016). [Deep Residual Learning for Image Recognition_. CVPR](<https://arxiv.org/abs/1512.03385>)
3. Howard et al. (2017). _MobileNets: [Efficient Convolutional Neural Networks for Mobile Vision Applications_.](<https://arxiv.org/abs/1704.04861>)
4. NPFL138—[Deep Learning course, MFF UK.] (<https://ufal.mff.cuni.cz/courses/npfl138>)

ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ МЕТОДІВ ОБРОБКИ ЗАПИТІВ У СИСТЕМІ ПОШУКУ ТОВАРІВ

Ціптак Вячеслав Вячеславович, tsiptak.viacheslav@student.uzhnu.edu.ua

студент 4 курсу, спеціальність 124 Системний аналіз

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

Розглядається інформаційна система товарообігу, де функція пошуку товарів не відповідає потребам компанії, яка її використовує. Неточність і низька ефективність пошуку ускладнюють швидке та точне управління товарообігом, що може негативно позначатися на продуктивності й ефективності продажів компанії.

Тому метою цього дослідження є покращення ефективності пошуку товарів у інформаційній системі товарообігу з метою забезпечення оптимального функціонування компанії.

Та задачею яка полягає у пошуку та впровадженні нових методів пошуку товарів у системі товарообігу. Ці методи мають забезпечити швидкий та точний пошук, а також полегшити доступ користувачів до необхідної інформації.

Розглянуті два способи вирішення цієї задачі.

Для створення нейронного пошуку в інформаційній системі товарообігу використано підхід, заснований на інтеграції технологій обробки природної мови (NLP) та векторного пошуку. Цей метод передбачає використання моделі SentenceTransformers (paraphrase-multilingual-mpnet-base-v2) для створення семантичних ембедінгів запитів і назв товарів, що дозволяє аналізувати їхній зміст, а не лише точні збіги ключових слів [1].

Ембедінги індексуються за допомогою алгоритму наближеного пошуку найближчих сусідів Annoy, який забезпечує швидкий пошук релевантних товарів у великих наборах даних [2]. Фільтрація результатів за брендом і категорією реалізована через SQL-запити до бази даних MySQL, що підвищує точність пошуку [3]. Цей підхід дозволяє обробляти запити у вільній формі, включаючи часткові назви чи запити з орфографічними помилками, забезпечуючи гнучкість і високу релевантність результатів.

Література

1. SentenceTransformers (paraphrase-multilingual-mpnet-base-v2). URL: <https://huggingface.co/sentence-transformers/paraphrase-multilingual-mpnet-base-v2>
2. Annoy Documentation. URL: <https://pypi.org/project/annoy/>
3. MySQL Documentation. URL: <https://dev.mysql.com/doc/refman/8.4/en/functions.html>

Секція 3. ПРИКЛАДНА МАТЕМАТИКА

Керівник секції: к.ф.-м.н., доц. Мулеса Павло Павлович

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ВІЛЬНОПОШИРЮВАНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ СИНТЕЗУ МОВЛЕННЯ ТА ЇХ ПРОПРІЄТАРНИХ АНАЛОГІВ

Борисов Станіслав Олександрович, borysov.stanislav@student.uzhnu.edu.ua

студент 3 курсу, спеціальність 113 Прикладна математика

Науковий керівник: д.пед.н., доц. Мулеса П.П.

Наразі моделі синтезу мовлення буквально стали невід'ємною частиною сучасного життя і трудової діяльності. Однією з часто вживаних сфер застосування є автоматизовані системи підтримки клієнтів. Наприклад система TTS¹, яка забезпечує максимально природне і точне відтворення текстового контенту, також використовуються в освітній сфері, щоб люди з вадами зору могли отримати доступ до інформації шляхом озвучення навчальних матеріалів.

Перетворення тексту в мовлення, також відоме як синтез мовлення - це технологія, яка бере фрагмент тексту і перетворює його на мовний сигнал. Ця технологія базується на принципах обробки природної мови (Natural Language Processing, NLP). Першим етапом є аналіз тексту, який виконується системою, що розпізнає і розбиває текст на окремі компоненти, на основі яких повинні бути відтворені звуки. По-друге, лінгвістична обробка враховує граматичні та суто синтаксичні особливості тексту. Ці елементи спочатку перетворюються в аудіосигнал за допомогою акустичного синтезу з використанням нейронних мереж, після чого відбувається постобробка для очищення звуку від шуму та покращення якості мовлення [1].

Метою даного дослідження є порівняння можливостей вільнопоширюваного додатку для синтезу мовлення Whispering Tiger з пропрієтарним сервісом ElevenLabs, зокрема щодо якості синтезованих голосів, технічних характеристик, доступності, а також використання ресурсів комп'ютера.

Whispering Tiger надає користувачам високу гнучкість у налаштуванні та зміні вихідного коду відповідно до індивідуальних вимог [2]. Він є привабливим для дослідників і розробників, які хотіли б мати систему TTS, адаптовану для власного проекту. Основною перевагою Whispering Tiger є можливість роботи з відкритим кодом і доступ до налаштувань таких параметрів, як: тональність, інтонація та швидкість мовлення. Розширення вбудованих рішень можливе за допомогою плагінів, а в особливості Coqui Text 2 Speech, який містить в собі такі моделі, як: Tacotron2, VITS та Glow-TTS - для створення природних голосів, адаптуючи їх під різні сценарії використання [3].

Проте важливо врахувати, що використання потужних моделей синтезу, таких як XTTS², може призводити до підвищеного навантаження на процесор та оперативну пам'ять, особливо при роботі з великими обсягами тексту або складними мовними моделями. Це може бути проблемою для користувачів, які мають менш потужні пристрої або для тих проєктів, де нам потрібно обробляти дані швидше. Крім того, у складних випадках обробки тексту виникає ефект «роботизованого» голосу, що знижує якість синтезованого мовлення [4]. Однак, для Whispering Tiger користувачі, певного рівня технічної підготовки, можуть оптимізувати продуктивність системи, змінюючи параметри роботи моделей відповідно до своїх потреб.

У той же час, ElevenLabs демонструє високий рівень якості синтезованих голосів, що робить його одним із найкращих пропрієтарних рішень для комерційного використання. Система орієнтована на надання природного звучання голосу, що особливо важливо для аудіовізуальних проєктів, де мовлення повинно звучати максимально природно і привабливо для кінцевих користувачів. Це досягається завдяки складним моделям обробки мовлення, які здатні ефективно передавати емоції та змінювати темп мовлення залежно від контексту.

¹ TTS – система, що спроможна наживо виконувати конвертування друкованого тексту в аудіо (англ. Text-to-Speech).

² XTTS - це модель генерації голосу, яка дозволяє клонувати голоси різними мовами, використовуючи лише швидкий 6-секундний аудіозапис.

Завдяки хмарній інфраструктурі ElevenLabs можна запускати на будь-якому пристрої з доступом до Інтернету. Важливо, що користувачам не потрібно мати потужні локальні обчислювальні потужності, оскільки всі процеси відбуваються на віддалених серверах [5]. Висока продуктивність і швидкість синтезу роблять систему ідеальною для комерційних проєктів, де важлива оперативність і масштабованість.

Проте, слід зазначити, що пропрієтарний підхід ElevenLabs звужує можливості для персональної адаптації системи до потреб користувача. Вихідний код мовних моделей є закритим, а це означає, що користувачі не можуть адаптувати або модифікувати їх відповідно до своїх особистих потреб. Це може стати значною перешкодою для дослідників або розробників, зацікавлених у більшій гнучкості налаштувань, а також в експериментуванні з багатьма аспектами синтезу мови. Крім того, ElevenLabs є платним сервісом, що є перешкодою для тих, хто шукає бюджетні рішення для своїх проєктів.

Таким чином, Whispering Tiger, як вільнопоширюване рішення, є оптимальним для дослідницьких цілей або проєктів, що вимагають повного контролю над процесом синтезу мовлення та гнучкості в налаштуваннях під специфічні потреби користувачів, але потребує більше ресурсів та технічних знань для налаштування. У той час ElevenLabs, як пропрієтарне рішення, є чудовим рішенням для комерційного використання, коли пріоритетом є висока якість голосів і простота інтеграції, але з обмеженою адаптивністю і можливістю змін. Контекст, в якому використовується система, визначатиме, яка з цих систем є доречною залежно від різних потреб.

Література

1. Ashok K., Karthika R. Deep Learning Approach for Natural Language Processing, Speech, and Computer Vision: Techniques and Use Cases. CRC Press, 2023. 246 p.
2. GitHub - Sharnah/whispering: Whispering Tiger - OpenAI's whisper (and other models) with OSC and Websocket support. Allowing live transcription / translation in VRChat and Overlays in most Streaming Applications. GitHub. URL: <https://github.com/Sharnah/whispering> (дата звернення: 13.04.2025).
3. GitHub - coqui-ai/TTS: Coqui.ai - a deep learning toolkit for Text-to-Speech, battle-tested in research and production. GitHub. URL: <https://github.com/coqui-ai/TTS/> (дата звернення: 21.04.2025).
4. Raaijmakers S. Deep Learning for Natural Language Processing. Manning Publications, 2022. 325 p.
5. Open Source Systems: 17th IFIP WG 2. 13 International Conference, OSS 2021, Virtual Event, May 12-13, 2021, Proceedings / D. Taibi et al. Springer International Publishing AG, 2021. 87 p.

ВИКОРИСТАННЯ АСОЦІАТИВНИХ ПРАВИЛ У МАРКЕТИНГОВИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

Бріла Катерина Василівна, brila.kateryna@student.uzhnu.edu.ua

студентка 3 курсу, спеціальність 113 Прикладна математика

Науковий керівник: *к.ф.-м.н., доц. Мич І. А.*

Асоціативні правила є важливим інструментом інтелектуального аналізу даних, що дозволяє виявляти приховані закономірності у споживчій поведінці, що має ключове значення для маркетингових досліджень. Відповідно до [1], асоціативні правила виражають зв'язки між подіями у вигляді «якщо X, то Y» і оцінюються через метрики підтримки, достовірності та підйому. Підтримка показує частоту появи комбінації товарів у транзакціях, достовірність відображає ймовірність покупки одного товару за умови придбання іншого, а підйом визначає силу зв'язку порівняно з випадковим співпадінням. Як зазначають у [2], ці метрики забезпечують відбір значущих правил, що сприяють оптимізації асортименту та маркетингових стратегій.

Основними алгоритмами пошуку асоціативних правил є Apriori, FP-Growth та Eclat. За даними [1], алгоритм Apriori використовує принцип антимонотонності для знаходження частих наборів, проте його продуктивність знижується через багаторазове сканування великих баз даних. Натомість, як підкреслюють у [2], алгоритм FP-Growth, що базується на компактній структурі FP-дерева, потребує лише двох сканувань і уникає генерації кандидатів, що робить його ефективним для обробки великих транзакційних наборів. Алгоритм Eclat, який працює з вертикальним представленням даних через tid-sets, забезпечує швидке обчислення підтримки, але, як вказують у [3], може бути обмеженим у густих наборах через високі вимоги до оперативної пам'яті.

У маркетингових дослідженнях асоціативні правила за [3] дозволяють виявляти неочевидні залежності між товарами, що сприяє формуванню пакетних пропозицій, таргетованої реклами та прогнозуванню споживчих уподобань. Правила з високим підйомом вказують на сильні зв'язки, корисні для створення комплектів товарів, а циклічні правила допомагають прогнозувати взаємозв'язки. Теоретична основа асоціативних правил, підкріплена ефективними алгоритмами, такими як FP-Growth, створює надійний фундамент для аналізу поведінки споживачів і прийняття обґрунтованих маркетингових рішень.

Література

1. Tan P.-n. Introduction to data mining by pang-ning tan, michael steinbach, vipin kumar (2005) paperback. Pearson, 2005.
2. Pei J., Han J., Kamber M. Data mining: concepts and techniques. Elsevier Science & Technology Books, 2011. 744 p.
3. Wu T., Chen Y., Han J. Re-examination of interestingness measures in pattern mining: a unified framework. Data mining and knowledge discovery. 2010. Vol. 21, no. 3. P. 371–397. URL: <https://doi.org/10.1007/s10618-009-0161-2> (date of access: 26.04.2025).

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ FINE-TUNING ВЕЛИКИХ МОВНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ЗАДАЧІ МЕДИЧНОГО QA (QUESTION ANSWERING)

Габорець Олександр Васильович, haborets.oleksandr@student.uzhnu.edu.ua

студентка 3 курсу, спеціальність 113 Прикладна математика

Науковий керівник: *д.пед.н., доц. Мулеса П.П.*

Сучасний розвиток генеративного штучного інтелекту значною мірою визначається успіхом великих попередньо навчених моделей, які демонструють вражаючі здібності у широкому спектрі завдань. Однак їх універсальний характер часто стає обмеженням при застосуванні до специфічних доменів, де потрібна глибша адаптація до конкретних нюансів, термінології чи стилю, що є особливо актуальним для завдань у галузі медицини.

Одним із ключових методів адаптації великих мовних моделей (LLM) є Fine-Tuning [1], що передбачає донавчання базової моделі на меншому, специфічному для цільового завдання, наборі даних.

Для дослідження можливостей Fine-Tuning було обрано датасет PubMedQA [2], який моделює задачу відповіді на питання біомедичного характеру шляхом надання короткої відповіді у форматі “yes”, “no” або “maybe”, на основі аналізу поданих анотацій наукових статей. Датасет також містить колонку “long_answer” довгих відповідей (обґрунтувань). PubMedQA складається із трьох підмножин, серед яких найбільш якісною є частина Labeled, що містить 1000 питань перевічених експертами. Саме її було використано для тренування й поділено на навчальну та тестову вибірки у співвідношенні 4:1.

Донавчання проводилося за допомогою бібліотеки Unsloth [3] мови Python. В якості базової моделі було використано Qwen2.5-1.5B-Instruct [4], яка на тестовій вибірці продемонструвала початкову точність класифікації короткої відповіді 58%. У процесі дослідження було застосовано два підходи до Fine-Tuning:

1. Навчання з вчителем (Supervised Fine-Tuning, SFT) із використанням методу qLoRA [5], що дозволяє тренувати моделі з обмеженими обчислювальними ресурсами. Метод SFT застосовувався для підвищення точності класифікації короткої відповіді.

2. Навчання з підкріпленням (Reinforcement Learning, RL) за допомогою алгоритму Group Relative Policy Optimization (GRPO) [6]. Метою тренування GRPO була конвертація базової моделі у Reasoning модель, тобто зміна формату відповіді моделі таким чином, щоб вона містила логічне міркування перед остаточною відповіддю. Для цього було розроблено набір із семи функцій винагороди, що оцінювали якість генерації за критеріями форматування, лексичного перетину з еталонним обґрунтуванням (“long_answer”) та коректності короткої відповіді.

Таблиця 1. Приклади Reasoning форматів

Типовий формат відповіді Reasoning моделей	Модифікований формат відповіді для нашої задачі
<reasoning> [Певні логічні кроки або висновки] </reasoning> <answer> [Відповідь] </answer>	<long_answer> [Висновки на основі поданої інформації] </long_answer> <answer> [Відповідь (“yes”/”no”/”maybe”)] </answer>

Оскільки метод GRPO потребує більшої кількості навчальних даних, ніж SFT, то 800 навчальних прикладів із Labeled частини було доповнено 1600 прикладами із частини Artificial датасету PubMedQA.

У результаті тестування точність моделі тренованої методом SFT досягла 75%. Внаслідок тренування методом GRPO модель успішно навчилася відповідати у вказаному форматі (Рис. 1) і на тестовій вибірці показала точність 74.5%. Тобто в обох випадках ми одержали суттєве покращення точності класифікації. Варто зазначити, що якість довгої відповіді не було оцінено, оскільки це міг би зробити лише експерт.

Запитання (№ 821 у датасеті)	<p>BACKGROUND: Low intakes or blood levels of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids (EPA + DHA) are independently associated with increased risk of death from coronary heart disease (CHD). In randomized secondary prevention trials, fish or fish oil have been demonstrated to reduce total and CHD mortality at intakes of about 1 g/day. Red blood cell (RBC) fatty acid (FA) composition reflects long-term intake of EPA + DHA. We propose that the RBC EPA + DHA (hereafter called the Omega-3 Index) be considered a new risk factor for death from CHD.</p> <p>METHODS: We conducted clinical and laboratory experiments to generate data necessary for the validation of the Omega-3 Index as a CHD risk predictor. The relationship between this putative marker and risk for CHD death, especially sudden cardiac death (SCD), was then evaluated in several published primary and secondary prevention studies.</p> <p>RESULTS: The Omega-3 Index was inversely associated with risk for CHD mortality. An Omega-3 Index of $\geq 8\%$ was associated with the greatest cardioprotection, whereas an index of $\leq 4\%$ was associated with the least.</p> <p>QUESTION: The Omega-3 Index: a new risk factor for death from coronary heart disease?</p>	
Відповідь моделі	<p><long_answer> The Omega-3 Index represents a significant step towards understanding the role of omega-3 fatty acids in cardiovascular health. Fish consumption and the intake of EPA and DHA are strongly associated with lower mortality from heart disease. The Omega-3 Index reflects long-term dietary exposure to these essential fatty acids, offering a novel biomarker for cardiovascular risk. </long_answer> <answer> yes </answer></p>	
Коротка відповідь моделі	Відповідь у датасеті	Оцінка коректності короткої відповіді
"yes"	"yes"	Коректна

Рис. 1. Приклад відповіді моделі тренованої методом GRPO на питання з тестової вибірки

Отримані результати підкреслюють ефективність як сучасних алгоритмів Fine-Tuning, так і вільнодоступних інструментів та моделей у контексті задачі біомедичного Question Answering, що робить цей напрям актуальним для подальших досліджень.

Література

1. LLMs: Fine-tuning, distillation, and prompt engineering. Google for Developers. URL: <https://developers.google.com/machine-learning/crash-course/llm/tuning> (date of access: 11.05.2025).
2. Jin, Q., Dhingra, B., Liu, Z., Cohen, W. W., & Lu, X. (2019). Pubmedqa: A dataset for biomedical research question answering. arXiv preprint arXiv:1909.06146.
3. Welcome. Unsloth Documentation. URL: <https://docs.unsloth.ai/> (date of access: 11.05.2025).
4. Yang, A., Yang, B., Zhang, B., Hui, B., Zheng, B., Yu, B., ... & Qiu, Z. (2024). Qwen2.5 technical report. arXiv preprint arXiv:2412.15115.
5. Dettmers, T., Pagnoni, A., Holtzman, A., & Zettlemoyer, L. (2023). Qlora: Efficient finetuning of quantized llms. Advances in neural information processing systems, 36, 10088-10115.
6. Shao, Z., Wang, P., Zhu, Q., Xu, R., Song, J., Bi, X., ... & Guo, D. (2024). Deepseekmath: Pushing the limits of mathematical reasoning in open language models. arXiv preprint arXiv:2402.03300.

СТАНДАРТНІ МОЖЛИВОСТІ C++ ДЛЯ РОЗПАРАЛЕЛЮВАННЯ (STD::THREAD, STD::EXECUTION)

Кость Анна Валеріївна, kost.anna1@student.uzhnu.edu.ua

студентка 1 курсу, спеціальність 113 Прикладна математика

Науковий керівник: к.ф.-м.н., ст. викл. Градинар І.П.

Загальні відомості. Паралельне програмування – це такий процес, під час якого завдання поділяється на велику кількість менших і незалежних підзадач, що можуть виконуватися одночасно на різних обчислювальних пристроях. Розглянемо такі стандартні можливості C++ для розпаралелювання як `std::thread` та `std::execution`[1].

`std::thread` у мові програмування C++ – багатопотоковий клас стандартної бібліотеки, що використовується для створення та управління потоками виконання. `std::thread` дає можливість ефективно розпаралелювати виконання задач та збільшувати продуктивність програми [2].

Основні операції з `std::thread`: створення потоку (`std::thread` створюється шляхом передачі функції (або функціонального об'єкта) до його конструктора); запуск потоку (після створення потік активується за допомогою методу `std::thread::join()` або `std::thread::detach().join()` очікує завершення потоку, а `detach()` дозволяє потоку працювати незалежно); передача аргументів (аргументи можуть передаватися в потік за допомогою конструктора `std::thread` або за допомогою лямбда-функцій) [2].

`std::execution` надає «стандартну структуру C++ для керування асинхронним виконанням на загальних ресурсах виконання» та має три ключові абстракції: планувальники, відправники та отримувачі, а також набір настроюваних асинхронних алгоритмів [3].

Основні операції з `std::execution`: `std::execution::seq` (попереднє виконання; алгоритми виконуються один за одним, як завжди); `std::execution::par` (паралельне виконання; частини алгоритму можуть виконуватись одночасно в різних потоках); `std::execution::par_unseq` (паралельне + векторизоване виконання); `std::execution::unseq` (тільки векторизоване виконання, але не гарантує порядок; добре для обчислень, які не залежать одна від одної) [4].

Практичний експеримент. Розглянемо можливості та переваги розпаралелення на прикладі задачі: обчислення середнього значення елементів великих матриць. На цьому прикладі побачимо різницю між однопотоковим виконанням (без розпаралелення), з `std::thread` і `std::execution`.

Параметри ПК, на якому проводився експеримент: процесор – 13th Gen Intel(R) Core(TM) i5-1334U, 1300 МГц. Ядер 10, логічних процесорів 12, з яких при розпаралеленні реально залучалося 8. Кожен тест повторювався 6 разів і бралось середнє значення.

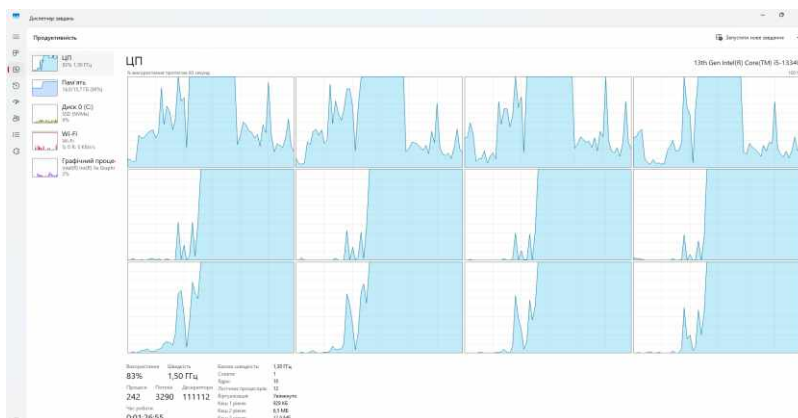


Рис. 1. Розподіл навантаження між потоками, які залучалися при розпаралеленні

Табл. 1. Результати дослідів і порівняння

Розмірність	Послідовний метод, с.	std::thread (метод 1), с.	std::execution (метод 2), с.	У скільки разів метод 1 швидший за послідовний	У скільки разів метод 2 швидший за послідовний	У скільки разів метод 2 швидший за метод 1
10 000*10 000	5.98517	4.94163	1.51854	1.21	3.94	3.25
20 000*20 000	23.1214	20.6099	5.16521	1.12	4.48	3.99
30 000*30 000	53.9959	45.8988	11.1192	1.18	4.86	4.13
40 000*40 000	103.672	74.6634	21.0022	1.39	4.94	3.56
50 000*50 000	151.148	117.227	34.4182	1.29	4.39	3.41
60 000*60 000	296.68	212.647	97.8576	1.40	3,03	2.17
Середнє значення:				1.27	4.27	3.42

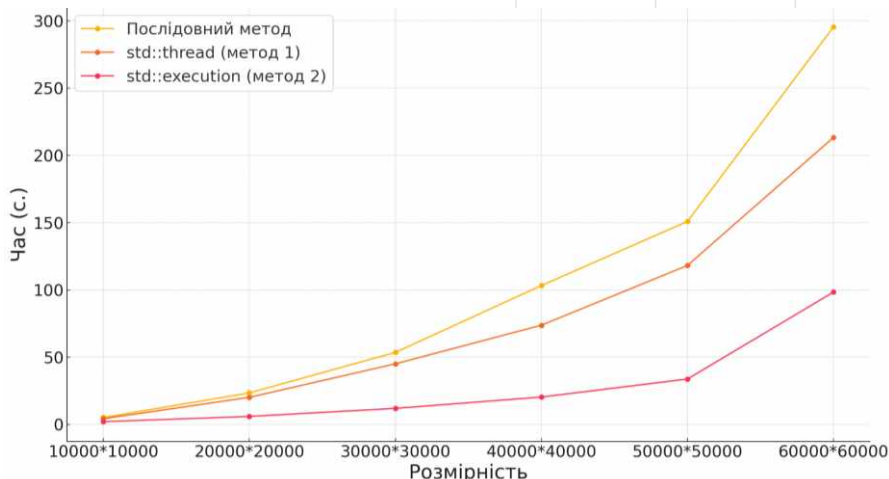


Рис. 2. Час виконання методів залежно від розмірності

В результаті практичного експерименту можна побачити різницю між методами:

- 1) Std::thread: Недоліки - складність реалізації висока, адже потрібно керувати потоками, повільніша у порівнянні з std::execution. З переваг – гнучкість.
- 2) Std::execution: Недоліки - обмеженість стандартними алгоритмами, вимагає C++17. З переваг – низька складність реалізації та вища швидкість.

Також ми отримали середнє значення різниці у часі виконання цими методами: різниця між std::thread і послідовним виконанням — 1.27, між std::execution і послідовним виконанням — 4.27, між std::execution і std::thread — 3.42.

Висновок. На відміну від std::execution, std::thread дає більше контролю над потоками, але вимагає детального управління. У свою чергу std::execution надає більш високорівневий підхід до розпаралелювання і підходить для роботи з алгоритмами. Однозначно розпаралелення незалежно від методу є ефективнішим способом виконання задачі, ніж однопотокове. Тема розпаралелення є цікавою та важливою, тож варто глибше її вивчати для ефективного використання сучасних багатоядерних процесорів.

Література

1. Паралельне програмування: особливості та застосування URL: <https://foxminded.ua/paralelne-prohramuvannia/> (дата звернення: 13.04.2025)
2. Що таке thread в C++? URL: <https://itproger.com/ua/spravka/cpp/thread> (дата звернення: 08.04.2025).
3. Std::executions. URL: <https://www.modernescpp.com/index.php/stdexecution/> (дата звернення: 09.04.2025)
4. Difference between execution policies and when to use them. URL: <https://stackoverflow.com/questions/39954678/difference-between-execution-policies-and-when-to-use-them> (дата звернення: 13.04.2025)

СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ ОБРОБКИ ДАНИХ БІБЛІОТЕКАМИ PYTHON

Лакота Дар'я Романівна, daria.lakota@student.uzhnu.edu.ua

студентка 2 курсу, спеціальність 113 Прикладна математика

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

Статистичні методи обробки даних у Python дозволяють ефективно аналізувати великі обсяги інформації, що є важливим для наукових досліджень та машинного навчання. Python пропонує широкий вибір бібліотек серед яких є Scikit-learn, Statsmodels та SciPy. Завдяки потужним інструментам для описової статистики, перевірки гіпотез і регресійного аналізу, Python спрощує роботу з даними, роблячи статистичний аналіз більш доступним і продуктивним. Використання цих бібліотек дозволяє ефективно виконувати статистичне моделювання та аналіз реальних наборів даних.

Бібліотека Scikit-learn орієнтована на роботу з алгоритмами машинного навчання, призначеними для класифікації та регресії, а також для кластеризації, зменшення розмірності та виявлення аномалій. Також бібліотека зосереджена на моделюванні даних. Вона не зосереджена на завантаженні, маніпулюванні чи узагальненні даних. У Scikit-learn доступно багато різних алгоритмів, які можна імпортувати в код, а потім використовувати для генерації моделей так само, як і будь-яку іншу бібліотеку Python. Це дозволяє швидко створювати кілька моделей і порівнювати їх, щоб визначити, яка з них є найкращою [1].

SciPy – це бібліотека чисельних процедур для мови програмування Python, яка надає фундаментальні будівельні блоки для моделювання та розв'язання наукових проблем. SciPy включає алгоритми для оптимізації, інтегрування, інтерполяції, задач на власні значення, алгебраїчних рівнянь, диференціальних рівнянь та багатьох інших класів задач; вона також надає спеціалізовані структури даних, такі як розріджені матриці та k-вимірні дерева. SciPy побудовано на основі NumPy, який надає структури даних у вигляді масивів і пов'язані з ними швидкі чисельні процедури, а сам SciPy є основою, на якій побудовано наукові бібліотеки вищого рівня, зокрема scikit-learn3 та scikit-image4. Науковці, інженери та інші фахівці по всьому світу покладаються на SciPy [2].

Statsmodels – це пакет Python, який містить набір широко використовуваних статистичних моделей. Хоча історично statsmodels має переважно економетричну базу користувачів, пакет розроблений таким чином, щоб бути корисним для широкого спектру статистичних задач. У порівнянні з іншими інструментами моделювання на основі Python, statsmodels більше фокусується на статистиці та діагностиці, що лежать в основі моделей, ніж на найсучасніших або прогностичних моделях [3].

Література

1. Довідник по Machine Learning — Scikit-Learn | База знань IT URL: <https://itwiki.dev/data-science/ml-reference/ml-glossary/scikit-learn>
2. SciPy 1.0: fundamental algorithms for scientific computing in Python - Nature Methods URL: <https://www.nature.com/articles/s41592-019-0686-2>
3. Frequently Asked Question - statsmodels 0.14.4 URL: <https://www.statsmodels.org/stable/faq.html>

ОГЛЯД АЛГОРИТМІВ ГРОВЕРА ТА ШОРА

Пуґа Юлія Василівна, puha.yuliia@student.uzhnu.edu.ua

студентка 2 курсу, спеціальність 113 Прикладна математика

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

У сучасному світі, де кількість інформації невпинно зростає, постає проблема швидкості обробки даних. Одним з варіантів її вирішення є застосування нової технології, яка базується на принципах квантової механіки, – квантових обчислень. На відміну від класичних комп'ютерів, які використовують біти – як найменші частинки для зберігання інформації, які можуть приймати тільки два значення: 0 та 1, квантові комп'ютери, що базуються на основі квантових обчислень, використовують квантові біти(або кубіти), які можуть представляти будь-яку лінійну комбінацію 0 та 1 одночасно [1].

З розвитком цієї галузі було розроблено багато алгоритмів, які працюють за її принципами та розроблені для квантових комп'ютерів. Один з найвідоміших це алгоритм Гровера – це квантовий алгоритм, який прискорює задачу несортованого пошуку, у порівнянні з класичними методами. Для того, аби вирішити цю задачу звичайними методами, нам доведеться у найгіршому випадку перевірити усі N елементів, витративши на це $O(N)$ часу, а от даний метод вимагає лише \sqrt{N} перевірок і відповідно лише $O(\sqrt{N})$ часу [2].

Ще один відомий квантовий алгоритм, розроблений Пітером Шором у 1994 році, який допомагає вирішити завдання факторизації чисел, тобто їхнього розкладу на прості множники. Цей алгоритм використовує у своїй реалізації періодичну функцію $F(a) = x^a \bmod n$ (вона є періодичною якщо, що x і n взаємно прості), де n це число, яке ми хочемо розкласти. Для того, аби розрахувати цю функцію для експоненційно великої (швидко зростаючої) кількості значень a займе експоненційний час на класичному комп'ютері, тому на цьому етапі використовується принцип квантового паралелізму – один з базових принципів квантових обчислень, для того, аби виконати це ж число операцій вже за поліноміальний час у логарифмічному масштабі [3].

Застосування квантових алгоритмів має дуже великі перспективи в багатьох галузях. Варіанти алгоритму Гровера відіграють важливу роль у вирішенні проблем оптимізації, машинному навчанні та симетричного дешифрування у криптографії. Алгоритм Шора також має перспективи у криптографії та у області безпеки даних, хоча його застосування має місце у дуже широкому списку галузей [2, 4].

Незважаючи на те, що теорія квантових алгоритмів є досить добре описаною та дослідженою, їхній розвиток значно сповільнюють проблеми практичної та технічної реалізації квантових комп'ютерів. Наразі, навіть сучасні квантові комп'ютери не є достатньо потужними для виконання складних алгоритмів, сильно чутливі до зовнішніх умов, мають високий рівень помилок, через нестабільність кубітів та й мають високу вартість [2, 4].

Література

1. Діброва, Потапова. Квантові обчислення. *Збірник тез доповідей - 2024 рік*, м. Вінниця. С. 22–25. URL: <https://jait.donnu.edu.ua/article/view/16985>.
2. Bae J. Current Status and Prospects of Quantum Search Algorithm: Grover's Algorithm. *New Physics: Sae Mulli*. 2024. Vol. 74, no. 10. P. 1080–1091. URL: <https://doi.org/10.3938/npsm.74.1080> (date of access: 02.04.2025).
3. Hayward M. Quantum Computing and Shor's Algorithm. 2005. URL: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=c4c3ad4aef68f3970d187fec0f13755471579018>.
4. Forthcoming applications of quantum computing: peeking into the future / V. Hassija et al. *IET Quantum Communication*. 2020. Vol. 1, no. 2. P. 35–41. URL: <https://doi.org/10.1049/iet-qtc.2020.0026> (date of access: 02.04.2025).

МОЖЛИВОСТІ C++ ДЛЯ РОЗПАРАЛЕЛЮВАННЯ. OpenMP.

Русанюк Каміла Сергіївна, rusaniuk.kamila@student.uzhnu.edu.ua

студентка 1 курсу, спеціальність 113 Прикладна математика

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

Загальні відомості. Паралельні обчислення (Parallel Computing) – одночасне використання кількох ресурсів ЕОМ для розв’язування обчислювальних задач [1].

Паралелізацію слід використовувати тільки в тих випадках, коли обчислення не залежать одне від одного. З прикладів використання паралельних обчислень можемо навести наступні задачі: апроксимація математичних констант, машинне навчання, аналіз даних.

OpenMP – це одна з найбільш популярних технологій паралельного програмування для багатопроцесорних/багатоядерних систем зі спільною пам’яттю. За основу береться послідовна програма, а для створення її паралельної версії використовується набір директив, функцій та змінних середовища [1].

Задача, яку ми розглядаємо – обчислення числа π за допомогою формули Валліса [2]:

$$\frac{\pi}{2} = \prod_{n=1}^{\infty} \frac{4n^2}{4n^2-1}.$$

Практичний експеримент. Для скінченних обчислень числа π використовувалася формула Валліса з обмеженням кількості ітерацій числом k :

$$\frac{\pi}{2} \approx \prod_{n=1}^k \frac{4n^2}{4n^2-1}.$$

Значення k для експериментальних обчислень обиралися наступним чином: перше значення k дорівнювало одиниці. Для кожного наступного обчислення попереднє значення k збільшувалося на 100 тисяч. Кожна розмірність обчислювалась по 1 запуску.

Для організації паралельних обчислень, застосуємо технологію OpenMP. Знаючи можливості OpenMP, можемо допустити, що обчислення числа π повністю задіює всі можливості цієї технології.

Конфігурація комп’ютера, на якому проводилися обчислювальні експерименти: Intel® Core™ i3-7020U CPU @ 2.30GHz, 8,00GB RAM (4 потоки).

Результати вирішення даної задачі представлено на графіках Рисунку 1 та у Таблиці 1. На графіку Рисунку 1 зображено залежність часу від числа k , для k від 1 до $9,9 \cdot 10^7 + 1$ з кроком 100 тисяч. Можемо помітити тенденцію прямої пропорційності часу обчислень від кількості ітерацій k . Отже, всього проведено обчислення для 1000 різних розмірностей.

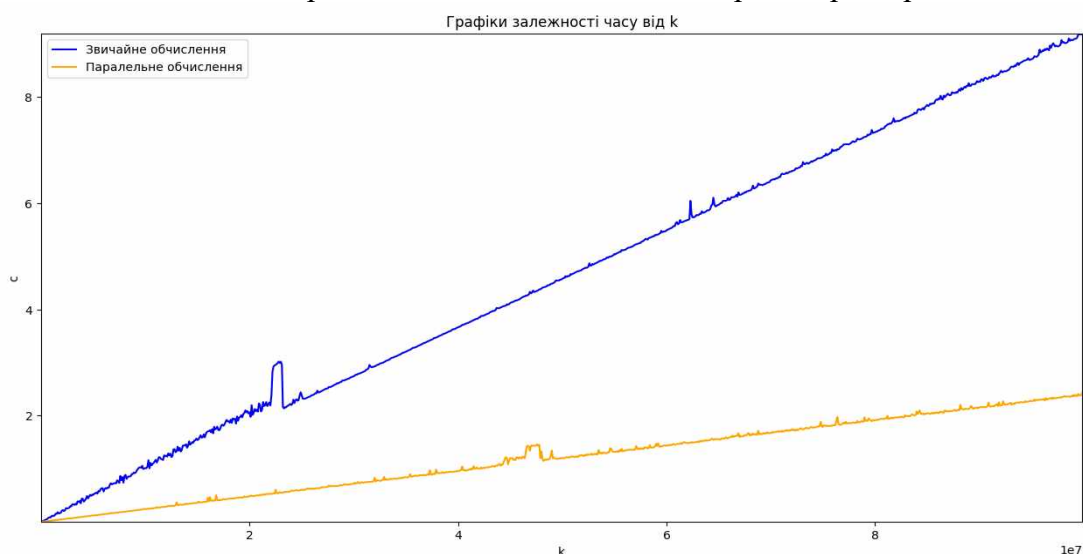


Рис.1. Графіки залежності часу від k .

Проміжок розмірн., а у кожному по 100 розмірн. k	Послідовне обч. (середнє з 100 знач.), с	Паралельне обч. (середнє з 100 знач.), с	У скільки разів паралельне обчислення швидше
$1 - 9 \cdot 10^6 + 1$	0,5116	0,1190	4,3013
$1 \cdot 10^7 + 1 - 1,9 \cdot 10^7 + 1$	1,5531	0,3626	4,2835
$2 \cdot 10^7 + 1 - 2,9 \cdot 10^7 + 1$	2,4333	0,6003	4,0532
$3 \cdot 10^7 + 1 - 3,9 \cdot 10^7 + 1$	3,2021	0,8419	3,8033
$4 \cdot 10^7 + 1 - 4,9 \cdot 10^7 + 1$	4,1155	1,1488	3,5824
$5 \cdot 10^7 + 1 - 5,9 \cdot 10^7 + 1$	5,0310	1,3235	3,8013
$6 \cdot 10^7 + 1 - 6,9 \cdot 10^7 + 1$	5,9729	1,5627	3,8221
$7 \cdot 10^7 + 1 - 7,9 \cdot 10^7 + 1$	6,8818	1,8025	3,8179
$8 \cdot 10^7 + 1 - 8,9 \cdot 10^7 + 1$	7,8224	2,0392	3,8360
$9 \cdot 10^7 + 1 - 9,9 \cdot 10^7 + 1$	8,7329	2,2760	3,8370
		Середнє співвідн.	3,9138

Табл. 1. Порівняльна таблиця між середнім часом послідовних і паралельних обчислень.

Загалом розглянуто 10 таких проміжків з кроком у 10 млн., а всередині проміжку взято 100 різних розмірностей з кроком 100 тис. Наприклад, 1-й рядок з значеннями у таблиці 1 відповідає усередненню 100 різних розмірностей на проміжку з 1 до $9 \cdot 10^6 + 1$. Знаходиться середнє значення для послідовного та паралельного виконання та відношення першого до другого.

Висновки. В результаті експерименту паралельне обчислення працює в середньому приблизно в 3.91 разів швидше, ніж звичайне, при нашому підході усереднення для кожних наступних 100 розмірностей з 1000. Чим більше значення k , тим більшу економію часу ми отримаємо при паралельних обчислень. Тим більше, коли маємо суперкомп'ютер з десятками і сотнями ядер чи потоків, то паралелізація забезпечує істотне зростання швидкості обчислювального процесу і економію людського часу, що є найціннішим. Для дуже маленьких розмірностей застосування паралелізації процесів не є необхідним через невелику різницю часу виконання. Але для великих розмірностей різниця між паралельним та послідовним виконанням є значною.

З середнього співвідношення 3,9138 можна зробити висновок, що всі 4 наявні логічні процесори або потоки використані якнайкраще.

Щодо технології OpenMP, то її доцільно використовувати для задач, подібних до обчислення значення числа π , а також багатьох інших прикладних задач в яких присутні цикли з великою кількістю ітерацій та операції над великими масивами.

У майбутніх дослідженнях планується провести обчислення на комп'ютері з великою кількістю ядер і потоків та збільшити кількість обчислень для ширшого спектру різних розмірностей.

Література

1. Коцовський В. М. Теорія паралельних обчислень: навч. посіб. ДВНЗ «Ужгородський національний університет». Ужгород: ПП «АУТДОР-Шарк», 2021. 188 с.
2. Pi and products. URL: <https://blogs.sas.com/content/iml/2021/03/10/pi-and-products.html> (дата звернення: 05.04.2025).

LATEX ЯК ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ СТВОРЕННЯ НАУКОВИХ ДОКУМЕНТІВ

Сідун Каміла Вагіфівна, sidun.kamila@student.uzhnu.edu.ua

студентка 2 курсу, спеціальність 113 Прикладна математика

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

У сучасному світі науки важлива не тільки змістовна частина досліджень, а й оформлення документів. На відміну від традиційних програмних забезпечень для роботи з файлами, таких, як Microsoft Word, LaTeX – це інструмент, який дозволяє створювати не тільки гарно оформлені публікації, а й надає можливість легко реалізовувати складні математичні формули, схеми, таблиці, посилання та бібліографії. Дана система підготовки документів розроблена Леслі Лампортом на початку 1980-х років як макропакет для TeX, мови верстки, створеної Дональдом Кнудом у кінці 1970-х років. Лампорт створив LaTeX як зручну версію TeX, орієнтовану на науковців, особливо математиків, щоб спростити процес створення професійно оформлених документів [1].

Нижче наведено переваги LaTeX.

1. Дана система дає можливість автору гнучкі, легкі та зручні засоби для створення документів високої типографської якості [2].

2. Всі видавничі системи на базі TEX можуть працювати на будь-якому комп'ютері, незалежно від його потужності та операційної системи [2].

3. Файли, створені у LATEX в більшості випадків мають менший об'єм порівняно з файлами, створеними іншими видавничими системами та текстовими редакторами [2].

Наприклад, Microsoft Word базується на принципі «Те, що ви бачите, це те, що ви отримуєте» (WYSIWYG), який означає, що користувач відразу бачить документ на екрані, як тільки він з'явиться на друкованій сторінці. LaTeX, навпаки, втілює принцип «Те, що ви отримуєте, це те, що ви маєте на увазі» (WYGIWYM), який передбачає, що документ не відображається безпосередньо на екрані і зміни, такі як налаштування формату, не відразу видно [3].

LaTeX залишається незамінним потужним текстовим редактором, який допомагає студентам, науковцям та всім, хто працює з професійним оформлення текстів. Попри складність освоєння, його переваги значно перевершують традиційні текстові редактори.

Література

1. Азаренков В. І. Кирилиця в LATEX. Проблеми. Успіхи. Практика / В. І. Азаренков // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології. Сучасний стан: монографія. Харків: ТОВ "Друкарня Мадрид", 2023. – С. 68-99.

2. Романів Олег. Верстаємо диплом красиво. LaTeX. URL: <http://mmf.lnu.edu.ua/algstu/392>.

3. Knauff M., Nejasnic J. An Efficiency Comparison of Document Preparation Systems Used in Academic Research and Development. *PLoS ONE*. 2014. Vol. 9, no. 12. P. e115069. URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0115069> (date of access: 24.03.2025).

МОЖЛИВОСТІ C++ ДЛЯ РОЗПАРАЛЕЛЮВАННЯ. OPENMP. CUDA.

Сорока Катерина Анатоліївна, soroka.kateryna@student.uzhnu.edu.ua

студентка 1 курсу, спеціальність 113 Прикладна математика

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

Вступ. Для сучасних обчислювальних задач вимагається велике навантаження на наявні потужності, що робить розпаралелювання важливим напрямком у сфері високопродуктивних обчислень. Використання GPGPU (general-purpose computing on graphics processing units) дозволяє значно прискорити розрахунки завдяки десяткам потоків, які працюють паралельно. Однією з ключових технологій для розпаралелювання обчислювальних задач є CUDA, спеціалізована платформа від NVIDIA. Проте, якщо апаратне забезпечення не підтримує CUDA, альтернативним підходом є використання OpenMP, онлайн сервісів або бібліотеки для паралельних обчислень. У даній роботі розглядається множення матриць, як один із класичних прикладів розпаралелювання обчислень.

Множення матриць: порівняння CUDA та OpenMP. Як зазначено в [1], OpenMP реалізує паралельні обчислення за допомогою багатопотоковості. Головний (master) потік створює набір «підпорядкованих» (slave) потоків, між якими розподіляється задача. Потоки виконуються паралельно на багатопроцесорній машині, причому кількість процесорів не обов'язково має бути більша або рівна за кількість потоків [1].

Керуючись працею [2], можна зрозуміти природу ще одного підходу до розпаралелювання. В 2006 році компанія Nvidia випустила графічний процесор GeForce 8800 GTX з архітектурою GPGPU та відповідне програмне забезпечення. CUDA основана на тісній взаємодії CPU (який називають host) і GPU (який називають device). І в CPU, і в GPU можуть паралельно виконуватись потоки. Однак між ними існують суттєві відмінності. Для створення потоків CPU необхідні значні ресурси та час, тому їх може бути небагато (1–2 потоки на ядро). В GPU навпаки: можуть бути задіяні тисячі потоків, оскільки вони швидко створюються. [2]

Практична реалізація. У межах дослідження було реалізовано множення матриць. Вхідні дані – дві квадратні матриці розмірністю 100×100 , 400×400 , 700×700 та 1000×1000 . Було проведено вимірювання часу виконання та порівняння результатів між послідовним та паралельним множенням. Результати представлені у таблиці 1 та на графіку 1. Конфігурація комп'ютера, на якому проводилися обчислювальні експерименти: 12th Gen Intel(R) Core(TM) i5-1235U 1.30 GHz, 16,00 GB RAM. Наявні 10 ядер та 12 потоків, з яких реально використовувалися тільки 8.

Табл. 1. Результати обчислень

№	Розмір матриці	мінімальний час множення		середній час множення		максимальний час множення		Коефіцієнт швидкості середнього часу
		посл.	паралел.	посл.	паралел.	посл.	паралел.	
1	100*100	0,0203	0,0030	0,0261	0,0032	0,0308	0,0070	8,0657
2	400*400	1,3743	0,2145	1,5027	0,2235	1,5879	0,2332	6,7235
3	700*700	20,7040	3,4762	29,3560	3,5285	31,0406	3,6312	8,3197
4	1000*1000	39,6506	4,6871	66,4658	8,4369	71,3274	11,3227	7,8780
Середній коефіцієнт швидкості								7,74671

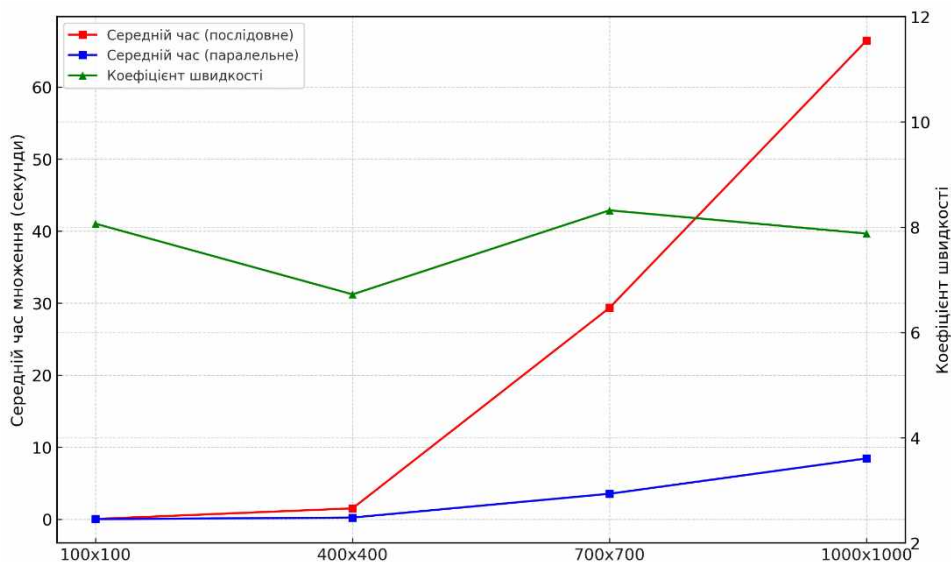


Рис. 1. Графічне представлення результатів дослідження

Висновки. Результати експериментів підтверджують, що використання розпаралелення OpenMP дозволяє суттєво зменшити час виконання операцій, які можна виконати незалежно від попередніх значень. У практичному експерименті було проведено 20 ітерацій на обчислення матриць різних розмірностей та виявлено, що швидкість паралельного обчислення приблизно у 8 разів більша у порівнянні з послідовним. Тобто використано всі 8 виділених операційною системою потоків. У майбутніх дослідженнях планується провести схожі дії на справжньому процесорі від AMD та задіяти технологію CUDA у паралельних обчисленнях матриць для порівняння цих двох незалежних технологій. Впевнено можемо стверджувати, що розпаралелення є ефективним підходом як до операції множення матриць, так і до багатьох задач з життя, та зберігає багато цінного людського часу.

Література

1. Коцовський В. М. Теорія паралельних обчислень: навч. посіб. ДВНЗ «Ужгородський національний університет». Ужгород : ПП «АУТДОР-Шарк», 2021. 188 с.
2. Семеренко, В. П. С34 Технології паралельних обчислень: навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2018. 104 с.

РЕАЛІЗАЦІЯ ДИНАМІЧНОЇ 3D-ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ C++

Тегза Максим Мирославович, tehza.maksym@student.uzhnu.edu.ua

студент 1 курсу, спеціальність 113 Прикладна математика

Науковий керівник: к.ф.-м.н., ст. викл. Градинар І. П.

Тривимірна комп'ютерна графіка є невід'ємною частиною сучасних інформаційних технологій. Вона широко застосовується у розробці ігор, медицині, інженерії, архітектурі, візуалізації наукових даних тощо [1]. Ефективне створення тривимірних об'єктів потребує не лише апаратної частини, а й програмного забезпечення. Однією з ключових мов для візуалізації є C++, яка завдяки своїй ефективності й гнучкості дозволяє повноцінно працювати з графічними API. Метою роботи було вивчення особливостей візуалізації динамічного кубу за допомогою OpenGL та допоміжних бібліотек [2,3].

Чому OpenGL? C-подібні мови програмування використовуються у візуалізації через їх гнучкість, швидкість та динамічну роботу з пам'яттю. Основним графічним API для цього дослідження був OpenGL, тому що він є кросплатформенний, підтримує сучасні графічні можливості, дає повний контроль над процесом рендерингу та сумісний з іншими бібліотеками, а саме: GLFW, GLEW, GLM [2].

OpenGL. Теорія та особливості практичної реалізації. Основний об'єкт у даному дослідженні – куб. У OpenGL тривимірні об'єкти складаються з примітивів, найчастіше з трикутників. Процес рендерингу куба складається з кількох етапів:

- **Опис вершин.** Куб має 8 кутів, кожна точка, яких складається з 3 координат, визначених в інтервалі від [-1, 1]. Далі, так як рендеринг важкого об'єкта виконується за допомогою трикутників, потрібно розділити кожную грань на 2 трикутника, кожен з яких має по 3 вершини: 12×3 , загалом 36 вершин, якщо не враховувати співпадіння точок [1].

- **Можливі проблеми новачків.** Під час роботи я зіштовхнувся з такою проблемою: мій об'єкт мав у собі чорні плями. Як виявилось, вони з'являлися через неправильне з'єднання індексів вершин трикутників, тобто замість 0,1,2,2,3,0 використано інший порядок, що призвело до неправильного малювання куба [1,3].

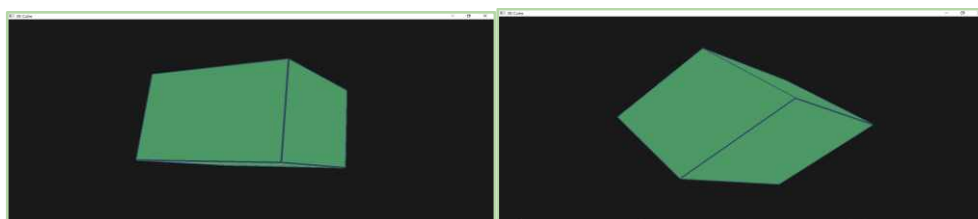
- **Завантаження даних у графічну пам'ять.** Задані координати передаються в **Vertex Buffer Object (VBO)** – буфер, який зберігає вершини у пам'яті відеокарти. Для керування даними використовується **Vertex Array Object (VAO)**. VAO потрібне для зручнішого зчитування інформації з VBO. Крім того, використовується **Element Buffer Object (EBO)**, який працює з індексованою графікою, тобто замість повторного вказування вершин трикутників, він запам'ятовує їх і використовує, коли потрібно [3].

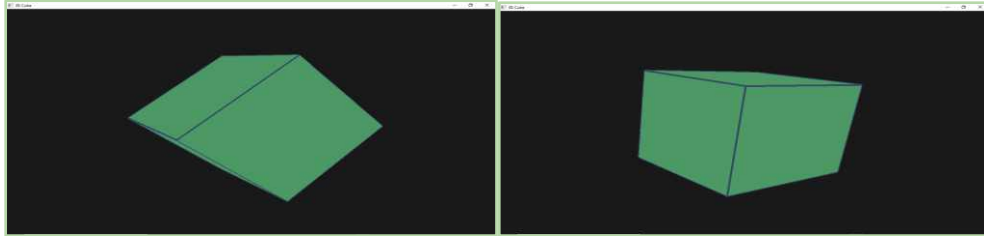
- **Обробка шейдерами.** Шейдери – це програми, які конвертують вхідні дані у вихідні. Мовою програмування шейдерів є мова GLSL. OpenGL використовує такі шейдери для обробки:

1. **Vertex Shader** трансформує координати вершин (наприклад, з урахуванням положення камери чи масштабу).
2. **Fragment Shader** визначає, який колір має кожен піксель об'єкта [1,3].

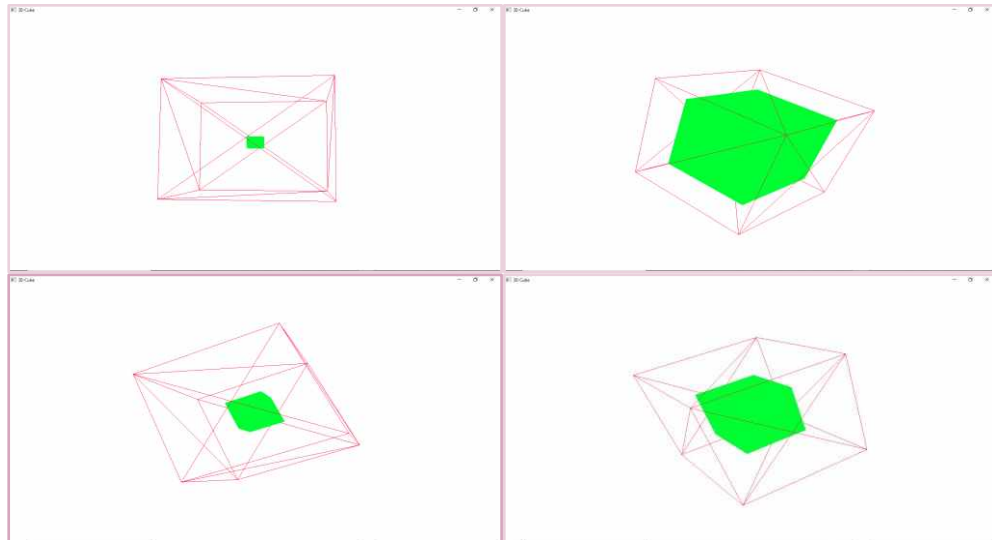
- **Формування зображення.** Після обробки GPU малює трикутники, які об'єднуються в куб.

Результати практичного застосування OpenGL. Наведемо приклади результатів роботи бібліотек візуалізації. Першим прикладом є динамічний куб з виділеними ребрами.





Ще одним прикладом є куб, який створений з ребер, всередині якого присутній ще один маленький куб, який динамічно змінює свій розмір, періодично збільшуючись і зменшуючись (пульсування).



Висновки та майбутні тести. Отже, C++ демонструє хороші можливості у сфері візуалізації. Особливо з використанням OpenGL дана мова є досить продуктивною, а для простих задач не потребує потужних апаратних забезпечень. Була поставлена мета вивчити базові можливості візуалізації та їх особливості. Важливо розуміти, що для візуалізації за допомогою OpenGL потрібні примітиви, особливо для більш складних 3D-об'єктів. У майбутньому планується створити сцену з багатьма динамічними об'єктами, перевірити на продуктивність та порівняти з графічним API «Vulkan» [1,2].

Література

1. Журавчак Л. М., Левченко О. М. Програмування комп'ютерної графіки та мультимедійні засоби. Вінниця : ВНТУ, 2019. 278 с.
2. Angel E., Shreiner D. Interactive Computer Graphics: A Top-Down Approach with Shader-Based OpenGL. 7th ed. Pearson, 2015. 730 p.
3. Shreiner D., Sellers G., Kessenich J., Licea-Kane B. OpenGL Programming Guide: The Official Guide to Learning OpenGL, Version 4.5 with SPIR-V. 9th ed. Addison-Wesley, 2016. 976 p.

ОГЛЯД ФРЕЙМВОРКІВ PYTHON ДЛЯ РОЗРОБКИ ВЕБ ЗАСТОСУНКІВ

Шулла Андрій Богданович, shulla.andrii@student.uzhnu.edu.ua

студент 2 курсу, спеціальність 113 Прикладна математика

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

Python є одною із найпопулярніших та гнучких мов програмування для розробки веб-додатків, завдяки зрозумілому синтаксису, великій кількості бібліотек та активній спільноті розробників. Завдяки своїй універсальності Python використовується як для розробки невеликих веб-додатків, так і для складних, масштабованих систем. Однією з ключових переваг цієї мови є широкий вибір веб-фреймворків, що спрощують створення серверних додатків. Серед найпопулярніших – Django, Flask і FastAPI. Кожен із них має свої переваги та підходить для різних завдань.

Django – це повноцінний веб-фреймворк, який дозволяє розробникам зосередитися на бізнес-логіці додатків, а не витратити час на базові налаштування. Він пропонує розробникам готові інструменти для роботи з базами даних (ORM) [1], автентифікації, управління сесіями, маршрутизації та іншими важливими аспектами веб-розробки. Django найкраще підходить для створення складних веб-додатків, які вимагають чіткої структури та швидкого розгортання.

Flask – мікрофреймворк, який забезпечує розробника мінімальною базовим набором бібліотек для веб-додатків [2]. Його основна перевага – гнучкість: розробник сам обирає, які додаткові інструменти йому потрібні. Це робить Flask ідеальним вибором для малих проектів, або тих, що потребують кастомізації.

FastAPI – це сучасний веб-фреймворк, орієнтований на використання асинхронних моделей виконання корутин (async/await) [3], що дозволяє йому більш ефективно обробляти множинні запити без блокування потоків. Він має вбудовану підтримку OpenAPI та автоматичної генерації документації. FastAPI підходить для створення високонавантажених API-сервісів, які потребують низької затримки та високої продуктивності. Крім того, FastAPI активно використовує типізацію Python, що дозволяє автоматично виконувати перевірку правильності вхідних даних та відповідей. Для цього фреймворк інтегрується з бібліотекою Pydantic, яка відповідає за валідацію та серіалізацію даних [4]. Такий підхід зменшує кількість потенційних помилок, підвищує надійність коду та прискорює розробку.

Література

1. Django introduction - Learn web development MDN. *MDN Web Docs*. URL: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Learn_web_development/Extensions/Server-side/Django/Introduction (date of access: 09.04.2025).
2. Application of Flask for Lite-Library Management System. *International Journal with DOI Publication fee under 500 IJRPR. High impact factor, Fast Publication Journal, Index in Major Database*. URL: <https://ijrpr.com/uploads/V5ISSUE3/IJRPR23958.pdf> (date of access: 05.04.2025).
3. Rasulov H. R. FASTAPI: A MODERN WEB FRAMEWORK FOR PYTHON | *International journal of scientific researchers (IJSR) INDEXING. Worldly Journals*. URL: <https://worldlyjournals.com/index.php/IJSR/article/view/6597> (date of access: 02.04.2025).
4. Welcome to Pydantic - Pydantic. URL: <https://docs.pydantic.dev/latest/> (date of access: 13.04.2025).