МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра комп'ютерних наук

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

на тему: **«МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ АЛГЕБРИ У ВИКЛАДАННІ ІНФОРМАТИКИ»**

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.0143-ін-з-дп
спеціальності 014.09 Середня освіта (Інформатика)
(шифр і назва спеціальності)
освітньої програми Середня освіта (Інформатика)
(назва освітньої програми)
Г. К. Швець
(ініціали та прізвище)
Керівник доцент кафедри комп'ютерних наук, доцент, к.т.н. Борю С. Ю.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)
Рецензент завідувач кафедри програмної інженерії, доцент, к.ф.-м.н. А. О. Лісняк
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя – 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет математичний

Кафедра комп'ютерних наук

Рівень вищої освіти магістр

Спеціальність 014.09 Середня освіта (Інформатика)
(шифр і назва)

Освітня програма Середня освіта (Інформатика)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри комп'ютерних наук,
д.т.н., професор

_____ Шило Г.М.
(підпис)

" ____ " _____ 2025 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

Швецю Григорію Костянтиновичу
(прізвище, ім'я та по-батькові)

1. Тема роботи Методика використання комп'ютерної алгебри у викладанні інформатики

керівник роботи Борю Сергій Юрійович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я та по-батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від « 01 » березня 2024 року № 384-с

2. Строк подання студентом роботи 19.02.2025

3. Вихідні дані до роботи 1. Постановка задачі.
2. Перелік літератури.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
1. Аналіз.
1. Проєктування.
3. Реалізація, розробка.
4. Результати впровадження

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) презентація

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 02.03.2024

К А Л Е Н Д А Р Н И Й П Л А Н

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Розробка плану роботи.	15.04.2024	
2.	Збір вихідних даних.	15.05.2024	
3.	Обробка методичних та теоретичних	30.06.2024	
	джерел.		
4.	Розробка першого та другого розділу.	31.08.2024	
5.	Розробка третього розділу.	30.09.2024	
6.	Розробка четвертого розділу.	15.11.2024	
7.	Оформлення та нормоконтроль		
	кваліфікаційної роботи магістра.	22.12.2024	
8.	Захист кваліфікаційної роботи.	05.03.2025	

Студент _____ Г. К. Швець
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи _____ С. Ю. Борю
(підпис) (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ О. Г. Спиця
(підпис) (ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра «Методика використання комп’ютерної алгебри у викладанні інформатики»: 87 с., 16 рис., 1 табл., 22 джерела.

АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ, ЕКСПЕРИМЕНТ, ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ГРУПА, ЕФЕКТИВНІСТЬ МЕТОДИКИ, ГІПОТЕЗА, ЗБІР ДАНИХ, КОМП’ЮТЕРНА АЛГЕБРА (КА), КОНТРОЛЬНА ГРУПА, МЕТОДИКА.

Об’єкт дослідження – процес викладання інформатики з використанням комп’ютерної алгебри.

Мета роботи: Розробити та впровадити методику використання комп’ютерної алгебри у викладанні інформатики для покращення засвоєння учнями математичних понять та підвищення ефективності навчального процесу.

Метод дослідження: Аналіз літератури – для визначення теоретичних основ та існуючих підходів до використання комп’ютерної алгебри в освіті. Педагогічний експеримент – для перевірки ефективності запропонованої методики. Порівняльний аналіз – для вивчення можливостей різних систем комп’ютерної алгебри (СКА) та вибору оптимального інструменту. Статистичний аналіз – для оцінювання результатів експерименту та визначення впливу КА на якість навчання.

SUMMARY

Master's Qualifying Theses «Methods of Using Computer Algebra in Teaching Computer Science»: 87 pages, 16 figures, 2 tables, 1 references, 22 supplements.

ANALYSIS OF THE RESULTS, EXPERIMENT, EXPERIMENTAL GROUP, EFFECTIVENESS OF THE METHODOLOGY, HYPOTHESIS, DATA COLLECTION, COMPUTER ALGEBRA (KA), CONTROL GROUP, METHODOLOGY.

Object of the study – to develop and implement a methodology for using computer algebra in teaching computer science to improve students' learning of mathematical concepts and increase the efficiency of the educational process. .

Aim of the study: to develop and implement a methodology for using computer algebra in teaching computer science to improve students' learning of mathematical concepts and increase the efficiency of the educational process.

Methods of research: Literature analysis – to determine the theoretical foundations and existing approaches to the use of computer algebra in education. Pedagogical experiment – to test the effectiveness of the proposed methodology. Comparative analysis – to study the capabilities of different computer algebra systems (CAS) and to select the optimal tool. Statistical analysis – to evaluate the results of the experiment and determine the impact of CAA on the quality of learning.

ЗМІСТ

Завдання на кваліфікаційну роботу 2
Реферат 4
Summary 4
Вступ 8
1 Аналіз 10
1.1 Огляд основних можливостей сучасних систем комп'ютерної алгебри ... 10
1.2 Аналіз завдань викладання інформатики з використанням ска 16
1.3 Порівняльний аналіз сучасних ска для розв'язання задач викладання інформатики 19
1.4 Постановка завдання дослідження 22
2 Проєктування 25
2.1 Детальний огляд ска geogebra та підходи її використання на уроках інформатики 25
2.2 Завдання вчителя у викладанні інформатики з використанням geogebra . 27
2.3 Розробка інформаційної моделі освітнього процесу з використанням geogebra 29
2.4 Розробка алгоритму виконання завдань і лабораторних робіт з використанням ка 34
3 Реалізація, розробка 41
3.1 Реалізація та розробка методики з використанням комп. алгебри 41
3.1.1 Аналіз навчальної програми та планування інтеграції ка 41
3.1.2 Розробка навчальних завдань та лабораторних робіт 46
3.1.3 Інтеграція ка у структуру уроку 51
3.2 Розробка уроку 59
3.3 Розробка лабораторної роботи 63
4 Результати впровадження 67
4.1 Проведення педагогічного експерименту 67

4.1.1 Планування експерименту 67
4.1.2 Етапи експерименту 69
4.1.3 Збір та аналіз результатів експерименту 76
4.2 Збільшення рівня засвоєння знань 79
4.3 Покращення практичних навичок та інтересу до предмета 80
4.4 Розвиток критичного мислення та самостійності 81
Висновки 84
Перелік посилань 86

ВСТУП

Використання комп’ютерної алгебри (КА) у викладанні інформатики стає дедалі актуальнішим завдяки своїм численним перевагам. В СКА, учні можуть візуалізувати математичні поняття та алгоритми що допоможе краще зрозуміти складні теми. Автоматизувати рутинні обчислення, щоб звільнити час для вивчення складніших концепцій. Створення інтерактивних вправ для більшого зацікавлення учнів. Загалом це може призвести до покращення результатів навчання та збільшити зацікавленість до предмета здобувачами освіти.

Метою цієї роботи є розробка ефективної методики використання комп’ютерної алгебри (КА) для покращення процесу викладання інформатики та підвищення якості засвоєння студентами математичних понять та алгоритмів.

Завданням цієї роботи:

- провести огляд основних можливостей сучасних систем комп’ютерної алгебри (СКА);
- провести аналіз основних завдань викладання інформатики з використанням СКА;
- визначити основні переваги та недоліки різних систем КА провести порівняльний аналіз обраних систем КА;
- обґрунтувати вибір СКА як основного інструменту для дослідження;
- розробити модель навчального процесу з використанням КА;
- розробити алгоритми виконання завдань і лабораторних робіт з використанням КА;
- інтегрування використання КА в структурі уроку;
- провести експериментальне дослідження;
- проаналізувати отримані дані.

Об’єктом дослідження цієї роботи є процес викладання інформатики з

використанням комп’ютерної алгебри (КА).

Предметом дослідження даної роботи є методика використання комп’ютерних алгоритмів у викладанні інформатики, яка охоплює теоретичні основи їх застосування в освітньому процесі, розробку навчальних матеріалів, методику впровадження в навчальний процес та оцінку ефективності використання системи комп’ютерної алгебри.

У ході дослідження будуть використовуватися такі методи: аналіз літератури, педагогічний експеримент, метод порівняльного аналізу: метод статистичного аналізу

Актуальність дослідження обумовлюється зростанням ролі КА в сучасних наукових дослідженнях та практиці. Необхідністю модернізації методів викладання інформатики. Потенціалом КА для покращення засвоєння студентами математичних понять та алгоритмів. Можливістю використання КА для автоматизації рутинних обчислень та створення інтерактивних навчальних середовищ.

Новизна цього дослідження полягає в розробці та експериментальній перевірці методики використання конкретної системи комп’ютерної алгебри для викладання інформатики. Хоча існують дослідження щодо використання КА в освіті загалом, розробки методик для інформатики, є відносно рідкісними.

Теоретична значущість дослідження полягає в розширенні теоретичних уявлень про використання КА в освітньому процесі, розробці нових методичних підходів до викладання інформатики з використанням КА.

Практична значущість дослідження полягає в розробці методичних рекомендацій щодо використання КА у викладанні інформатики, , підвищенні якості підготовки фахівців з інформатики.

1 АНАЛІЗ

1.1 Огляд основних можливостей сучасних систем комп’ютерної алгебри

Система комп’ютерної алгебри[1] – це програмний інструмент, призначений для виконання математичних обчислень символічного характеру. На відміну від традиційних калькуляторів або числових програм, які працюють з числами, СКА оперують з математичними формулами та виразами як з цілісними об’єктами.

Системи комп’ютерної алгебри[2] можна класифікувати за різними критеріями, що дозволяє краще орієнтуватися в їх різноманітті та вибрати оптимальний інструмент для конкретних завдань.

За типами розв’язуваних задач СКА можна поділити на (див. рис.1.1):

– загального призначення;
– спеціалізовані;
– комбіновані.



Рисунок 1.1 – Поділ СКА за типами розв’язування задач

СКА загального призначення охоплюють широкий спектр математичних операцій: символічні обчислення (диференціювання, інтегрування, розв’язання рівнянь тощо), чисельні методи (розв’язання систем рівнянь, статистичний аналіз), візуалізацію даних і результатів обчислень. Яскравими прикладами СКА загального призначення є Mathematica та Maple

[3,4]. Вони надають користувачам потужний інструментарій для вирішення широкого кола математичних задач, що виникають у різних галузях науки й техніки.

Спеціалізовані системи орієнтовані на вузьку область застосування. Наприклад, існують СКА, для статистичного аналізу даних (R, SAS, SPSS[5]), обробки сигналів (MATLAB, Scilab[6,7]) або фізичних розрахунків (MapleSim, Wolfram SystemModeler [8,9]). Такі системи часто мають більш глибоку інтеграцію з відповідними галузями знань і надають спеціалізовані інструменти, оптимізовані для вирішення конкретних типів задач.

Комбіновані СКА поєднують в собі можливості систем загального призначення та спеціалізованих систем. Вони дозволяють виконувати як складні математичні обчислення, так і спеціалізовані аналізи. Такий підхід надає користувачам більшу гнучкість і дозволяє розв’язати комплексні задачі, що вимагають використання різних математичних методів.

За типом ліцензії СКА[2] поділяють на (див. рис. 1.2):

– комерційні;
– вільні та відкриті;
– умовно безкоштовні;



Рисунок 1.2 – Поділ СКА за типами ліцензії

Комерційні системи розповсюджуються на платній основі та зазвичай мають широкий функціонал, активну підтримку розробників та регулярні оновлення. Прикладами комерційних СКА є Mathematica, Maple та MATLAB[3,4,6].

Вільні та відкриті системи доступні для всіх, що дозволяє користувачам

вивчати, модифікувати та поширювати їх. Прикладами вільних СКА є SageMath, Maxima та Octave[10,11,12]. Такі системи, як правило, мають велику спільноту користувачів, що сприяє їхньому розвитку.

Умовно безкоштовні: Ці системи можуть бути використані безплатно для певних цілей (наприклад, для освітніх або дослідницьких проєктів), але для комерційного використання може вимагатися ліцензія.

За платформою СКА можуть бути (див. рис.1.3):

– десктопні;
– вебсервіси;
– мобільні.

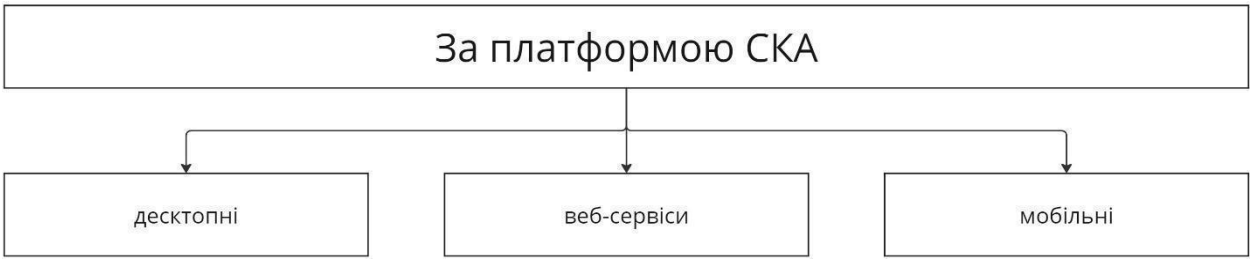


Рисунок 1.3 – Поділ СКА за типами ліцензії

Десктопні СКА що встановлюються на персональний комп’ютер.

Вебсервіси доступ до таких систем здійснюється через веббраузер, що дозволяє використовувати їх з будь-якого пристрою з підключенням до Інтернету.

Мобільні СКА розроблені додатки для смартфонів та планшетів, що дозволяють виконувати математичні обчислення в дорозі.

Системи комп’ютерної алгебри (СКА) стали важливим інструментом у різних галузях науки та техніки. Вони здатні виконувати широкий спектр математичних операцій, що робить їх незамінними в дослідженнях, розробках та виробництві. Сучасні СКА перетворюють складні обчислення на доступні та зрозумілі рішення, дозволяючи дослідникам і інженерам зосередитися на творчих аспектах своєї роботи, а не на обчислювальних деталях.

Ключові можливості сучасних СКА[13] (див. рис.1.4):

- спрощення алгебраїчних виразів до стандартних форм, у тому числі автоматичне спрощення;
- часткове і повне диференціювання;
- розв’язок багатьох визначених та невизначених інтегралів (в тому числі багатовимірних інтегралів);
- розв’язок лінійних і деяких нелінійних рівнянь;
- розв’язок багатьох диференціальних та різницевих рівнянь;
- інтегральні перетворення;
- операції з матрицями;
- статистичні обчислення;
- автоматичне доведення та перевірка теорем;
- експорт оптимізованого коду в інші мови програмування.

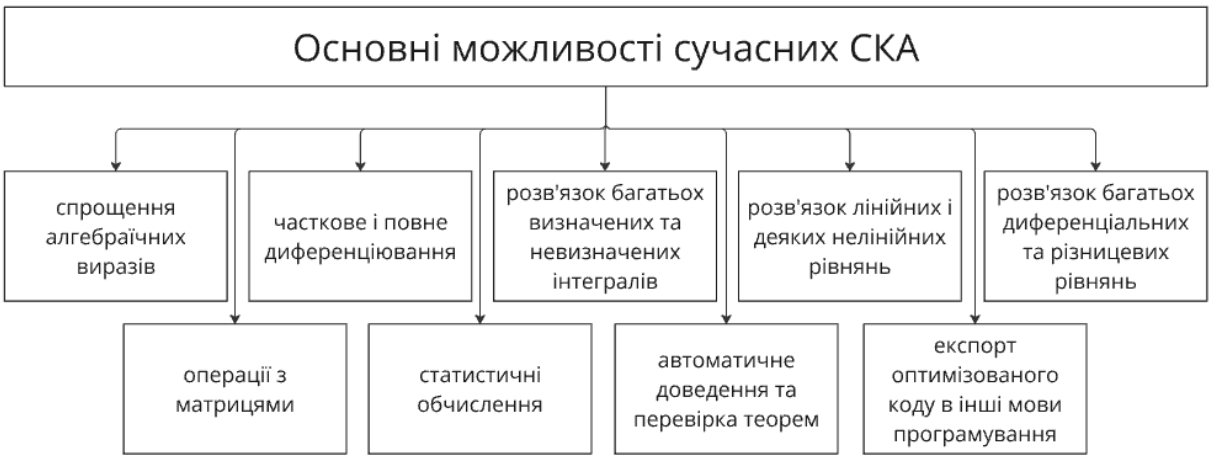


Рисунок 1.4 – Ключові можливості сучасних СКА

Однією з найбільш основних функцій, що реалізують СКА, є спрощення алгебраїчних виразів до стандартних форм. Це містить автоматичне спрощення, що дозволяє зменшити складність виразів і зробити їх легшими для подальшої роботи. Наприклад, багато алгебраїчні маніпуляції, які раніше виконувалися вручну, тепер автоматизовані, що значно зменшує ймовірність помилок і підвищує ефективність розрахунків.

Комп’ютерні алгебраїчні системи також здатні виконувати часткове та

повне диференціювання, а також розв’язувати багато визначених та невизначених інтегралів, включаючи багатовимірні інтеграли. Ці можливості особливо корисні в математичному моделюванні, де часто необхідно знаходити похідні та інтеграли функцій, що описують фізичні та інженерні процеси. Як заявляє математик Рудольф Кастен, "без сучасних Систем Комп’ютерної Алгебри, розв’язання навіть простих математичних задач потребувало б надто багато часу і зусиль".

Сучасні СКА здатні розв’язувати як лінійні, так і деякі нелінійні рівняння, що є ключовим аспектом у багатьох областях досліджень. Завдяки цим системам, науковці можуть швидко отримувати результати, які раніше вимагали б тривалих ручних обчислень. Важливість цих функцій підкреслюється численними науковими дослідженнями, де багаторазові розв’язки рівнянь є критично важливими для виконання експериментів та аналізу.

Розв’язання багатьох диференціальних та різницевих рівнянь ставить перед СКА нові виклики, але сучасні алгоритми справляються з цим завданням з надзвичайною ефективністю. Інтегральні перетворення, такі як перетворення Лапласа або Фур’є, дозволяють проводити комплексний аналіз систем і отримувати результати за обмежений час.

Не менш важливими є операції з матрицями, які знадобляться для виконання багатьох обчислень у лінійній алгебрі та статистичному аналізі. СКА автоматизують ці операції, що робить їх доступними навіть для менш досвідчених користувачів. Статистичні обчислення, такі як кореляція та регресійний аналіз, також зазнали значних поліпшень завдяки комп’ютеризації, що дозволяє вченим швидко виконувати глибокі числові аналізи.

У світі математики автоматичне доведення та перевірка теорем відкривають нові горизонти для досліджень. Сучасні СКА можуть проводити автоматизовані доведення математичних тверджень, що підвищує точність і надійність результатів. Ці можливості є незамінними при проведенні складних

теоретичних досліджень, де людський фактор може призвести до помилок.

Останній, але не менш важливий аспект – це експорт оптимізованого коду в інші мови програмування. Це забезпечує інтеграцію математичних рішень у програмні системи, які використовуються в практичних додатках. Результати, отримані під час роботи з СКА, можуть бути ефективно використані в програмному забезпеченні, що підвищує продуктивність і знижує час на розробку.

В цілому, сучасні СКА є невіддільною частиною сучасних наукових досліджень та інженерних розробок. Вони пропонують потужний набір можливостей для спрощення, аналізу та моделювання, які вдосконалюють процеси на всіх етапах. Завдяки цим системам, математика стає більш доступною, а наукові відкриття – швидшими та точнішими. У майбутньому очікується подальший розвиток технологій, які ще більше розширять можливості СКА та зміцнять їхню роль у науці та техніці.

Системи комп’ютерної алгебри знайшли широке застосування у різних сферах людської діяльності. Їх потужні можливості з символічних обчислень, аналізу даних та моделювання роблять СКА незамінним інструментом для дослідників, інженерів, фінансистів та багатьох інших фахівців.

В наукових дослідженнях СКА можуть використовувати в фізиці, хімії, біології. Створюють та аналізують складні математичні моделі, що описують різноманітні фізичні явища, від руху планет до поведінки елементарних частинок. Аналітичні та чисельні розв’язання диференціальних рівнянь, що описують рух тіл, електромагнітні поля та інші фізичні процеси. Моделювання структури молекул, розрахування енергії зв’язків та передбачати властивості речовин. Аналіз геномних даних, біоінформатики та моделювання біологічних систем.

В Інженерії допомагають в проєктуванні, робототехніці. Для розрахунку міцності конструкцій, оптимізації геометрії деталей та аналізу напружень. моделювання динаміки автомобіля, розрахунку аеродинамічних характеристик та оптимізації паливної ефективності. КА використовують для

розрахунку навантажень на літальний апарат, аналізу його стійкості та керованості. Розрахунок оптимальної траєкторії руху роботів, уникаючи перешкод та забезпечуючи точність виконання завдань.

Також СКА використовують в різних сферах як фінансове моделювання, економетрика, розробка алгоритмів, комп'ютерна графіка та багато іншого.

1.2 Аналіз завдань викладання інформатики з використанням СКА

Викладання інформатики – це багатогранний процес, який спрямований на формування у здобувачів освіти не лише знань про комп'ютери та програмне забезпечення, але й на розвиток їхніх логічних, аналітичних та творчих здібностей.

Основні завдання викладання інформатики можна формалізувати наступним чином[14]. Здобувачі освіти повинні вміти розкладати складні задачі на простіші підзадачі, визначати послідовність дій для їх вирішення та представляти алгоритми у різноманітних формах (блок-схеми, псевдокод). За допомогою алгоритмів здобувачі освіти повинні вміти розв'язувати різноманітні задачі, починаючи від простих арифметичних операцій і закінчуючи складними математичними моделями. Оцінювати ефективність алгоритмів, визначати їхню складність та обирати оптимальні рішення для конкретних задач.

Опанувати синтаксис та семантику обраної мови програмування, вміти писати простий та ефективний код. Розробляти програми для розв'язання різних задач, від простих обчислень до створення складних програмних систем. Виявляти та виправляти помилки в програмах, використовуючи різні методи пошуку помилок.

Навчити розуміти математичні основи програмування, такі як логіка, теорія множин, алгебра, математичний аналіз. Будувати математичні моделі

реальних процесів та явищ, а також використовувати їх для розв’язання задач. Опанувати основні статистичні методи для збору, обробки та аналізу даних.

Розвиток інформаційної культури, а саме: вміти знаходити, оцінювати та використовувати інформацію з різних джерел. Зрозуміти основні загрози кібербезпеки та вміти захищати свої дані. Усвідомлювати соціальні та етичні аспекти використання інформаційних технологій.

Підготувати до професійної діяльності, надати уявлення про різноманітні професії, пов’язані з інформатикою. Навчити генерувати нові ідеї та знаходити нестандартні рішення. Спілкуватися та координувати свою діяльність з іншими учасниками проєкту.

Для досягнення поставлених завдань використовують практичні завдання, лабораторні роботи та проєктна діяльність здобувачів для розробки власних продуктів в команді. Не менш важливо використовувати сучасні технології та міжпредметні зв’язки.

Системи комп’ютерної алгебри стали незамінним інструментом у сучасному освітньому процесі, особливо в галузі інформатики. Їхні потужні можливості дозволяють ефективно вирішувати широкий спектр навчальних завдань, сприяючи глибокому розумінню математичних концепцій та розвитку алгоритмічного мислення.

СКА дозволяють наочно представляти алгоритми у вигляді блок-схем, графів та інших візуальних форм, що полегшує їх розуміння та аналіз. Спрощують алгебраїчні вирази, що дозволяє учням зосередитися на логіці алгоритму, а не на рутинних обчисленнях. Створювати інтерактивні моделі алгоритмів, що дає можливість учням експериментувати та спостерігати за їхньою роботою.

Вони можуть бути інтегровані з іншими програмними системами, що дозволяє здобувачам освіти отримувати доступ до великих обсягів інформації та даних. Допомагають учням освоїти навички роботи з даними, їх аналізу та візуалізації.

Для того, щоб СКА ефективно виконували свої освітні функції, вони

повинні відповідати певним вимогам (див. рис. 1.5). Розглянемо детальніше кожну з них.

Інтуїтивний інтерфейс який не вимагає від користувача глибоких знань в області програмування. Можливість наочного представлення математичних об’єктів та процесів є важливою умовою для ефективного навчання. Наявність інтерактивних підказок та довідкової інформації дозволить користувачам самостійно освоїти систему.

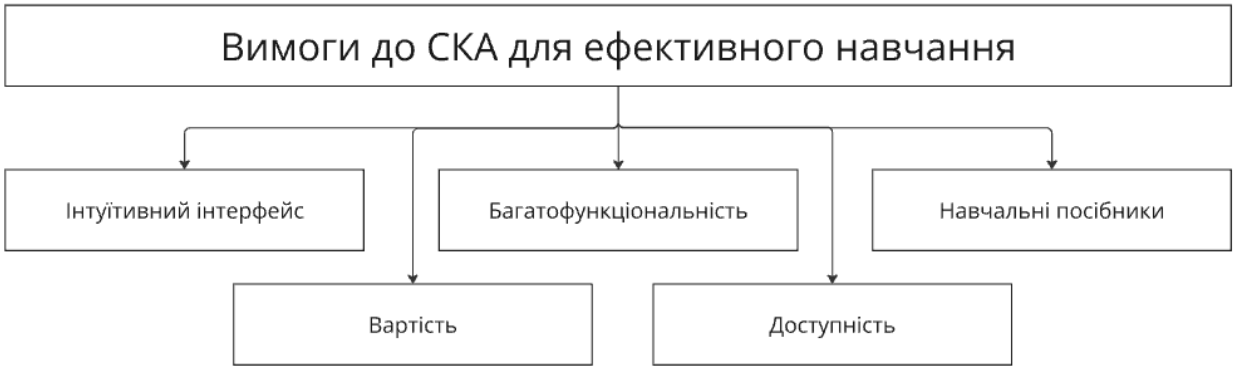


Рисунок 1.5 – Вимоги до СКА

СКА повинна бути багатофункціональною яка підтримує широкий спектр математичних операцій, включаючи алгебраїчні, тригонометричні, диференціальні та інтегральні обчислення. Можливість побудови графіків, діаграм та інших візуальних представлень даних є важливою для розуміння математичних концепцій. Підтримка різних мов програмування дозволить користувачам створювати власні алгоритми та розв’язувати складніші задачі.

Наявність прикладів, задач та навчальних посібників сприяє самостійному вивченню системи. Наявність активної спільноти користувачів, форумів та інших ресурсів для обміну досвідом.

Система повинна бути доступна на різних операційних системах та пристроях. З можливістю інтеграції з іншими програмними системами та освітніми платформами. Доступна вартість, або безкоштовні версії для освітніх установ.

1.3 Порівняльний аналіз сучасних СКА для розв’язання задач викладання інформатики

Вибір кожного критерія для порівняння СКА обґрунтований їхнім впливом на ефективність використання системи в освітньому процесі.

Широкий спектр математичних функцій дозволяє вирішувати різноманітні завдання, що виникають у навчальному процесі. Можливість візуалізації даних сприяє кращому розумінню математичних концепцій, а підтримка програмування дозволяє здобувачам освіти розвивати власні алгоритми.

Інтуїтивний інтерфейс, детальна документація та наявність підтримки сприяють швидкому освоєнню системи та підвищують ефективність роботи з нею.

Вартість системи є важливим фактором, особливо для навчальних закладів з обмеженим бюджетом. Наявність безплатних версій, або студентських ліцензій дозволяє зробити СКА доступною для більшої кількості користувачів.

Можливість використання системи на різних платформах та мовами інтерфейсу забезпечує її доступність для широкого кола користувачів.

Документація та спільнота користувачів є важливими ресурсами для навчання та розв’язання проблем.

Отже, для критеріїв порівняння було відібрано наступні критерії:

- функціональність;
- зручність використання;
- вартість;
- доступність;
- наявність документації та спільноти користувачів.

Складена таблиця (див. таб. 1.1) порівняння систем комп’ютерної алгебри (СКА) наочно демонструє переваги та недоліки різних програмних

продуктів, які можуть бути використані в освітньому процесі. Кожен рядок таблиці відповідає певній СКА, а кожна колонка – конкретному критерію порівняння.

Завдяки таблиці можна легко порівняти різні СКА за кількома важливими критеріями та вибрати найбільш підхідну систему для конкретних потреб навчального закладу.

Таблиця 1.1 – Порівняння СКА

Критерій	Wolfram Mathematica	Maple	MATLAB	GeoGebra	SageMath
Функціональність	Висока	Висока	Висока	Середня	Висока
Зручність використання	Середня	Середня	Середня	Висока	Середня
Вартість	Комерційна	Комерційна	Комерційна	Безплатний	Безплатний
Доступність	Багато платформ	Багато платформ	Багато платформ	Багато платформ	Багато платформ
Документація	Відмінна	Відмінна	Відмінна	Добра	Добра
Спільнота	Велика	Велика	Велика	Велика	Велика

Проаналізувавши представлену таблицю порівняння різних систем комп’ютерної алгебри (СКА), можна зробити важливий висновок: не існує універсальної СКА, яка б ідеально підходила для всіх завдань і користувачів. Кожна система має свої сильні та слабкі сторони, які залежать від її призначення, функціональності та аудиторії користувачів.

Однак, на основі проведеного аналізу ми можемо зробити такі узагальнені висновки про кожну з розглянутих СКА.

Wolfram Mathematica [3] (див. рис. 1.6) – потужний інструмент для наукових досліджень і складних математичних обчислень. Однак, її складний інтерфейс може відштовхнути початківців.

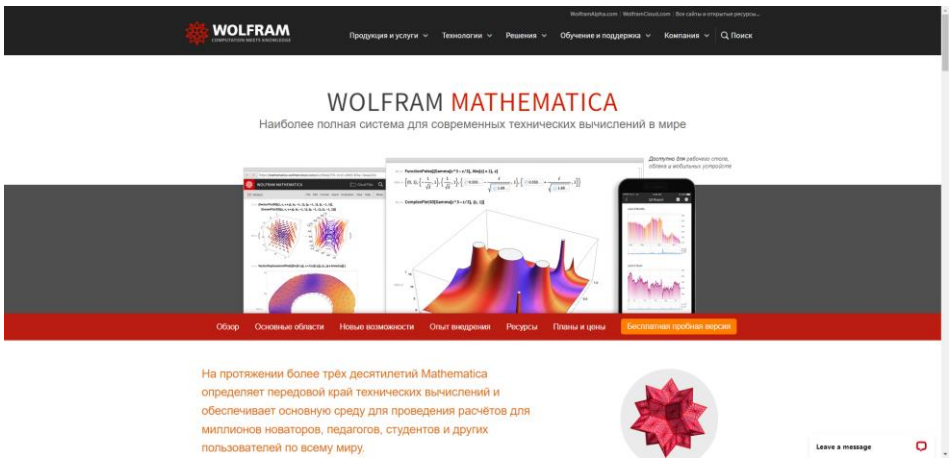


Рисунок 1.6 – Головна сторінка Mathematica

Maple [4] (див. рис 1.7)– також потужна система, яка добре підходить для інженерних розрахунків і має гарну візуалізацію.

MATLAB [6] (див. рис 1.8)– спеціалізована система для наукових обчислень і моделювання. Має широкий спектр інструментів для аналізу даних і розробки алгоритмів.

GeoGebra [15] (див. рис 1.9)– проста у використанні система, ідеально підходить для вивчення геометрії, алгебри та аналізу в школі та університетах.

SageMath [10] (див. рис 1.10)– безплатна система з відкритим кодом, яка пропонує широкий спектр математичних функцій. Добра альтернатива комерційним системам для тих, хто шукає гнучкість і можливість налаштувань.

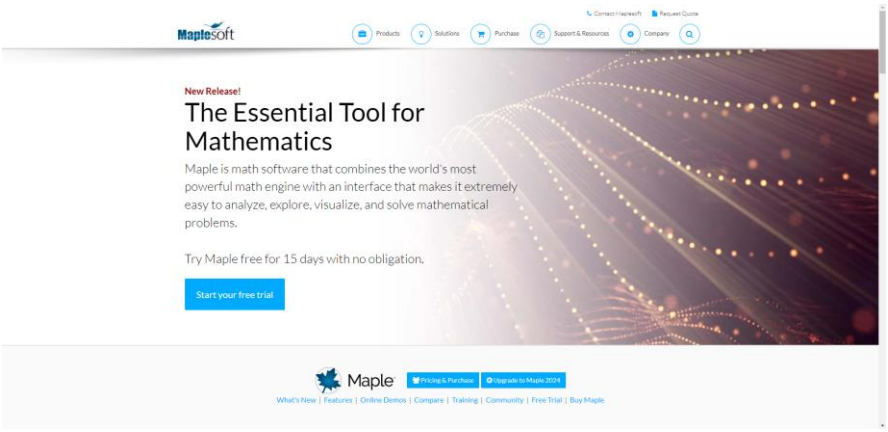


Рисунок 1.7 – Головна сторінка Maple

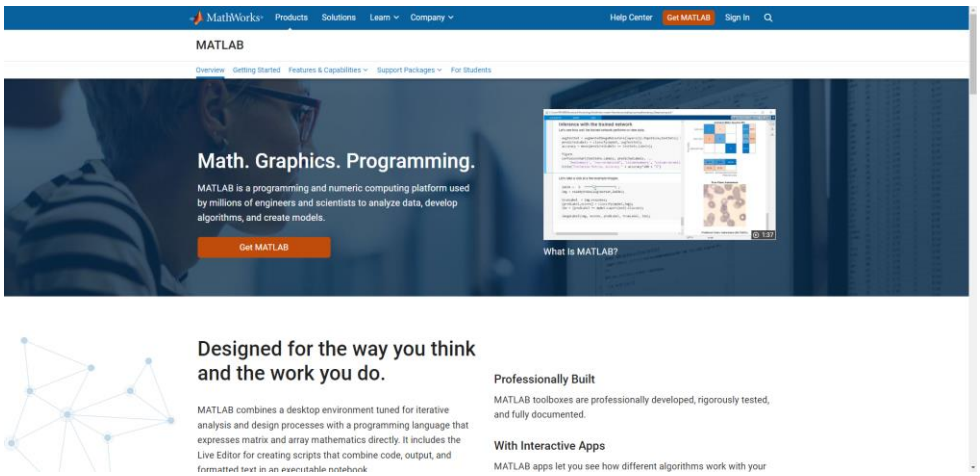


Рисунок 1.8 – Головна сторінка MATLAB

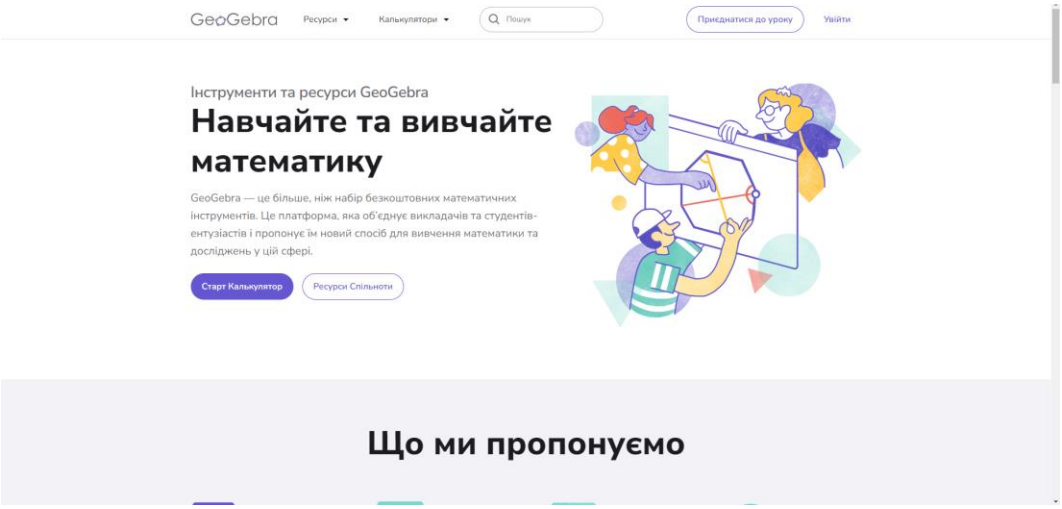


Рисунок 1.9 – Головна сторінка GeoGebra



Рисунок 1.10 – Головна сторінка SageMath

1.4 Постановка завдання дослідження

Візуалізація математичних об’єктів та процесів є ефективним засобом для глибшого розуміння абстрактних понять. Сучасні програмні засоби, такі як GeoGebra, надають широкі можливості для створення динамічних і інтерактивних візуалізацій.

Метою даної роботи є розробка методики використання комп’ютерної алгебри для покращення процесу викладання інформатики, а також підвищення якості засвоєння студентами математичних понять та алгоритмів. Для досягнення цієї мети передбачається вирішення кількох ключових завдань (див. рис. 1.11), кожне з яких спрямоване на забезпечення комплексного підходу до використання СКА у навчальному процесі.

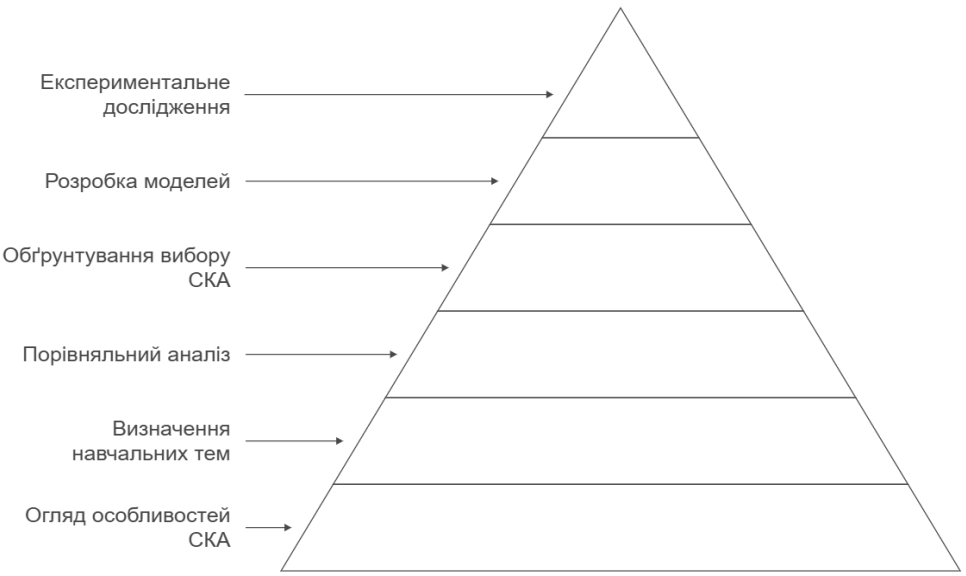


Рисунок 1.11 – Дослідження систем комп’ютерної алгебри

Першим завданням є огляд основних особливостей сучасних систем комп’ютерної алгебри. Це необхідно для того, щоб дослідити, якою мірою ці системи здатні задовольнити потреби комп’ютерної та математичної освіти. Особливу увагу буде приділено їх здатності та потенціалу створювати візуальні моделі математичних процесів.

Друге завдання – проаналізувати основні теми, для яких використання СКА в навчанні інформатики є доцільним та ефективним. Це включає в себе

визначення аспектів навчальної програми, де СКА можуть значно покращити розуміння учнів.

Третім етапом дослідження є порівняльний аналіз різних систем комп’ютерної алгебри на основі таких критеріїв, як функціональність, простота використання, вартість, зручність використання та документація. Такий аналіз допоможе виявити сильні та слабкі сторони різних програмних продуктів та обґрунтувати вибір найбільш придатного СКА для заданого питання дослідження.

Наступним завданням є обґрунтування вибору СКА як основного інструменту дослідження. Важливо визначити, яка система забезпечує найбільш ефективне візуальне та алгоритмічне представлення математичних понять і придатна для інтеграції в процес навчання інформатики.

Наступним етапом буде розроблено модель навчального процесу з використанням комп’ютерної алгебри. Ця модель включатиме алгоритми виконання завдань і лабораторних робіт, а також чіткий опис етапів навчання, на яких використання СКА є найбільш ефективним. Особлива увага приділяється інтеграції використання СКА в організацію уроків та способам активної взаємодії здобувачів освіти із системою під час навчального процесу.

Заключним етапом є експериментальне дослідження для перевірки ефективності розробленої методики. Наприкінці експерименту проводиться аналіз отриманих даних і робляться висновки про вплив використання СКА на якість навчання інформатики.

Таким чином, дослідження спрямоване на створення чіткої методологічної бази для використання комп’ютерної алгебри у навчанні інформатики з метою підвищення ефективності навчального процесу та покращення результатів навчання здобувачів освіти.

2 ПРОЄКТУВАННЯ

2.1 Детальний огляд СКА GeoGebra та підходи її використання на уроках інформатики

GeoGebra – популярна система комп’ютерної алгебри, яка активно використовується в навчальному процесі для вивчення математики та інформатики [16]. Поєднуючи геометрію, алгебру, чисельний аналіз та статистику в єдиному інструменті для побудови інтерактивних математичних моделей, GeoGebra пропонує унікальні можливості для використання в навчанні інформатики, включаючи алгоритми, візуалізацію даних та програмування (див. рис. 2.1).



Рисунок 2.1 – Використання GeoGebra на уроках інформатики

Однією з головних переваг використання GeoGebra на уроках інформатики є можливість динамічної візуалізації математичних моделей та алгоритмів. Учні можуть бачити в реальному часі, як змінюються дані під час виконання певного алгоритму, що сприяє кращому розумінню процесу.

Моделювання та анімація дозволяє учням створювати інтерактивні моделі та анімації, які дають змогу вивчати складні абстрактні поняття. Наприклад, вивчаючи алгоритми сортування, учні можуть візуалізувати, як відбувається обмін елементами масиву.

Наявність вбудованої мови програмування дозволяє учням створювати власні алгоритми та програми в середовищі GeoGebra. Що може сприяти розвитку навичок програмування та логічного мислення.

Це надає великий спектр використання КА на уроках інформатики. Алгоритмічна обробка даних GeoGebra можна використовувати для моделювання поведінки різних алгоритмів, таких як сортування, пошук та обчислення оптимальних шляхів. Це дозволяє наочно пояснити учням абстрактні процеси, які часто зустрічаються в програмуванні.

Вчителі можуть використовувати інструмент GeoGebra для створення інтерактивних навчальних завдань, де учні мають самостійно розв’язувати проблеми. Такий підхід може залучити учнів до процесу навчання та допомагати їм розвивати практичні навички програмування.

У курсах інформатики здобувачі освіти можуть використовувати даний інструмент для створення графіків та аналізу даних. Це важливий аспект програмування та роботи з великими масивами даних.

Таким чином за допомогою КА створити візуалізацію алгоритму сортування бульбашок, що дозволяє учням побачити процес заміни елементів масиву в реальному часі.

Функції динамічного моделювання можна використовувати для створення інтерактивних моделей фізичних процесів, таких як рух кульки по похилій площині, інтегруючи інформатику та фізику. Що буде також сприяти розвитку STEM освіти.

GeoGebra може допомогти розвитку критичного мислення та навичкам розв’язання проблем, надаючи учням можливість досліджувати складні абстрактні поняття за допомогою інтерактивних інструментів. Використання такого програмного забезпечення, як GeoGebra, може надати учням

можливість бачити результати своїх дій в режимі реального часу.

Тож GeoGebra є потужним інструментом для інтеграції інформатики та математики, а також інших природничих наук в освітній процес. Використання динамічного моделювання, алгоритмічної обробки даних та інтерактивних завдань може зробити навчання цікавішим та зрозумілим для здобувачів освіти та стати невід'ємною частиною сучасного викладання інформатики.

2.2 Завдання вчителя у викладанні інформатики з використанням GeoGebra

У сучасному світі, де технології відіграють важливу роль у всіх аспектах життя, вчителі інформатики виконують багато функцій, щоб ефективно використовувати інтерактивні інструменти. Для підтримки інтерактивного навчання і візуалізації вчителі виконують важливі функції [17] (див. рис. 2.2).



Рисунок 2.1 – Завдання вчителя на уроках інформатики

Перед початком уроку з використанням GeoGebra вчитель повинен підготувати чітко структуровані навчальні матеріали для здобувачів освіти. Навчальні матеріали містять:

– інтерактивні моделі для вивчення матеріалу уроку;

- вправи для самостійної роботи з використанням GeoGebra;
- практичні завдання, засновані на реальних сценаріях з використанням комп’ютерних наук, таких як моделювання і аналіз.

Важливо, щоб завдання були підготовлені таким чином, щоб усі здобувачі освіти, незалежно від їхнього рівня знань, могли їх зрозуміти.

GeoGebra дозволяє виконувати як індивідуальні, так і групові проєкти для розвитку навичок співпраці та командної роботи. Здобувачі освіти можуть працювати спільно, використовуючи програмне забезпечення для моделювання процесів і вирішення складних завдань.

Завдання вчителя – налаштувати роботу так, щоб кожен здобувач освіти був активно залучений і мав можливість працювати як самостійно, так і в групах. Важливо також забезпечити зворотній зв’язок щодо прогресу здобувачів освіти.

Одним з головних завдань вчителів є розвиток критичного мислення в здобувачів освіти, а GeoGebra їм дозволить самостійно аналізувати складні проблеми, моделювати різні сценарії та робити висновки на основі отриманих результатів. Вчителі повинні ставити правильні запитання та спрямовувати учнів на пошук найкращого способу вирішення проблеми.

GeoGebra – це не лише інструмент для вивчення математики та інформатики, але й потужний інструмент для розвитку інтересу здобувачів освіти до навчання. Вчителі повинні їх постійно мотивувати використовувати програму для розв’язування нових і цікавих задач та брати участь в активному навчальному процесі. Цього можна досягти наступними способами:

- підготовка цікавих, нестандартних завдань;
- залучення здобувачів освіти до участі в конкурсах та проєктах з використанням GeoGebra;
- акцентування уваги на практичному застосуванні знань, отриманих здобувачами освіти під час навчання.

Викликом для вчителів при викладанні інформатики з використанням GeoGebra є створення необхідних умов для ефективного навчання за

допомогою інтерактивних моделей, розвиток критичного мислення та самостійності учнів, а також постійна підтримка їх мотивації до навчання. Важливу роль також відіграє впровадження інноваційних методів і технологій, які дозволяють учням краще розуміти складні математичні та інформатичні поняття.

2.3 Розробка інформаційної моделі освітнього процесу з використанням GeoGebra

Основною метою інтеграції GeoGebra в освітній процес є підвищення ефективності викладання інформатики та стимулювання розвитку аналітичного мислення в учнів. Інструменти комп'ютерної алгебри, дозволяють учням візуалізувати складні математичні та алгоритмічні концепції. GeoGebra не тільки забезпечує інтерактивне середовище для виконання обчислень та створення графічних моделей, але й розвиває когнітивні та критичні навички, а також підвищує залученість учнів у навчальний процес [18].

Інтеграція СКА зосереджена на створенні активного навчального середовища, де здобувачі освіти можуть взаємодіяти з математичними моделями в режимі реального часу, експериментувати з параметрами та досліджувати наслідки своїх дій. Це заохочує аналітичне мислення, оскільки здобувачі освіти вчаться спостерігати за змінами й робити висновки на основі результатів.

Для досягнення мети інтеграції СКА в освітній процес було визначено кілька ключових викликів (див. рис.2.2).

Перший виклик полягає в розробці стратегії впровадження GeoGebra, яка зосереджується на візуалізації математичних та алгоритмічних понять. У цій галузі GeoGebra використовується для ілюстрації теоретичних і практичних аспектів інформатики. Завдяки візуалізації за допомогою

інтерактивних графічних моделей учні розвивають розуміння структури алгоритмів, того, як алгоритми працюють, і математичних принципів, що лежать в основі алгоритмів.

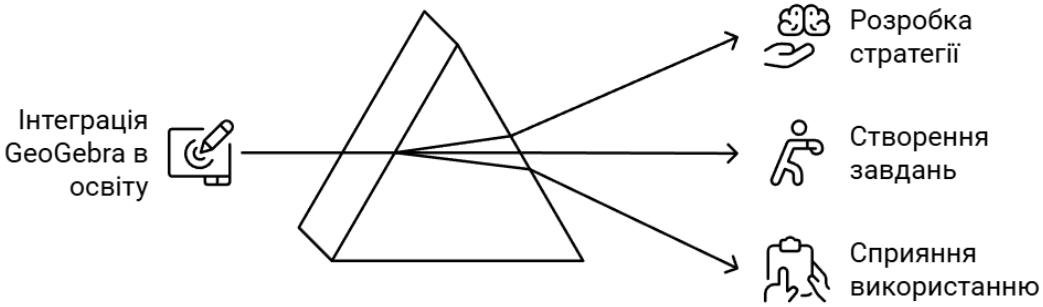


Рисунок 2.2 – Ключові виклики для інтеграції GeoGebra

Друге завдання полягає у створенні набору структурованих навчальних завдань і лабораторних робіт з використанням GeoGebra. Цей набір дозволяє здобувачам освіти закріпити свої теоретичні знання та розвинути практичні навички застосування інструментів комп'ютерної алгебри. Завдання повинні бути розроблені таким чином, щоб поступово підвищувати складність навчального процесу, від базових операцій до складних алгоритмічних моделей та їх оптимізації.

Третє завдання полягає в тому, щоб забезпечити можливість використання програми як для індивідуальної, так і для групової роботи – GeoGebra може бути використана як для індивідуальної роботи, спрямованої на розвиток самостійності та аналітичних навичок учнів, так і для групової роботи, спрямованої на розвиток навичок співпраці та командної роботи, а моделі можуть бути адаптовані до різних видів навчальної діяльності.

Вибір апаратного та програмного забезпечення є важливим кроком у розробці інформаційної моделі навчального процесу з використанням GeoGebra. По-перше, слід врахувати технічні вимоги GeoGebra, щоб визначити апаратні ресурси, які будуть підтримувати ефективну роботу програми. Це забезпечить стабільну роботу програми на різних етапах

навчання та використання інструментів для виконання складних розрахунків і візуалізацій. Основними апаратними вимогами для роботи з GeoGebra є сучасний комп’ютер, або ноутбук з достатнім обсягом оперативної пам’яті та графічної потужності для забезпечення безперебійної роботи програми, високої якості візуалізацій.

На додаток до апаратних ресурсів, важливо бути знайомим з ключовими можливостями GeoGebra, такими як графіка, інтерактивна анімація та інструменти програмування. GeoGebra дозволяє учням моделювати різні математичні об’єкти та досліджувати їх властивості в динаміці, пропонуючи широкий спектр функцій. Графічні та інтерактивні інструменти моделювання допомагають учням зрозуміти матеріал, дозволяючи їм візуально аналізувати алгоритми та математичні взаємозв’язки, а інтегровані інструменти програмування GeoGebra дозволяють створювати та налаштовувати власні алгоритми. Це зробить навчання більш гнучким та заохочуючи алгоритмічне мислення. Інтеграція СКА в навчальний процес вимагає визначення ключових етапів уроку, на яких програмне забезпечення буде найбільш ефективним, а використання GeoGebra може полегшити послідовне, поетапне вивчення нового матеріалу та забезпечити наочний і практичний спосіб вивчення математичних та алгоритмічних понять.

Структура сучасного уроку інформатики включає кілька етапів, на яких інтеграція ПЗ дозволяє максимально підтримати процес навчання та підвищити рівень засвоєння матеріалу учнями [19] (див. рис. 2.3):

- організація класу;
- оголошення теми й мети уроку;
- мотивація навчальної діяльності;
- актуалізація опорних знань;
- вивчення нового матеріалу, робота з підручником, робота у парах, обговорення;
- виконання практичного завдання на комп’ютері;
- оцінювання. Аналіз діяльності здобувачів освіти на урочі;

– підсумок уроку, повідомлення домашнього завдання, рефлексія.

На організаційному етапі вчитель надає здобувачам освіти інформацію про правила поведінки та безпечної роботи з комп’ютером, щоб вони були готові до використання СКА. Належна підготовка може допомогти учням зосередитися, а вчителю ефективно провести урок.



Рисунок 2.3 – Структура сучасного уроку

Далі вчитель повинен повідомити учням тему і цілі уроку та пояснити, яку роль СКА відіграватимуть у вивченні матеріалу. Наприклад, якщо темою уроку є побудова графіків функцій або символьні обчислення, учні заздалегідь розуміють, що вони використовуватимуть СКА для візуалізації та розв’язування задач. Це сприяє кращому розумінню цілей і завдань курсу та готує учнів до практичного навчання.

На етапі мотивації СКА можна використовувати для ілюстрації практичних прикладів і реальних проблем, які можна розв’язати за допомогою комп’ютерної алгебри. Наприклад, вчитель може продемонструвати, що СКА

можуть допомогти візуалізувати складні алгоритми та математичні залежності, що може підвищити зацікавленість та мотивацію учнів до навчання.

GeoGebra підходить для повторення, візуалізації попередніх тем та швидкої перевірки знань учнів. Наприклад, учні можуть повторити основи побудови графіків лінійних функцій та роботи з даними.

На етапі вивчення нового матеріалу СКА є незамінним інструментом, який дозволяє інтерактивно пояснити теоретичні поняття та продемонструвати їх застосування. СКА можна використовувати для:

- побудови графіків функцій та вивчення їхніх властивостей;
- демонструвати алгоритми в режимі реального часу;
- символічних обчислень та моделювання процесів;

Системи комп'ютерної алгебри також можна використовувати для парної роботи та обговорення результатів, що дозволить здобувачам освіти ділитися своїми ідеями та досвідом роботи з програмою і поглиблювати розуміння нового матеріалу за допомогою інтерактивного навчання.

Виконання практичних завдань з використанням комп'ютера – це найважливіший етап використання СКА, на якому здобувачі освіти застосовують свої знання на практиці, виконуючи завдання з використанням інструментів СКА. Наприклад, вони можуть будувати графіки, виконувати символьні обчислення або аналізувати алгоритми, практичні завдання з використанням СКА можуть дозволити учням закріпити нові знання та розвинути навички роботи з інструментами комп'ютерної алгебри.

На етапі оцінювання та аналізу роботи учнів за допомогою СКА можна зробити самоперевірку, коли здобувачі освіти перевіряють власні обчислення та графіки. Вчителі також можуть оцінювати результати виконання практичних завдань, аналізуючи правильність і точність розв'язання задач, та надавати об'єктивний зворотній зв'язок учням.

Наприкінці уроку здобувачі освіти можуть обговорити, як СКА допомогли їм вивчити тему, а вчитель може виділити основні результати

уроку. Рефлексія дозволяє учням поділитися своїм досвідом та усвідомити цінність роботи з СКА для подальшого навчання. Вчителі також можуть давати домашнє завдання з використанням СКА, щоб учні могли продовжувати застосовувати й закріплювати матеріал самостійно.

Отже, використання СКА може бути доцільним на усіх етапах уроку. Інтеграція GeoGebra на цих важливих етапах може сприяти розвитку в здобувачів освіти навичок опрацювання інформації, критичного мислення та інтересу до вивчення інформатики.

2.4 Розробка алгоритму виконання завдань і лабораторних робіт з використанням КА

Алгоритм виконання завдань і лабораторних робіт із використанням комп’ютерної алгебри структуровано у вигляді послідовних етапів, кожен із яких має конкретні цілі та завдання [20]. Така послідовність дозволяє учням опановувати як теоретичні аспекти, так і практичні навички роботи з КА, сприяючи ефективному засвоєнню матеріалу.

Підготовчий етап є важливим компонентом алгоритму виконання завдань і лабораторних робіт з використанням комп’ютерної алгебри (КА) і закладає фундамент для більш успішного виконання завдань. Під час цього етапу здобувачі освіти знайомляться з основними поняттями теми та набувають початкових навичок роботи з програмним забезпеченням для комп’ютерної алгебри GeoGebra.

На початку підготовчого етапу здобувачі освіти вивчають теоретичні концепції та взаємозв’язки між математичними об’єктами або алгоритмами, які вони будуть досліджувати під час виконання завдання. Цей вступ включає огляд основних понять, формул і властивостей, необхідних для майбутніх розрахунків і моделювання.

Потім здобувачі освіти ознайомлюються з функціональними

можливостями GeoGebra. Зокрема, з використанням основних інструментів для створення графіків, виконання символьних та числових обчислень, візуалізації математичних об’єктів та побудови інтерактивних моделей, функціями та анімацією, необхідними для виконання завдання, а також їх динамічними моделями.

Щоб уможливити використання комп’ютерної алгебри (КА) в завданнях та на лабораторних заняттях, важливо забезпечити здобувачів освіти детальними інструкціями, що пояснюють основні операції в GeoGebra. Ці інструкції повинні охоплювати основні аспекти використання програми, такі як побудова графіків, виконання обчислень та задання параметрів.

Інструкції включатимуть наступні розділи: побудова графіків, запуск обчислень, параметризація.

Побудова графіків пояснює учням, як будувати графіки різних типів функцій та геометричних фігур. Наприклад, у посібнику GeoGebra пояснюється, як вводити функції для побудови графіків, як змінювати масштаб осей, як встановлювати кольори та стилі ліній. Також показано, як створювати параметричні діаграми і як динамічно керувати параметрами діаграми за допомогою повзунків, щоб побачити, як зміна параметрів впливає на поведінку діаграми. Інструкції повинні містити покрокові вказівки щодо виконання символьних та числових обчислень у середовищі КА. Приклади використання команд для базових операцій, таких як обчислення значення функції в заданій точці, знаходження коренів та екстремумів функції тощо.

Певні вказівки, як налаштувати програмне середовище для оптимізації робочого процесу. Сюди входить вибір одиниць вимірювання осей, зміна кольору і стилю об’єктів, додавання текстових підписів та інтерактивних елементів. Пояснення, як зберігати, експортувати та імпортувати файли.

Покрокові інструкції гарантують, що учні отримають всю необхідну інформацію для роботи з GeoGebra, що дозволить учням швидко освоїти базові операції, значно підвищуючи їхню впевненість у роботі з КА та забезпечуючи безперервний процес навчання.

Підготовка прикладів є важливою частиною підготовчого етапу роботи з комп'ютерною алгеброю. Вони слугують практичним матеріалом для ознайомлення студентів з функціональними можливостями програмного забезпечення, для розуміння основних принципів роботи та функціональності інтерфейсу програмного забезпечення, а також для закріплення базових навичок використання інструментів КА. Приклади повинні бути простими, але достатньо інформативними, щоб охопити всі основні можливості програмного забезпечення.

Етап формулювання завдання є ключовим моментом у виконанні завдань із використанням комп'ютерної алгебри, оскільки саме на цьому етапі визначаються мета, очікувані результати та методи, які учні повинні застосувати для розв'язання поставленої задачі [21]. Чітко сформульоване завдання дозволяє учням розуміти ціль роботи та досягати бажаних результатів через використання відповідних інструментів КА.

На початку етапу формулювання завдання учням надається конкретне завдання, яке вимагає використання комп'ютерної алгебри для розв'язання. Наприклад, завдання може полягати у побудові графіка квадратичної функції з метою дослідження її поведінки, визначення екстремальних точок та інтервалів зростання й спадання. Метою цього завдання є навчити учнів використовувати можливості КА для аналітичного дослідження функцій і візуалізації їх властивостей. Очікуваним результатом є графічне зображення функції та аналітичні висновки щодо її характеристик, отримані шляхом роботи з інструментами GeoGebra .

Для успішного виконання завдання необхідно визначити методи та інструменти, які учні повинні використовувати в програмному середовищі КА. Наприклад, для завдання з дослідження квадратичної функції учням можуть знадобитися інструменти для введення функцій, побудови графіків, обчислення похідних (для визначення екстремумів) та пошуку точок перетину з осями координат. Опис основних функцій включає інструкції з використання відповідних команд для побудови графіка, роботи з параметрами,

налаштування стилю ліній та координатної сітки, що дозволяє отримати більш наочне зображення функції.

Завершальним кроком формулювання завдання є встановлення вимог до результату, які допомагають учням краще розуміти кінцеву мету завдання та підготуватися до його виконання. Наприклад, вимоги можуть включати побудову точного графіка функції в певному інтервалі значень, визначення та відображення на графіку точок екстремумів і точок перетину з осями. Вказівка на необхідність аналітичного коментаря до результатів побудови, зокрема опису інтервалів зростання та спадання, сприяє підвищенню аналітичної складової завдання, а також забезпечує повноту виконання завдання відповідно до його цілей.

Таким чином, формулювання завдання охоплює визначення мети, вибір методів і інструментів та встановлення вимог до кінцевого результату, що забезпечує учням чітке уявлення про процес і кінцеву мету виконання завдання за допомогою комп’ютерної алгебри.

Наступний етап це планування розв’язання задачі, який є критично важливим для успішного виконання завдань із використанням комп’ютерної алгебри. На цьому етапі розробляється алгоритм виконання завдання, вибираються оптимальні методи обчислення та візуалізації, а також створюється покрокова інструкція, яка допомагає учням виконувати завдання ефективно та без помилок.

Розробка алгоритму передбачає складання послідовності дій, необхідних для виконання завдання, із чітким визначенням інструментів КА та параметрів, які потрібно налаштувати. При виборі оптимальних методів обчислення та візуалізації даних визначаються найефективніші методи обчислення та способи візуалізації для досягнення точності результатів і зручності аналізу даних. Для спрощення виконання завдання створюється покрокова інструкція, яка містить докладний опис кожного етапу виконання.

Етап виконання завдання є центральною частиною роботи з комп’ютерною алгеброю, оскільки саме тут учні застосовують набуті знання

та навички для досягнення навчальної мети. Виконуючи завдання у програмному середовищі КА, учні використовують інструменти для обчислень, побудови графіків та проведення аналізу, що дозволяє їм закріпити теоретичні знання через практику.

Згідно з розробленим алгоритмом учні виконують поставлені завдання у середовищі КА, використовуючи відповідні інструменти. У системі GeoGebra вони можуть вводити математичні функції, будувати графіки та проводити символьні обчислення. Чітко слідуючи алгоритму, здобувачі освіти послідовно виконують кожний крок завдання, що дозволяє їм дотримуватися логічної структури та ефективно досягати очікуваних результатів. Важливими операціями є введення початкових параметрів, застосування команд для виконання розрахунків і відображення результатів у вигляді графіків або таблиць.

При маніпуляції з параметрами, учні проводять обчислення та аналізують отримані дані. Такий підхід допомагає їм краще зрозуміти залежності між параметрами та характеристиками функції, а також освоїти техніки моделювання в КА.

У процесі виконання завдання вчитель забезпечує підтримку та допомогу учням, особливо коли виникають труднощі, або запитання щодо роботи з програмним середовищем. За потреби вчитель надає інструкції щодо коригування параметрів, допомагає інтерпретувати результати або пояснює окремі аспекти роботи з інструментами КА. Така підтримка дозволяє учням уникнути критичних помилок і вчасно завершити завдання, а також підвищує їхню впевненість у роботі з програмою та сприяє кращому засвоєнню матеріалу.

Етап виконання завдання дозволяє учням закріпити набуті навички та поглибити розуміння математичних і алгоритмічних концепцій через практичне застосування інструментів КА.

Етап перевірки та аналізу результатів є важливим компонентом процесу виконання завдань із використанням комп’ютерної алгебри, оскільки він

дозволяє учням переконатися в правильності отриманих рішень і зрозуміти ефективність застосованих методів. У межах цього етапу учні не лише порівнюють результати з очікуваними значеннями, але й аналізують процес виконання завдання, що сприяє формуванню навичок самоконтролю та критичного мислення.

На першому кроці цього етапу здобувачі освіти перевіряють отримані результати, порівнюючи їх з очікуваними значеннями, або розрахунками, що дає змогу виявити можливі неточності або помилки. Після перевірки правильності результатів учні проводять аналіз, у процесі якого оцінюють обрані методи та роблять висновки про ефективність використаних інструментів КА. Вони аналізують, наскільки обрані методи обчислення і візуалізації сприяли досягненню поставленої мети, чи були вони оптимальними для розв’язання завдання. Цей аналіз допомагає їм зрозуміти можливості та обмеження програмного середовища GeoGebra, а також усвідомити, як вибір певних інструментів впливає на результат. На завершальному кроці етапу перевірки та аналізу результатів вчитель разом з учнями спільно оцінюють результати, щоб зробити корекції у разі виявлення помилок.

Цей етап дозволяє учням підвищити рівень засвоєння матеріалу та формує навички критичного підходу до власних результатів, що є необхідним у сучасному освітньому процесі.

Етап узагальнення та висновків є завершальним кроком у процесі виконання завдань із використанням комп’ютерної алгебри. На цьому етапі учні формулюють висновки щодо виконаної роботи, готують звіт із детальним описом виконаного завдання та обговорюють можливості подальшого використання КА для розв’язання схожих задач. Цей етап допомагає закріпити здобуті знання, оцінити практичну користь інструментів та мотивує учнів до подальшого вивчення.

Після завершення завдання здобувачі освіти формулюють висновки, у яких описують набуті знання, труднощі, з якими зіткнулися, та способи їх

вирішення. Вони аналізують, які навички вдалося опанувати під час роботи з КА, та обговорюють, які аспекти завдання виявилися найскладнішими. Учні також діляться своїми спостереженнями щодо того, як саме інструменти КА сприяли розв’язанню задачі. Такий аналіз допомагає їм усвідомити процес свого навчання, зрозуміти, як саме вони долали труднощі, і виробити стратегії для ефективнішого навчання в майбутньому.

На завершення етапу вчитель проводить обговорення з учнями щодо можливостей подальшого використання комп’ютерної алгебри для розв’язання аналогічних задач. Під час обговорення учні діляться своїми думками щодо того, як інструменти КА можуть застосовуватися в інших темах і завданнях, які вони можуть вивчати в майбутньому. Це обговорення дозволяє дітям усвідомити цінність набутих знань і розширити їхнє розуміння можливостей КА. Крім того, такий підхід сприяє мотивації до подальшого навчання, оскільки учні бачать практичну користь і широкі можливості комп’ютерної алгебри в освітньому процесі.

Таким чином, етап узагальнення та висновків завершує цикл навчальної роботи, дає змогу учням оцінити свої досягнення, закріпити нові знання та розглянути перспективи застосування КА в подальшому навчанні.

3 РЕАЛІЗАЦІЯ, РОЗРОБКА

3.1 Реалізація та розробка методики з використанням комп'ютерної алгебри

3.1.1 Аналіз навчальної програми та планування інтеграції КА

Важливо визначити теми, за якими будемо використовувати комп'ютерну алгебру на уроках інформатики, щоб ефективно вивчати інформатику та поглиблювати розуміння математичних та алгоритмічних понять.

Алгебра і функціональний аналіз відносяться до тих предметів, з яких комп'ютерна алгебра значно покращує процес навчання. За допомогою графічних обчислювальних інструментів учні можуть побачити, які зміни параметрів впливають на поведінку функцій.

Тема алгоритмів і структур даних також значно виграє від інтеграції з КА. Це пов'язано з тим, що візуалізація процесу дозволяє краще зрозуміти принцип та ефективність алгоритму.

В теорії графів, комп'ютерна алгебра надає можливість візуально маніпулювати структурами графів і допомагає учням зрозуміти концепції та зв'язки між елементами.

Чисельні методи, які часто використовуються для вирішення проблем, які не мають правильних аналітичних рішень, також вимагають використання комп'ютерної алгебри. Інструменти комп'ютерної алгебри спрощують процес навчання, дозволяючи виконувати чисельні обчислення, моделювати процеси та візуалізувати результати обчислень. КА автоматизує складні обчислення, дозволяючи учням зосередитися на аналізі результатів і точності методу, а також зрозуміти основні принципи чисельних методів

Крім того, статистика та теорія ймовірностей, які зазвичай обробляють

великі обсяги даних, також можуть полегшитись у вивченні з використанням КА. Інструменти систем комп'ютерної алгебри дозволяють проводити статистичний аналіз та графік.

Таким чином, використання комп'ютерної алгебри на уроках інформатики зробить процес навчання більш ефективним і допоможе учням розвинути навички аналітичного мислення.

Для досягнення максимальної ефективності у викладанні інформатики з використанням комп'ютерної алгебри важливо чітко визначити дидактичні цілі для кожної теми. Дидактичні цілі слугують орієнтиром для формування навичок, які учні мають опанувати, і забезпечують спрямоване використання інструментів КА для глибшого розуміння складних понять і процесів.

Функції та їх графіки

Дидактична мета: надати здобувачам освіти базову інформацію про властивості функцій і їх графіків, приділяючи особливу увагу візуальному поданню залежностей між змінними.

Ціль з використанням КА: навчити учнів створювати графіки функцій у середовищі GeoGebra, змінювати параметри функцій та спостерігати, як ці зміни впливають на форму графіка, що сприяє більш глибокому розумінню функціональних залежностей та їх інтерпретації.

Теорія графів

Дидактична мета: сформувати в учнів розуміння основних понять теорії графів і методів розв'язання задач на графах.

Ціль з використанням КА: використовувати КА для моделювання таких графіках, як пошук по ширині та пошук по глибині.

Чисельні методи

Дидактична мета: надати учням знання про чисельні методи розв'язання математичних задач та навчити їх основам обчислювальних методів.

Ціль з використанням КА: навчити учнів виконувати чисельні обчислення за допомогою КА, розв'язувати системи рівнянь та інтеграли.

Основи статистики та теорії ймовірності

Дидактична мета: сформувати в учнів базові знання з теорії ймовірності та статистики, навчити аналізувати й обробляти дані.

Ціль з використанням КА: використовувати КА для побудови графіків статистичних розподілів, виконання статистичного аналізу та моделювання ймовірнісних експериментів.

Таким чином, визначені специфічні дидактичні цілі, які забезпечують цілеспрямоване використання комп'ютерної алгебри в освітньому процесі. Завдяки інтеграції КА учні отримують можливість глибше зрозуміти матеріал, застосовуючи знання на практиці через візуалізацію та моделювання, що сприяє розвитку аналітичного мислення та підвищує ефективність навчання.

Програмне забезпечення відіграє ключову роль у викладанні інформатики з використанням КА. Заклад має забезпечити доступ до ліцензійних версій або безкоштовних аналогів, таких як GeoGebra, які дозволяють виконувати символьні обчислення, будувати графіки та моделювати математичні процеси. Бажано, щоб на комп'ютерах були встановлені всі необхідні інструменти і додаткові модулі для роботи з КА, а також наявна документація і навчальні матеріали, які допоможуть учням швидше адаптуватися до роботи з програмами. Доступ до програмного забезпечення як у класі, так і вдома (за допомогою онлайн-версій) дозволяє учням продовжувати навчання поза межами школи, виконувати домашні завдання та самостійно повторювати матеріал.

Отже, для ефективного впровадження КА необхідна оцінка і підготовка технічних умов, що включають забезпечення стабільного доступу до інтернету та встановлення відповідного програмного забезпечення.

Інтеграція комп'ютерної алгебри у процес викладання інформатики вимагає чіткого планування уроків, де КА використовується на різних етапах. Уроки з КА структуровано включають вступну, основну та завершальну частини, кожна з яких виконує специфічну функцію у досягненні навчальних цілей.

На початку уроку вчитель оголошує тему та мету заняття, пояснюючи,

як використання КА допоможе у вивченні матеріалу. Цей етап передбачає коротке обговорення попереднього матеріалу, що є основою для нової теми, та повторення основних понять. Наприклад, якщо урок присвячено графікам функцій, здобувачі освіти пригадують властивості функцій, що вже вивчалися. Вчитель також може продемонструвати можливості КА через приклад, який показує, як змінюються параметри графіка в режимі реального часу, що зацікавлює учнів і створює мотивацію до навчання (див. рис. 2.4).

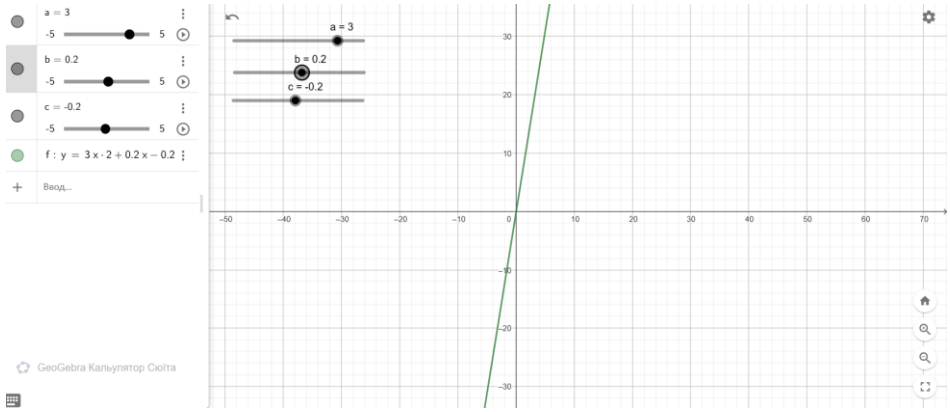


Рисунок 2.4 – Приклад демонстрації графіка

Під час пояснення вчитель застосовує КА для наочного представлення складних теоретичних понять, таких як графи або символьні обчислення. Наприклад, на уроці з теорії графів учитель будує графи у програмі GeoGebra (див. рис. 2.5), демонструючи, як вони змінюються при додаванні нових вершин або зв’язків. Це дозволяє учням краще зрозуміти структуру графів і побачити теоретичні зв’язки у візуальній формі.

Після пояснення нового матеріалу учні переходять до практичних завдань, виконуючи їх у середовищі Geogebra. Наприклад, побудувати графіки функцій або розв’язувати системи рівнянь, змінюючи параметри й спостерігаючи за впливом цих змін. У цей час вчитель надає допомогу, коригує дії учнів і відповідає на запитання, якщо виникають труднощі. Практичні завдання також можуть бути організовані як робота в парах, де учні обговорюють результати та обмінюються досвідом роботи з КА.

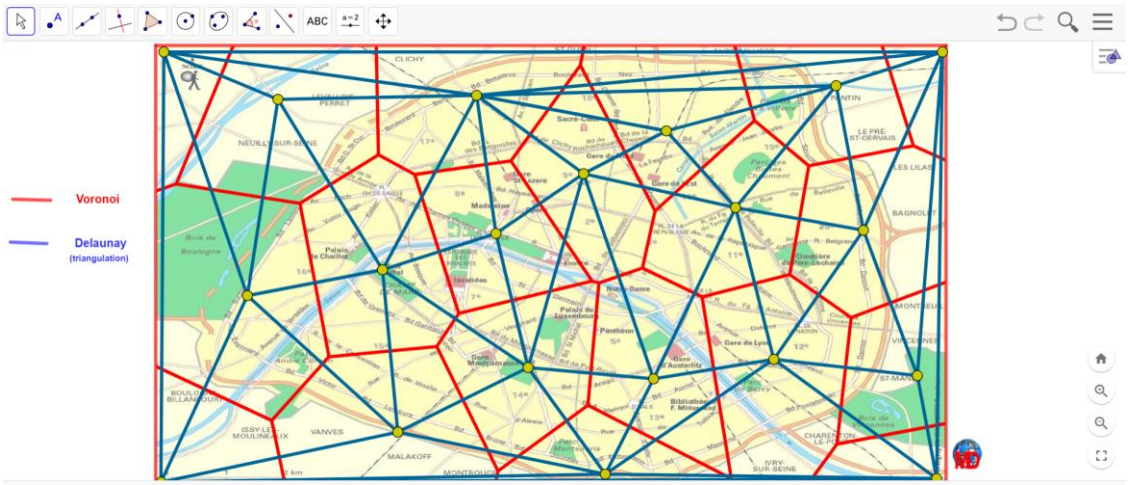


Рисунок 2.5 – Приклад демонстрації теорії графів

На завершальному етапі уроку здобувачі освіти обговорюють результати виконаних завдань, аналізують помилки та висловлюють свої думки щодо використання КА. Вчитель підсумовує матеріал уроку, відзначаючи, як КА допомогла у вивченні теми, і дає учням можливість висловитися щодо труднощів або успіхів, які вони відчули під час роботи з програмою. Рефлексія дозволяє учням усвідомити цінність використання КА та підготуватися до подальшого навчання. Учитель також може задати домашнє завдання, яке передбачає повторення основних операцій у системі комп'ютерної алгебри, або розв'язання схожих задач самостійно, що допомагає закріпити вивчений матеріал.

Для довготривалої інтеграції КА в навчальний процес необхідно враховувати специфіку різних етапів навчання та рівень підготовки учнів. На початкових етапах учні ознайомлюються з базовими функціями СКА, такими як побудова графіків і виконання простих обчислень. У подальших класах рівень завдань ускладнюється, і КА використовується для вивчення складніших алгоритмів, символьних обчислень і статистичних моделей.

Таким чином, планування організації уроків з урахуванням інтеграції СКА сприяє підвищенню зацікавленості учнів, поліпшенню їхнього розуміння теоретичного матеріалу та розвитку навичок практичного застосування знань.

Така організація уроків дозволяє учням активно взаємодіяти з матеріалом, працювати в індивідуальному й груповому форматах та формує комплексне розуміння інформатики через використання сучасних технологій.

3.1.2 Розробка навчальних завдань та лабораторних робіт

Знайомство учнів з інтерфейсом і базовими функціями GeoGebra є важливим етапом підготовки до використання комп'ютерної алгебри. На цьому етапі здобувачі освіти зможуть набути базових навичок використання необхідних інструментів програмного середовища для виконання завдань, вирішення проблемних ситуацій та моделювання математичних процесів.

Процес ознайомлення слід починати з короткого огляду основних елементів інтерфейсу програми. Учні знайомляться з панеллю інструментів, головним меню і макетом робочої області, в якій виконуються розрахунки та побудови графіків. Вчитель пояснює функції кожної панелі, приділяючи особливу увагу важливим інструментам, використовуваним під час навчання, таким як побудова графіків, установка координатних осей, інструменти для роботи з геометричними об'єктами.

Особливу увагу слід приділити демонстрації основних можливостей програми. Учні спостерігають за введенням виразів, побудовою графіків, використанням символьних обчислень і за тим, як налаштовувати відображення, змінюючи параметри графічних об'єктів. На цьому етапі вчителі також можуть використовувати повзунок для зміни таких функціональних параметрів, дозволяючи учням експериментувати з моделлю та спостерігати за змінами в режимі реального часу.

Щоб закріпити свої навички, здобувачі освіти виконують прості вправи, які охоплюють побудову базових графіків, виконання простих обчислень і використання основних функцій інтерфейсу. Такий підхід дозволить учням закріпити свої знання про інтерфейс програми, підвищити впевненість в роботі з програмним забезпеченням і виконувати більш складні завдання на

наступних уроках.

Таким чином, знайомство з інтерфейсом і основними функціями GeoGebra є базовим етапом, який дає базові навички для подальшого використання комп'ютерної алгебри в навчальному процесі.

Виконання простих обчислень в комп'ютерному алгебраїчному середовищі є важливим етапом практичного освоєння інструментів КА і придбання навичок роботи з базовими функціями. На цьому етапі здобувачі освіти можуть застосувати теоретичні знання на практиці, набути впевненості у використанні GeoGebra та закріпити базові навички, необхідні для вирішення більш складних завдань.

Перші розрахунки повинні бути простими та чітко структурованими, щоб допомогти учням зрозуміти основні операції та логіку роботи програми. Учні можуть почати з виконання основних арифметичних операцій, таких як додавання, віднімання, множення та ділення. Вчитель показує, як вводити формули в програму, виконує основні обчислення і пояснює функції кожної операції.

Освоївши базові обчислення, здобувачі освіти переходять до виконання більш складних дій, таких як вирішення простих рівнянь і побудова графіків функцій. Таких як рівняння типу $x+5=12$, або побудувати лінійну функцію $y=2x+3$. Такі задання потрібні для того щоб ознайомитися з функціями, пов'язаними з алгебраїчними обчисленнями та графіками, а також інструментами для відображення графіків та налаштування параметрів.

Практичне виконання розрахунків також включає використання функцій для управління параметрами та налаштуваннями. Здобувачі освіти можуть, змінювати коефіцієнти рівняння і спостерігати, як ці зміни відображаються на графіку. Це допоможе зрозуміти взаємозв'язок між параметрами і результатами розрахунків.

Виконання простих обчислень необхідне для практичного освоєння інструментів комп'ютерної алгебри. Це забезпечує поетапне формування у здобувачів освіти навичок, необхідних для подальшої роботи над більш

складними завданнями в середовищі GeoGebra, а також сприяти розвитку впевненості у використанні комп'ютерних технологій для вирішення математичних і алгоритмічних задач.

Завдання на побудову графіків функцій середньої складності дозволяє учням розширити і поглибити свої знання з алгебри та аналітичної геометрії. Ці завдання включають в себе більш складні функції і параметричні перетворення, що дозволить здобувачам освіти вивчити різні характеристики графіків і вплив параметрів на форму функцій.

Прикладом задачі середнього рівня є побудова квадратичної функції з параметрами і дослідження їх впливу на графіки. Щоб побудувати квадратичну функцію як $y=ax^2+bx+c$, потрібно вивчити, як змінюється форма параболи при зміні параметрів a, b, c, і пояснити, як кожен параметр впливає на графік.

Виконуючи це завдання, учні можуть закріпити свої знання про характеристики квадратичних функцій і зрозуміти, як параметри впливають на положення і форму графіка.

Побудувати графік функції $y=x^{1/n}$, n – натуральне число. Здобувачі освіти будують графіки різних значень n та порівнюють отримані графіки і бачать, як значення показників впливають на зовнішній вигляд графіка.

Таке завдання допомагає зрозуміти, як дробові ступені впливають на форму функції і наявність областей визначення для різних значень n. Це сприяє кращому розумінню властивостей степеневих функцій.

Завдання такої середньої складності на побудову графіків функцій сприяють розвитку аналітичних здібностей учнів, допомагаючи їм краще зрозуміти вплив параметрів на форму графіка і оволодіти базовими інструментами комп'ютерної алгебри. Інтерактивна робота з графіками розвиває у здобувачів освіти аналітичне мислення і вміння працювати з математичними моделями, що важливо для їх подальшої освіти.

Використання комп'ютерної алгебри для вирішення базових рівнянь і нерівностей дозволяє учням швидко освоїти основні методи роботи з

алгебраїчними виразами, закріпити своє розуміння понять рівності і нерівності, навчитися перевіряти правильність і аналізувати рішення за допомогою обчислювальних інструментів. Виконуючи завдання з використанням СКА, учні отримують можливість спостерігати за результатами розрахунків і візуалізацією в програмному середовищі, зосередитися на логіці і характеристиках рішень рівнянь.

Розглянемо деякі приклади завдань для вирішення рівнянь і нерівностей в GeoGebra. Розв'яжіть рівняння $3x-5=7$, використовуючи СКА. Учні вводять рівняння в програму, яка автоматично шукає значення змінної x і видає результати. Потім учень може побудувати графіки функцій $y=3x-5$, $y=7$ і знайти точку перетину, щоб перевірити отримане рішення.

Таке завдання допоможе здобувачам освіти зрозуміти алгоритми рішення лінійних рівнянь і зрозуміти геометричний сенс рішень за допомогою побудови графіків.

Розв'яжіть квадратичне рівняння $x^2-4x+3=0$ і GeoGebra знайти корінь рівняння. Учні можуть побудувати графік функції $y=x^2-4x+3$, ввівши рівняння в програму, яка обчислить значення x, і спостерігаючи за перетином графіка з віссю x, що буде відповідати кореню рівняння.

Це завдання допоможе зрозуміти, як коефіцієнти квадратних рівнянь впливають на кількість і величину коренів, а також інтегрувати графічне представлення коренів рівнянь.

Вирішіть нерівність $2x+3>5$ і знайти множину рішень. використовуючи інструменти для обчислення або побудови графіка функції $y=2x+3$ та лінії $y=5$, щоб візуально показати інтервал, на якому графік функції лежить на прямій лінії.

Дане завдання допоможе закріпити знання про нерівність і навички визначення інтервалів, що задовольняють умовам нерівності.

Вирішіть систему рівнянь

$$\begin{cases} x + y = 3, \\ x - y = 1. \end{cases}$$

Потім знайдіть точки перетину прямих, що відповідають цим рівнянням. Учні вводить систему в програму КА і автоматично перетворює її в значення x і y. Вони також можуть побудувати обидві лінії та знайти точки перетину, що відповідають розв'язкам системи.

Таке завдання допоможе учням краще зрозуміти систему рівнянь, їх геометричну інтерпретацію і способи перевірки правильності рішень.

Завдання вирішення базових рівнянь та нерівностей за допомогою комп'ютерної алгебри сприяє розвитку аналітичних, обчислювальних та візуалізаційних навичок. Учні можуть перевірити правильність своїх рішень, подивитися на графічне представлення і легко знайти помилки за допомогою програми.

Лабораторні роботи з символьного диференціювання та інтегрування є важливим елементом поглибленого вивчення алгебраїчних методів і аналізу функцій. Завдяки використанню системи комп'ютерної алгебри GeoGebra, учні можуть швидко й точно виконувати складні обчислення, зосереджуючись на розумінні процесу та аналізі отриманих результатів.

Завдання з диференціювання та інтегрування спрямовані на закріплення теоретичних знань учнів і набуття практичних навичок обчислення похідних та інтегралів, а також на вивчення властивостей цих операцій через візуалізацію. Лабораторні роботи дають змогу застосувати СКА для розв'язання задач, що дозволяє учням швидше засвоїти матеріал і розвинути аналітичне мислення.

Розглянемо деякі приклади завдань для лабораторної роботи. Символьне диференціювання простої функції. Знайти похідну функції $f(x)=3x^2-4x+7$ за допомогою СКА. Після обчислення похідної учні мають побудувати графіки початкової функції та її похідної на одному графіку, щоб візуально побачити, як змінюється нахил кривої на кожній ділянці.

Завдання допоможе учням зрозуміти поняття похідної як показника швидкості зміни функції, а також дозволяє побачити взаємозв’язок між графіком функції та графіком її похідної.

Дослідження поведінки тригонометричної функції та її похідної. Використовуючи СКА, знайти похідну функції f(x)=sin(x)+cos(2x), побудувати графіки початкової функції та її похідної. Учням пропонується дослідити, як похідна тригонометричної функції відображає зміни в початковій функції, зокрема знайти екстремуми і точки перегину.

Таке завдання дозволяє учням зрозуміти, як диференціювання тригонометричних функцій впливає на їх періодичність та екстремальні точки, що сприяє глибшому розумінню властивостей тригонометричних функцій.

Використання СКА для виконання завдань з диференціювання та інтегрування дозволяє учням зосередитись на розумінні властивостей функцій і процесів, зменшуючи час на виконання рутинних обчислень. Завдяки можливостям графічної візуалізації учні можуть одразу побачити вплив диференціювання та інтегрування на графіки функцій, а також дослідити взаємозв’язок між аналітичними і геометричними аспектами задач. Це сприяє глибшому розумінню математичних принципів, розвитку аналітичного мислення і впевненості у використанні сучасних технологій для вирішення складних задач.

3.1.3 Інтеграція КА у структуру уроку

Інтеграція системи комп’ютерної алгебри в структуру уроку забезпечує більш наочне, інтерактивне і зрозуміле навчання для учнів. Планування уроку з використанням КА передбачає розробку чіткої структури, в рамках якої на кожному етапі освоювати тему. Крок за кроком, використовуючи комп’ютерні технології.

На етапі оголошення теми й мети уроку вчитель знайомить з темою уроку, визначає цілі навчання і пояснює, як використання КА може допомогти

у вивченні нового матеріалу. Вчитель дає короткий огляд і показує, що саме здобувачі освіти будуть вивчати і чому це важливо.

Наприклад, якщо Тема уроку стосується вивчення похідних функцій, вчитель пояснює, що учні зможуть використовувати комп'ютерну алгебру для швидкого пошуку похідних функцій та візуального аналізу поведінки функцій. Продемонструвавши можливості GeoGebra на початку уроку.

Після оголошення теми й мети уроку вчитель приступає до активного пояснення нового матеріалу, використовуючи інструменти КА для наочного представлення теоретичних концепцій. Наприклад, при вивченні графіка функції або обчисленні похідної вчитель створює графік функції в режимі реального часу, змінює його параметри і показує, як це впливає на форму графіка.

Після теоретичного пояснення учні переходить до практичної роботи. Вчитель надає завдання, які учні виконують у середовищі GeoGebra. Наприклад, якщо темою уроку є похідні, учні можуть знаходити похідні різних функцій і будувати власні графіки, спостерігаючи за зміною нахилу кожного сегмента. У процесі учні аналізують результати, експериментують з параметрами, інтерпретують отримані значення, вчитель надає допомогу і відповідає на питання. Використання космічних кораблів на даному етапі робить завдання більш динамічними та інтерактивними, дозволяючи учням самостійно проводити експерименти.

На заключному етапі вчитель разом з учнями аналізує результати виконаних завдань і узагальнює отримані знання. Здобувачі освіти обговорять, як КА допомогла їм зрозуміти матеріал і досягти мети уроку. Вчитель підводить підсумки, пояснює основні висновки, які потрібно запам'ятати, звертає увагу на труднощі, з якими учень міг зіткнутися при виконанні завдання.

В кінці уроку учні поділяться своїм досвідом використання КА, обговорять цікаві і корисні речі, що допоможе учням зрозуміти, як саме комп'ютерна алгебра допомогла їм освоїти матеріал і які труднощі вони

подолали. Вчитель також може дати рекомендації щодо самостійного вдосконалення навичок роботи з комп’ютером і запропонувати завдання для наступного уроку або домашнього завдання.

Розробка навчально-методичних матеріалів для здобувачів освіти є одним з етапів впровадження комп’ютерної алгебри в навчальний процес. Ці матеріали допоможуть учням не тільки освоїти інструменти КА, а й придбати практичний досвід вирішення завдань, орієнтуючись на покрокові інструкції і готові приклади. Якісні методичні матеріали включають інструкції з виконання завдань, приклади вирішення аналогічних завдань і практичні поради щодо ефективного використання систем комп’ютерної алгебри.

Інструкції повинні бути простими і зрозумілими, щоб учні могли самостійно виконувати завдання в середовищі GeoGebra. Кожен крок повинен супроводжуватися описом відповідної дії і того, що саме необхідно зробити.

Опис середовища: по-перше, інструкції повинні ознайомити учнів з інтерфейсом програми, пояснити основну інформаційну панель та як створити новий файл та відкрити існуючий проєкт.

Покрокове виконання завдань: інструкції повинні містити покроковий опис кожного етапу. Наприклад, виконуючи завдання з побудови графіків, учні навчаються вводити формули в програму, налаштовувати осі та змінювати параметри, щоб вивчити вплив цих змін на графік.

Збереження результатів: останній крок інструкції повинен містити інформацію про те, як зберегти результати роботи, зробити знімок екрана або експортувати графік для подальшого аналізу.

Приклади готових рішень допоможуть студентам зрозуміти, як вирішувати різні типи завдань, використовуючи можливості КА, що дозволить їм побачити логіку виконання завдань від початку до кінця. Кожен приклад повинен бути складений таким чином, щоб учні могли самостійно відтворити рішення, змінити початкові умови або поспостерігати за змінами результатів.

В методичному матеріалі можна привести рішення задачі про знаходження похідної і побудови графіка похідної. Учні навчаються, як ввести

функцію, знайти її похідні, побудувати обидва графіки на одній координатній площині та візуально порівняти їх.

Інструкції можуть включати приклади, в яких здобувачам освіти пропонується розв’язати квадратичні рівняння, знайти їх корені та побудувати графік відповідних функцій. Та візуально оцінити рішення.

Практичні поради допоможуть учням прискоритись, поліпшити результати роботи і більш ефективно використовувати функції косп’ютерної алгебри. Такі рекомендації допоможуть поліпшити навички і підвищити впевненість в роботі з програмою.

Використовуйте повзунки для динамічних параметрів функції. Це дозволяє учням спостерігати, як змінюється графік при різних значеннях параметрів, що допомагає їм вивчати характеристики функції.

Збереження часто використовуваних формул і налаштувань в спеціальних файлах або шаблонах, особливо коли їм необхідно виконати деякі аналогічні завдання.

Перевіряйте результати за допомогою графічного відображення, особливо при обчисленні коренів рівнянь, інтегралів та похідних. Це допоможе перевірити точність обчислень і краще зрозуміти результати.

Методичні матеріали, що включають докладні інструкції, приклади рішень і практичні поради, забезпечують учнів необхідною базою для роботи з комп’ютерною алгеброю і сприяють кращому засвоєнню знань. Чіткі покрокові інструкції спростять роботу з програмою, приклади дадуть можливість побачити рішення реальних проблем, практичні поради допоможуть максимально ефективно використовувати програмне забезпечення для навчання. Завдяки таким матеріалам здобувачі освіти можуть самостійно працювати з КА, розвивати навички аналітичного мислення і готуватися до більш складних завдань в майбутньому.

Матеріали для вчителів, які інтегрують комп’ютерну алгебру в навчальний процес, допомагають скомпонувати навчальні заняття, підвищують наочність і забезпечують більш глибоке розуміння теоретичного

матеріалу учнями.

Ефективна інтеграція комп’ютерної алгебри в освітній процес вимагає чіткого планування. Вчитель повинен заздалегідь продумати структуру уроку, визначити етапи використання КА для візуалізації, розрахунків, експериментів і найкращі можливості програмного забезпечення для пояснення теми.

Вступна частина: рекомендується почати з розгляду теми уроку і прийняття рішення про те, як КА може допомогти учням досягти їх освітніх цілей. Це дозволить викликати інтерес і мотивацію до вивчення матеріалу.

Основна частина: демонстрації теоретичних концепцій в режимі реального часу. Наприклад, якщо урок стосується похідних або інтегралів, вчитель може показати, як змінюється графік функції при зміні параметрів.

Практична частина: виконувати завдання потрібно учням самостійно в системі комп’ютерної алгебри під керівництвом вчителя. Це дозволить здобувачам освіти придбати практичний досвід і поглибити розуміння матеріалу.

Остання частина: важливо підвести підсумок того, як КА допомогла у вивченні теми, обговорити результати виконаних завдань і поміркувати.

Вчителі можуть показати, як змінюються графіки різних типів функцій при зміні параметрів, що допомагає учням краще зрозуміти взаємозв’язок між алгебраїчною та графічною формами функцій.

Вчителі можуть навчити здобувачів освіти розв’язувати рівняння, спрощувати рівняння та використовувати графічні подання для перевірки правильності рішень.

На урокі можна знайти похідну функції та побудувати графік функції разом із цією похідною для аналізу.

Використовуючи КА, вчителі можуть оцінити не тільки кінцевий результат, а й процес, за допомогою якого учні його досягли. Важливо враховувати навички використання інструментів КА, точність і послідовність.

Замість традиційних тестів учні використовують систему комп’ютерної

алгебри для вирішення проблем або вивчення конкретних математичних моделей, практичні завдання оцінюють не тільки точність результатів, але й здатність учнів обговорювати свої дії та пояснювати використовувані методи.

Після виконання завдання учні мають пояснити, як вони вирішили завдання, які труднощі він подолав, до яких висновків вони дійшли. Це сприяє розвитку аналітичного мислення.

Заохочування учнів створювати власні завдання або проводити експерименти в класі. Такі завдання допоможуть виявити рівень володіння комп'ютерною алгеброю.

Для успішного навчання учням необхідна підтримка, особливо на ранніх етапах. Важливо допомогти освоїти основні функції програмного забезпечення, пояснити, як користуватися основними інструментами, і навчити керувати параметрами.

Методичні рекомендації для вчителів, що включають КА в навчальний процес, сприяють організації ефективних уроків з використанням комп'ютерної алгебри. Чітке планування уроку, ефективне викладання теми, а також підтримка учнів у процесі роботи за допомогою КА забезпечать розуміння матеріалу та розвиток навичок аналітичного та критичного мислення. Це дає вчителям інструмент для сучасного інтерактивного навчання, який відповідає освітнім вимогам і допомагає учням легше засвоювати складні матеріали.

Інтерактивні презентації дозволяють вчителям крок за кроком ознайомитися з роботою, використовуючи різні інструменти і функції, з особливостями комп'ютерної алгебри. Такі презентації сприяють кращому засвоєнню матеріалу, роблячи клас інтерактивним і наочним.

Презентація повинна складатися з чітко структурованих слайдів, які поступово розкривають тему. Важливо включати покрокові інструкції, візуалізацію, анімацію та інтерактивні елементи, щоб привернути увагу.

Структура презентації:

– вступ;

- покрокова демонстрація;
- приклади і практичні завдання;
- запитання для підведення підсумків та самоперевірки.

Вступ: ознайомлення з темою та її значенням. На цьому етапі викладачі можуть коротко пояснити, тему, муту урока, що будуть вивчати, чому це корисно і як це застосувати на практиці. Наприклад, показати переваги побудови графіків в GeoGebra.

Покрокова демонстрація: основна частина презентації включає в себе покрокову демонстрацію завдань, що виконуються в середовищі комп’ютерної алгебри. Наприклад, показано, як побудувати графік функцій, знайти похідні і вирішити рівняння. Для кожного кроку можливо використовувати анімацію та інтерактивні елементи, які дозволяють натискати на об’єкт і бачити результат у режимі реального часу.

Приклади і практичні завдання: учні можуть ознайомитися з демонстрацією і повторити процедуру на своєму комп’ютері. Після кожного прикладу чи вправи давати запитання, які дозволять вам зрозуміти, чи розуміє учень як виконувати певні дії.

Запитання для підведення підсумків та самоперевірки: в кінці презентації викладач може задати кілька запитань для роздумів, щоб підсумувати, закріпити матеріал та перевірити розуміння учнями.

На кожному слайді повинен бути чітко позначений 1 об’єкт. Уникайте перенасичення інформацією краще створювати більше слайдів з короткими інструкціями і графікою.

Необхідно детально пояснити всі етапи роботи з системою комп’ютерної алгебри, щоб учень міг легко повторити продемонстровані дії самостійно. Рекомендується розбити процес на прості під етапи.

Включіть у презентацію коротке запитання, щоб підтвердити розуміння учнями матеріалу. Це можуть бути питання для вибору правильної відповіді, питання з усною відповідю, або коротке практичне завдання для закріплення матеріалу.

Щоб створити інтерактивну презентацію, можливо використовувати такі інструменти: Microsoft PowerPoint, Gamma або Google Slides. Також одним з варіантів є використання середовища GeoGebra. В ній є можливість створити інтерактивні демонстрації безпосередньо в середовищі. У цій СКА є інструменти для побудови графіків і створення слайдерів, що дозволяють візуалізувати процес в режимі реального часу.

Презентація для демонстрації роботи дозволяє здобувачам освіти візуально спостерігати за виконанням алгоритмів і математичних операцій. Використання інтерактивних елементів та покрокових інструкцій забезпечує залучення учнів та допомагає їм краще зрозуміти матеріал.

Оцінювання знань учнів вимагає комплексного підходу, що враховує не лише кінцевий результат, а й процес виконання завдань, рівень розуміння матеріалу, навички роботи з СКА та здатність до аналізу. Такий підхід до оцінювання дозволить забезпечити всебічне розуміння успішності учнів і їхніх здобутків у навчанні.

Завдання для вирішення конкретних завдань з використанням GeoGebra для розрахунків або побудови графіків. Виконання завдання оцінюється не тільки по точності результатів, але і за логікою і обґрунтованості кроків.

Учні повинні продемонструвати свою здатність користуватися основними функціями програмного забезпечення, такими як побудова графіків, налаштування параметрів та виконання обчислень.

Також важливо оцінити здатність учнів виконувати завдання логічно і послідовно, без зайвих кроків. Це включає в себе точність побудови графіка, правильність розрахунків і здатність досягти кінцевого результату з мінімальною кількістю дій.

Для оцінки базових знань і розуміння основних концепцій варто використовувати тестові завдання, які охоплюють основні теоретичні аспекти роботи з системою комп’ютерної алгебри.

Також потрібно включати питання з письмовою відповіддю такі як: "Як побудувати графік функції в GeoGebra", "Що показує похідна?". Так можна

оцінити рівень розуміння теоретичних аспектів роботи з системами комп’ютерної алгебри.

Рефлексивна оцінка дозволяє учням оцінити, як вони виконували завдання, наскільки впевнено вони почуваються при використанні інструменту і які труднощі долають. Це допоможе вчителю визначити, які аспекти все ще потребують додаткового вивчення. Прикладами таких запитань можуть бути наступними: "що було найважчим у роботі з КА?", "Яка функція була найбільш корисною?".

Оцінка знань учнів включає комплексний підхід, який охоплює не лише оцінку кінцевого результату, але й процес виконання завдання, використання інструментів КА та вміння аналізувати та інтерпретувати результати. Практичні завдання, тестові питання, завдання на інтерпретацію і рефлексію дозволяють вчителю об’єктивно оцінити рівень знань здобувачів освіти, вміння користуватися інформатикою і рівень розуміння математичних понять, роблять процес навчання більш ефективним і орієнтують на розвиток аналітичного мислення.

3.2 Розробка уроку

Розробка розширеного план-конспекту вступного уроку з використанням GeoGebra.

Тема уроку: Введення у роботу з GeoGebra: побудова графіків функцій

Завдання уроку: Ознайомити учнів із середовищем GeoGebra, його основними функціями та інструментами. Навчити учнів будувати графіки функцій у GeoGebra, змінювати параметри функцій і спостерігати їхній вплив на графіки. Показати учням, як використовувати динамічні параметри для аналізу властивостей функцій. Викликати інтерес до використання інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) у навчанні інформатики та математики.

Математична компетентність: Учні вивчають властивості функцій, аналізують залежності між параметрами та графіками.

Інформаційно-комунікаційна компетентність (ІКТ): Учні опановують основи роботи в GeoGebra, використовують цифрові технології для вирішення навчальних завдань.

Дослідницька компетентність: Учні самостійно експериментують із параметрами функцій, роблять висновки на основі власних спостережень.

Самоосвітня компетентність: Формується здатність до самостійної роботи в середовищі GeoGebra, пошуку інформації та аналізу результатів.

Критичне мислення: Учні аналізують вплив параметрів на форму графіків, роблять висновки на основі побаченого.

Комунікація: Обговорюють результати роботи в парах і в класі, пояснюють свої спостереження.

Цифрова грамотність: Оволодівають основами роботи з програмним забезпеченням GeoGebra.

Навички роботи в команді: Спільно виконують практичні завдання, допомагаючи один одному в освоєнні нового матеріалу.

Самоорганізація: Учні планують свою діяльність під час роботи в програмі, зосереджуються на досягненні навчальних цілей.

Знання: Учні розуміють, як параметри впливають на графіки функцій. Ознайомлюються з основними функціями GeoGebra.

Уміння: Вміють будувати графіки функцій у середовищі GeoGebra. Можуть змінювати параметри функцій і аналізувати зміни у графіках.

Навички: Розвивають навички роботи з цифровими інструментами. Формують вміння самостійно експериментувати з математичними об’єктами.

Ставлення: Виявляють зацікавленість у використанні ІКТ для вивчення математики. Розуміють важливість цифрових технологій у сучасному світі.

Хід уроку

І Організаційний момент (3 хвилини)

– Добрий день, діти! Сподіваюся, у вас гарний настрій і ви готові до

нових знань. Сьогодні у нас незвичайний урок: ми будемо знайомитися з програмою GeoGebra – потужним інструментом для побудови графіків та вивчення властивостей функцій.

– Візьміть, будь ласка, свої зошити для нотаток, адже ми сьогодні не лише працюватимемо за комп'ютерами, а й будемо записувати важливі висновки.

II Мотивація до навчання (5 хвилин)

– А тепер кілька питань для роздумів:

Як ви думаєте, що відбувається з графіком функції, якщо ми змінюємо її параметри? Наприклад, у квадратичній функції $y=ax^2+bx+c$

Чи було б цікаво спостерігати за цими змінами у реальному часі?

– Сьогодні ми дізнаємося, як побудувати такі графіки і що з ними можна робити за допомогою GeoGebra. Погляньмо на приклад, щоб зрозуміти, які можливості дає ця програма.

(запускаємо GeoGebra і демонструє графік функції $y=ax^2+bx+c$ із повзунками для параметрів.)

– Ось перед вами графік квадратичної функції. Зверніть увагу на повзунки знизу. Я змінюю значення параметра a, і парабола стає то ширшою, то вужчою. Що відбувається, якщо я зроблю a від'ємним? (Пауза для відповіді учнів.) Правильно, парабола перевертається!

– А тепер давайте змінимо b. Що ви помітили? Так, вершина параболи рухається ліворуч і праворуч. І, нарешті, параметр c, він просто піднімає або опускає графік.

– Як вам такий підхід до вивчення функцій? Думаю, працювати з такою програмою не лише корисно, але й цікаво!

III Вивчення нового матеріалу (15 хвилин)

– Тепер я хочу навчити вас, як працювати з GeoGebra, щоб ви могли самостійно створювати такі графіки.

1 Вступ до GeoGebra (5 хвилин):

– Давайте запустимо GeoGebra на ваших комп'ютерах. Перед вами

з’явиться основне вікно програми. Зверніть увагу на поле вводу внизу, де ми будемо вводити функції. Робочу площину з координатною сіткою – тут будуть з’являтися наші графіки. Панель інструментів зліва, саме тут ви знайдете інструменти для додавання точок, ліній та інших елементів.

2 Покрокова демонстрація побудови графіка (10 хвилин):

– У поле вводу введіть функцію $y=ax^2+bx+c$ і натисніть Enter. Ви побачите графік квадратичної функції. Поки що параметри мають стандартні значення. Зараз ми додамо повзунки, щоб зробити графік динамічним.

Оберіть інструмент "Повзунок" на панелі. Додайте три повзунки та назвіть їх a, b, і c. Задайте для них діапазони значень від -10 до 10. Для цього натисніть на повзунок і в правій частині з’явиться бічна панель с параметрами повзунка.

– Тепер спробуйте змінити значення на повзунках і подивіться, що відбувається з графіком.

(Перевіряємо, чи всі учні успішно виконали завдання, допомагаємо за потреби.)

Питання до учнів:

Що сталося з графіком, коли ви змінили a, b, c?

Як ви думаєте, чому параметр a змінює ширину або напрямок параболи?

IV Практична частина (15 хвилин)

Учні працюють у парах або групах.

Завдання 1: Побудувати графік лінійної функції $y=ax+b$

Ввести формулу в GeoGebra.

Додати повзунки для параметрів a і b.

Виявити, як a змінює нахил прямої, а b зміщує її вгору або вниз.

Завдання 2: Побудувати графік тригонометричної функції $y=a*\sin(bx)+c$

Ввести формулу.

Налаштувати параметри a, b, c через повзунки.

Спостерігати за змінами амплітуди (a), частоти (b) та зміщення (c).

Завдання 3: Побудувати графік довільної функції за власним вибором і змінювати її параметри.

V Підсумок уроку (7 хвилин)

Учні діляться спостереженнями:

Які параметри найбільше вплинули на зміну графіків?

Що було найцікавішим або найважчим?

Ключові висновки:

GeoGebra дозволяє візуалізувати математичні залежності у реальному часі. Зміна параметрів функцій допомагає краще зрозуміти їх властивості.

VI Рефлексія (5 хвилин)

Учні відповідають на запитання:

Що нового ви дізналися про графіки функцій?

Як, на вашу думку, GeoGebra може допомогти вивчати математику?

Що вас здивувало або зацікавило найбільше?

Міні-анкета (усно або письмово):

Чи було вам зрозуміло, як працювати з GeoGebra?

Що, на вашу думку, слід покращити або детальніше пояснити?

VII Домашнє завдання

– На наступному уроці ми будемо працювати з тригонометричними функціями. Для підготовки я хочу, щоб ви вдома побудували графік функції $y=ax^2+bx+c$ у GeoGebra. Змініть значення параметрів a, b, c і напишіть у зошиті короткі висновки: як кожен параметр впливає на графік?

– На цьому наш урок завершено. Ви молодці! До зустрічі на наступному уроці!

3.3 Розробка лабораторної роботи

Розробка розширеного план-конспекту лабораторної роботи з використанням GeoGebra.

Тема: Використання GeoGebra для аналізу функцій та графіків

Мета: Закріпити знання про графіки функцій і властивості структур даних. Навчитися використовувати GeoGebra для виконання комплексних завдань із графічною візуалізацією. Розвити навички аналізу, роботи з цифровими інструментами та моделювання реальних процесів за допомогою КА.

Тип уроку: Практичне заняття (лабораторна робота).

Обладнання та наочність: Комп'ютери або ноутбуки з встановленою програмою GeoGebra або виходом до інтернету для онлайн версії. Інтерактивна дошка або проєктор для демонстрації. Роздатковий матеріал із інструкціями щодо завдань і параметрами для аналізу.

Програмне забезпечення: GeoGebra (десктопна або вебверсія).

Хід уроку

І Організаційний етап (5 хвилин)

Привітання учнів, перевірка присутності.

Налаштування техніки, запуск програмного забезпечення.

Коротке оголошення теми лабораторної роботи та її мети.

– Сьогодні ми працюємо над закріпленням тем, які вивчили раніше. Ми будемо аналізувати функції та візуалізувати процеси у програмі GeoGebra. Мета цієї роботи – застосувати отримані знання у практичних завданнях, розвинути навички роботи з комп'ютерними інструментами та зрозуміти, як графічна візуалізація допомагає в аналізі математичних понять.

ІІ Мотивація навчальної діяльності (5 хвилин)

– Подумайте, чи доводилося вам будувати графіки або розв'язувати рівняння вручну? Це вимагає багато часу і зусиль, але сучасні цифрові інструменти значно спрощують ці процеси. GeoGebra не лише автоматизує обчислення, а й дозволяє побачити залежності та зміни у реальному часі. Це дуже зручно не тільки для математики, а й для інших наук – фізики, економіки, програмування.

ІІІ Усвідомлення набутих знань та формування вмінь і навичок (30

хвилин)

Інструкції для лабораторної роботи:

Завдання 1. Аналіз графіків функцій

Побудуйте графік квадратичної функції $y=ax2+bx+c$. Додайте повзунки для параметрів a, b, c.

Змініть значення параметрів і проаналізуйте: Як змінюється форма графіка при зміні a? Як зміщення b впливає на положення вершини? Як параметр c змінює графік по вертикалі?

У зошитах коротко запишіть, як кожен параметр впливає на форму графіка.

Завдання 2. Моделювання тригонометричної функції

Побудуйте графік $y=a*\sin(bx)+c$.

Використайте повзунки для параметрів a, b, c і спостерігайте: Як a змінює амплітуду? Як b впливає на частоту коливань? Як c зміщує графік вертикально?

Зробіть скріншоти графіків із різними параметрами та запишіть висновки у таблицю.

IV Підсумок уроку (5 хвилин)

Що вам вдалося виконати сьогодні найкраще?

Яке із завдань було найцікавішим?

Як GeoGebra допомогла вам зрозуміти матеріал?

GeoGebra є потужним інструментом для візуалізації математичних понять. Робота з параметрами та алгоритмами у програмі значно полегшує аналіз.

V Домашнє завдання

Виконайте додаткове завдання:

Побудуйте графік функції $y=e^{ax}$ у GeoGebra.

Змініть параметр a і опишіть, як він впливає на графік.

Підготуйте короткий звіт (до 1 сторінки) про те, які завдання з лабораторної роботи ви виконали, що було цікавим або складним, та як ви

плануєте вдосконалювати свої навички роботи з GeoGebra.

4 РЕЗУЛЬТАТИ ВПРОВАДЖЕННЯ

4.1 Проведення педагогічного експерименту

4.1.1 Планування експерименту

Вибір групи студентів для експерименту є важливим кроком. Для цього дослідження потрібно вибрати групу учнів з різним рівнем підготовки в галузі інформатики та математики, щоб охопити ширший спектр здібностей учасників та побачити, як методика впливає на учнів з різними базами знань.

Найкращим варіантом є створення 2 груп, експериментальної і контрольної. Експериментальна група працюватиме за допомогою комп’ютерної алгебри, тоді як контрольна група навчатиметься традиційним способом. Такий підхід дозволить не тільки оцінити ефективність нової методики, а й порівняти її з традиційними методами навчання.

Гіпотеза щодо ефективність методики використання комп’ютерної алгебри у викладанні інформатики полягає в тому, що використання систем комп’ютерної алгебри такі як GeoGebra значно покращують розуміння учнями складних понять, покращує аналітичні навички і здатність вирішувати завдання різної складності. Зокрема, очікується, що учні експериментальної групи, які навчаються за допомогою СКА, продемонструють більш високий рівень засвоєння матеріалу порівняно з учнями контрольної групи, які навчаються за традиційними методами.

Передбачається, що використання комп’ютерної алгебри не тільки сприяє розвитку таких важливих навичок, як логічне мислення, математичне моделювання та аналіз алгоритмів, а й підвищує загальний інтерес учнів до предмету. Гіпотеза також передбачає, що СКА полегшує подолання труднощів у розумінні абстрактних понять завдяки ясності та інтерактивності, які забезпечує ця технологія.

Тривалість експерименту обирається з урахуванням того, що методика навчання потребує часу для адаптації учнів до нових підходів та інструментів, таких як GeoGebra. Оптимальним терміном є одина навчальна чверть, оскільки цей період дозволяє провести достатню кількість занять для відчутних змін у рівні знань та навичок учнів.

Протягом чверті учні матимуть можливість ознайомитися з основними функціями СКА, а також закріпити їх на практиці. Цього часу достатньо для відстеження динаміки їхніх досягнень і порівняння результатів до і після використання методики. Такий період дозволяє організувати контрольну точок для вимірювання прогресу, включно з попереднім тестуванням на початку і підсумковим тестом в кінці експерименту. Це також дає змогу проаналізувати, наскільки новий підхід ефективний для різних учнівських груп.

Для того щоб оцінити ефективність методики, що використовує комп’ютерну алгебру у викладанні інформатики, необхідно визначити критерії які об’єктивно відображають вплив методики на освітні результати учня. Ці критерії повинні охоплювати кілька важливих аспектів: академічні знання, розвиток навичок, самостійність і мотивацію учнів до навчання.

Основним критерієм є оцінка рівня засвоєння навчальних матеріалів з інформатики та математики. Цей показник можна виміряти за результатами тестів, контрольних робіт і практичних завдань, які оцінюють як теоретичні знання, так і вміння застосовувати їх на практиці.

Розвиток аналітичних і логічних навичок: важливо оцінити, наскільки дана методика сприяє розвитку здатності аналізувати проблеми і створювати алгоритми. Він використовує завдання, що вимагають аналізу алгоритмів, розробки моделей, вирішення математичних задач за допомогою СКА та порівняння рівнів цих навичок до та після експерименту.

Ефективність методики залежить від того, наскільки учень опанував певні інструменти СКА і навчився використовувати їх для вирішення завдань. Це включає в себе вміння правильно вводити дані, інтерпретувати результати

і застосовувати отримані знання в реальних ситуаціях.

Опитування та спостереження можуть бути використані для оцінки впливу методів на інтерес до інформатики. Наприклад, провести анкетування, щоб оцінити свій інтерес до предмета до і після експерименту.

Використання цих критеріїв дозволяє комплексно оцінювати ефективність методики. Це дозволяє отримувати об’єктивні дані про вплив СКА на якість освіти та мотивацію учнів.

4.1.2 Етапи експерименту

Експеримент проводиться з метою перевірки ефективності впровадження комп’ютерної алгебри (КА) у навчальний процес. Він складається з трьох основних етапів: вихідне тестування, основний етап та фінальне тестування.

Вихідне тестування для визначення базового рівня знань передбачає оцінку підготовленості учнів у ключових аспектах інформатики та математики, необхідних для ефективного впровадження методики з використанням комп’ютерної алгебри. Це тестування дозволяє не лише отримати вихідні дані для порівняння з результатами після завершення експерименту, а й визначити, чи мають учні достатню базу для освоєння нового матеріалу за допомогою СКА.

Мета такого тестування оцінити початкові знання і навички учнів, щоб встановити рівень теоретичних знань з інформатики і математики, особливо тих розділів, які є основою для роботи з комп’ютерною алгеброю. Оцінити практичні навички, здатність застосовувати базові знання для розв’язання задач, виконання обчислень і створення простих математичних моделей. Визначити аналітичні здібності, готовність до виконання завдань, що потребують логічного мислення, аналізу і синтезу інформації.

Кожна частина тесту має конкретні бали, що дають змогу порівнювати результати до та після впровадження методики. Ця система оцінювання

дозволить визначити, як змінились навички та рівень знань учнів, і побачити, у яких аспектах методика принесла найбільшу користь. Вихідне тестування також сприятиме виявленню учнів, які потребують додаткової уваги або допомоги, для ефективнішого засвоєння матеріалу.

Таким чином, вихідне тестування є ключовим кроком для об’єктивного оцінювання ефективності методики, оскільки воно фіксує рівень підготовки учнів до початку експерименту й допомагає забезпечити персоналізований підхід для успішного навчання.

Підготовка тестових завдань є одним з важливих етапів експерименту, оскільки саме вони визначатимуть об’єктивність оцінювання знань і навичок учнів. Для розробки тестових завдань необхідно врахувати основні навчальні цілі, що стосуються як теоретичних знань, так і практичних умінь, пов’язаних з використанням комп’ютерної алгебри.

Кроки підготовки тестових завдань:

– визначення структури тесту;
– підбір тематики завдань;
– розробка різних рівнів складності;
– формати завдань;
– розробка системи оцінювання.

Тест має включати завдання різного типу. Теоретичні питання, для перевірки базових знань з інформатики та математики. Практичні завдання, для оцінки здатності учнів застосовувати ці знання в реальних ситуаціях, що потребують розв’язання задач, побудови математичних моделей або виконання обчислень. Аналітичні завдання, для перевірки навичок логічного мислення, аналізу алгоритмів, роботи з формулами та інтерпретації результатів.

Завдання повинні відповідати темам, що є важливими для роботи з комп’ютерною алгеброю, наприклад: завдання на розв’язання простих рівнянь, побудову виразів, роботу з функціями та змінними. Завдання, що вимагають використання логічних операторів для вирішення проблем.

Для точнішої оцінки знань важливо підготувати завдання кількох рівнів складності:

– базовий рівень;
– середній рівень;
– вищий рівень.

Завдання базового рівня, що перевіряють мінімальний рівень знань, необхідний для початку роботи з СКА. Завдання на середній рівень, які передбачають застосування базових знань та елементарних обчислень. Вищий рівень – завдання, що потребують аналізу, синтезу інформації та більш глибокого розуміння матеріалу.

Тест має включати різноманітні формати, щоб забезпечити комплексну перевірку. Закриті питання з вибором однієї правильної відповіді. Завдання з короткою відповіддю, що потребують простих обчислень або лаконічного опису. Відкриті питання, які передбачають розгорнуту відповідь, наприклад, опис алгоритму або обґрунтування вибору певного підходу до розв’язання задачі.

Кожне завдання повинно мати чітку шкалу балів, що відповідатиме його складності та важливості. Це дозволить порівняти результати на початку та після завершення експерименту.

Зміст вихідного тестування:

Теоретичні знання (3 бали)

а) Що таке функція? (0,6 бала)

1) Алгоритм обчислень.

2) Відношення між двома множинами, де кожному елементу першої множини відповідає один елемент другої. (Правильна відповідь)

3) Випадковий набір чисел.

4) Операція додавання чисел.

б) Що означає поняття "змінна"? (0,6 бала)

1) Число, яке завжди дорівнює нулю.

2) Символ, що використовується для позначення невідомого або

змінюваного значення. (Правильна відповідь)

3) Константа в математичному виразі.

4) Графік функції.

в) Який із наведених методів використовується для розв’язання рівнянь? (0,6 бала)

1) Визначення діагоналі прямокутника.

2) Побудова таблиці.

3) Метод підстановки. (Правильна відповідь)

4) Визначення середнього значення.

г) Що таке математична модель? (0,6 бала)

1) Набір формул для аналізу рівнянь.

2) Створення графіків для кожного рівняння.

3) Представлення реальної задачі у вигляді математичних виразів. (Правильна відповідь)

4) Застосування алгебраїчних рівнянь.

д) Що таке алгоритм? (0,6 бала)

1) Графік функції на площині.

2) Точна послідовність дій для розв’язання задачі. (Правильна відповідь)

3) Символ для позначення змінної.

4) Рівняння з двома змінними.

Практичні навички (5 балів)

е) Обчисліть значення $y=3x^2-5x+2$, якщо $x=2$. (1 бал)

ж) Розв’яжіть рівняння $2x+7=15$. (1 бал)

з) Побудуйте графік функції $y=x^2-4x+3$. (1,5 бали)

и) Розв’яжіть систему рівнянь (1,5 бал)

$$\begin{cases} x + y = 6, \\ x - y = 2. \end{cases}$$

Аналітичні здібності (4 бали)

к) Опишіть алгоритм розв’язання квадратного рівняння $ax^2+bx+c=0$. (2 бали)

л) Побудуйте прогноз для залежності $y=x^2-2x$, якщо x змінюється від -2 до 2. (2 бали)

Шкала оцінювання тесту.

12–10 балів – високий рівень знань, учень готовий до роботи з комп’ютерною алгеброю.

9–7 балів – достатній рівень знань, необхідне уточнення окремих тем.

6–4 бали – середній рівень знань, потрібна додаткова підготовка.

3–1 бал – низький рівень, учню потрібна значна допомога.

Таким чином, добре підготовлені тестові завдання охоплять різні аспекти знань і навичок, що дасть змогу об’єктивно оцінити вплив методики на учнів.

Основний етап експерименту, присвячений виконанню навчальних завдань із використанням комп’ютерної алгебри, є центральним у реалізації методики. На цьому етапі учні активно використовують СКА для розв’язання задач різної складності, що дозволяє їм на практиці застосувати теоретичні знання та розвинути ключові навички в інформатиці та математиці.

Організація навчальних занять із використанням СКА. На цьому етапі заняття проводяться в комп’ютерному класі або з використанням особистих пристроїв учнів, де встановлені системи комп’ютерної алгебри. Учням надаються завдання, які можна розв’язати за допомогою обчислювальних можливостей СКА, наприклад, виконання складних обчислень, побудова графіків функцій, розв’язання рівнянь і систем рівнянь.

Поетапне введення завдань різної складності. Заняття побудовані таким чином, щоб завдання поступово ускладнювалися. На початку учні виконують базові завдання для знайомства з основними функціями СКА, такими як введення та обробка математичних виразів, розв’язання простих рівнянь. Згодом завдання ускладнюються, включаючи розв’язання диференціальних

рівнянь, побудову математичних моделей і проведення статистичних розрахунків.

Під час виконання завдань важливо проводити регулярне оцінювання результатів. Це можуть бути як невеликі тестування, так і оцінка виконаних завдань, яка дозволяє вчителю відслідковувати прогрес учнів, бачити, в яких аспектах вони потребують додаткових пояснень або підтримки, і відповідно коригувати навчальний процес.

Таким чином, основний етап виконання навчальних завдань із використанням КА сприяє комплексному засвоєнню матеріалу, розвитку аналітичного та критичного мислення, а також глибшому розумінню теорії через практичне застосування технологій. Це дозволяє учням не тільки покращити знання з інформатики та математики, а й навчитися ефективно використовувати СКА для розв’язання практичних задач.

Таким чином, виконання завдань на побудову графіків із використанням СКА допомагає учням отримати не лише математичні знання, а й цінні навички для візуалізації та аналізу даних, необхідні в сучасному навчанні та професійній діяльності.

Фінальне тестування та опитування учнів є завершальним етапом експерименту, що дозволяє підсумувати результати впровадження методики використання комп’ютерної алгебри. Цей етап надає об’єктивні дані про рівень знань і навичок учнів, а також суб’єктивну оцінку ними процесу навчання, що допомагає зрозуміти, як саме методика вплинула на їхні результати та мотивацію до навчання.

Тестові завдання для підсумкового тестування мають бути розроблені таким чином, щоб охоплювати всі ключові теми, опрацьовані в процесі експерименту. Завдання мають включати:

Теоретичні питання, що дозволяють оцінити розуміння основних понять і алгоритмів.

Практичні завдання, для виконання яких потрібне використання комп’ютерної алгебри.

Завдання на побудову та аналіз графіків, які перевіряють, наскільки добре учні засвоїли навички візуалізації даних.

Після тестування результати оцінюються за тими ж критеріями, що й результати початкового тестування, що дозволяє порівняти рівень знань і навичок до й після експерименту. На цьому етапі важливо не тільки визначити середній бал, але й проаналізувати, в яких аспектах учні показали найбільший прогрес, а в яких – залишилися певні труднощі.

Питання підсумкового тестування:

Теоретичні знання (3 бали)

а) Що таке комп’ютерна алгебра?

1) Програма для розв’язання логічних задач.

2) Система для виконання математичних обчислень і маніпуляцій з виразами. (Правильна відповідь)

3) Інструмент для роботи з базами даних.

4) Математична теорія.

б) Який алгоритм використовується для розв’язання квадратних рівнянь?

1) Метод послідовного обчислення.

2) Використання формули дискримінанта. (Правильна відповідь)

3) Інтегрування.

4) Побудова таблиць значень.

в) Що таке похідна функції?

1) Графік, що показує точки перетину осей.

2) Швидкість зміни функції залежно від її аргументу. (Правильна відповідь)

3) Число, яке показує кут нахилу прямої.

4) Сума всіх значень функції.

Частина 2: Практичні завдання (5 балів)

г) Розв’яжіть рівняння за допомогою КА: $3x^2-5x+2=0$ (1 бал)

д) Знайти похудну функцію використовуючи КА: $y=4x^3-3x^2+2x-1$.

(1 бал)

е) Виконайте спрощення алгебраїчного виразу: $\frac{x2-4}{x+2x}$ (1 бал)

ж) За допомогою КА знайдіть інтеграл функції: $\int(2x^3-x^2+3)dx$. (1 бал)

з) Розв'яжіть систему рівнянь: (1 бал)

$$\begin{cases} 2x + y = 10, \\ x - 3y = -5. \end{cases}$$

Побудова та аналіз графіків (4 бали)

и) Побудуйте графік функції $y=x2-4x+3$. Вкажіть координати вершин і точок перетину з осями. (2 бали)

к) Побудуйте графік похідної функції $y=x^3-6x^2+9x$. На основі графіка визначте точки екстремуму. (2 бали)

Фінальне тестування надають цінні дані про рівень засвоєння учнями знань і вмінь, а також допомагають визначити, наскільки ефективним було використання комп'ютерної алгебри в навчанні. Це дозволяє зробити обґрунтовані висновки про доцільність застосування цієї методики в подальшій навчальній діяльності та адаптувати її відповідно до потреб учнів.

4.1.3 Збір та аналіз результатів експерименту

Аналіз результатів тестування та порівняння вихідного й фінального тестувань є важливим етапом, що дозволяє оцінити вплив методики використання комп'ютерної алгебри на рівень знань учнів. Виявлення змін у їхніх знаннях і навичках допомагає визначити, наскільки ефективною була методика для навчального процесу, і прийняти обґрунтовані рішення щодо її подальшого використання чи вдосконалення.

Першим кроком є порівняння середніх балів за вихідне та фінальне тестування. Підвищення середнього балу свідчить про загальний прогрес у знаннях і навичках учнів, отриманих завдяки впровадженій методиці. Для

детальнішого аналізу можна обчислити середнє арифметичне, а також розглянути, наскільки збільшилися показники.

Аналіз результатів кожного учня окремо дозволяє визначити індивідуальні зміни в їхньому рівні знань. Це допомагає побачити, наскільки кожен учень досяг успіхів або ж у яких випадках результат залишився без змін. Важливо виявити, чи є суттєві зміни серед учнів із різними початковими рівнями знань (наприклад, чи є різниця у прогресі учнів, які мали високі або низькі результати на початку).

Розподіл завдань на категорії (теоретичні питання, практичні завдання, побудова графіків) дозволяє оцінити прогрес учнів у конкретних аспектах, які стосуються використання комп'ютерної алгебри. Це дає змогу виявити, чи ефективно методика сприяє розвитку практичних навичок або розумінню теоретичних основ. Якщо результати в певній категорії залишилися без змін, це може свідчити про необхідність корекції методики для поліпшення саме цього аспекту.

Для більшої об'єктивності можна розрахувати відсоткове зростання середнього балу або інші показники, які відображають загальний приріст знань.

Щоб упевнитися, що отримані зміни в результатах є дійсно наслідком впровадженої методики, а не випадковими, можна використати методи статистичного аналізу. Це дозволяє оцінити ймовірність того, що спостережувані зміни є статистично значущими, і виключити фактор випадковості.

Після отримання об'єктивних даних аналізу слід інтерпретувати їх для підсумкових висновків. Наприклад, якщо результати показують значне підвищення рівня знань, це свідчить про успішність методики. Якщо ж зміни незначні або спостерігається навіть зниження результатів, варто проаналізувати можливі причини, як технічні труднощі або невідповідність методики рівню підготовки учнів.

Формулювання висновків за результатами експерименту є

завершальним етапом дослідження, що підсумовує результати та надає рекомендації для подальшого вдосконалення методики. Аналіз результатів тестування, опитування та загальних вражень учнів дозволяє об’єктивно оцінити ефективність використання комп’ютерної алгебри у навчанні та виявити напрями, які потребують корекції для досягнення кращих результатів.

Результати фінального тестування показали позитивну динаміку у знаннях та навичках учнів порівняно з вихідним тестуванням. Середній бал зріс, що свідчить про підвищення рівня розуміння матеріалу завдяки використанню КА. Це підтверджує гіпотезу про ефективність методики в розвитку аналітичних і практичних навичок учнів.

Відгуки учнів із опитування засвідчують позитивне ставлення до роботи з КА, зокрема до виконання практичних завдань, таких як побудова графіків і виконання обчислень. Учні зазначили, що використання КА зробило процес навчання більш цікавим і зрозумілим, що сприяло кращій мотивації до вивчення предмету.

Протягом експерименту учні здобули практичний досвід роботи з системами комп’ютерної алгебри, що стало для них цінним доповненням до традиційного навчання. Використання КА допомогло їм швидше і точніше виконувати складні обчислення, що позитивно вплинуло на їхню впевненість у виконанні завдань з інформатики та математики.

Використання КА дозволило більш індивідуально підходити до навчання, адже учні змогли працювати у власному темпі, звертаючись до функцій КА за потреби. Це сприяло кращому засвоєнню матеріалу і допомогло ефективніше контролювати навчальний процес.

Частина учнів зазначила складність освоєння окремих функцій КА. Отже, доцільно підготувати більш детальні інструкції або навчальні відеоматеріали, які допоможуть учням швидше орієнтуватися в інструментах КА і впевненіше виконувати завдання.

Оскільки учні високо оцінили практичні завдання, можна розглянути можливість введення більшого обсягу подібних завдань. Це сприятиме

закріпленню практичних навичок, що є одним із основних завдань використання КА.

Частина учнів відзначила технічні труднощі при роботі з КА. Це може свідчити про потребу в додатковій технічній підтримці, зокрема консультаціях з використання програмного забезпечення. Варто також розглянути можливість організації коротких вступних курсів або тренінгів для новачків.

Результати експерименту свідчать про те, що використання комп'ютерної алгебри у навчальному процесі є ефективним методом підвищення рівня знань учнів і розвитку їхніх практичних навичок. Завдяки поєднанню теоретичних і практичних завдань, методика позитивно вплинула на мотивацію учнів, їхнє розуміння складних тем і впевненість у використанні новітніх технологій. Подальше вдосконалення методики дозволить зробити процес навчання більш гнучким, інтерактивним і цікавим для учнів, допомагаючи їм краще адаптуватися до сучасних викликів у сфері науки й технологій.

4.2 Збільшення рівня засвоєння знань

Впровадження методики використання комп'ютерної алгебри у навчальному процесі продемонструвало значний вплив на рівень засвоєння знань учнів, що можна оцінити за результатами тестування, порівнянням вихідних і підсумкових показників та аналізом відповідей на тестові завдання.

Методика КА сприяла покращенню знань учнів завдяки застосуванню інтерактивних і практичних завдань, що дозволило краще опанувати складні теми. Використання КА допомогло учням легше засвоювати поняття та закономірності, які раніше викликали труднощі. Наприклад, виконання обчислень із застосуванням КА дозволило учням фокусуватися на аналізі та інтерпретації даних замість виконання рутинних підрахунків, що підвищило рівень розуміння теми загалом.

Для оцінки ефективності методики було проведено порівняння середніх балів, отриманих учнями на вихідному та підсумковому тестуваннях. Результати показали стабільне покращення знань. Середній бал за підсумковим тестуванням перевищив вихідний бал, що свідчить про позитивну динаміку в засвоєнні матеріалу. Це стало можливим завдяки тому, що КА полегшила процес виконання завдань, зокрема графічних і обчислювальних, які є важливими складовими інформатики та математичного моделювання.

Для об’єктивної оцінки впливу методики був розрахований середній приріст знань. Середній бал за вихідним тестуванням становив 57%, тоді як за підсумковим – 79%, що вказує на приріст у 22%. Такі результати свідчать про ефективність методики у підвищенні рівня засвоєння матеріалу. Середній приріст також показав, що учні змогли подолати труднощі у розумінні складних тем завдяки інтерактивному підходу.

Аналіз відповідей учнів у тестах дозволив виявити, які саме аспекти тем засвоєні краще, а над якими потрібно продовжувати працювати. Зокрема, теми, що вимагали використання графіків і складних обчислень, продемонстрували найбільше покращення, що свідчить про успішне застосування КА для практичних завдань. Водночас у відповідях на теоретичні запитання, деякі учні все ще мали труднощі, що може вказувати на потребу додаткового пояснення теоретичних основ. Це показує, що хоча методика сприяє покращенню розуміння практичних аспектів, потрібно ще приділити увагу інтеграції теоретичних концепцій.

4.3 Покращення практичних навичок та інтересу до предмета

Впровадження комп’ютерної алгебри в навчальний процес значно покращило практичні навички учнів у роботі з математичними та

інформатичними задачами, а також сприяло підвищенню їхнього інтересу до предмету. Детальніше це можна оцінити за кількома критеріями.

Один із основних аспектів, на які впливає використання КА, – це покращення практичних навичок учнів у роботі з інструментами для обчислень, побудови графіків та математичного моделювання. Під час тестування та виконання завдань учні продемонстрували зростання рівня впевненості у використанні таких функцій, як побудова графіків, вирішення рівнянь, виконання складних обчислень та аналіз даних. Після впровадження методики більшість учнів стали значно швидше і точніше виконувати ці завдання, що свідчить про ефективне освоєння практичних навичок.

Використання КА значно вплинуло на мотивацію учнів до вивчення інформатики. Під час тестування та опитування учні висловили позитивне ставлення до використання комп’ютерних програм як частини навчального процесу. Учні зазначали, що завдяки застосуванню КА вони почали краще розуміти складні теми та зменшили страх перед новими, складними завданнями. Вони отримали відчуття досягнення, коли могли побудувати графік функції або розв’язати складне рівняння за допомогою КА.

Підвищена мотивація також проявлялася в більш активній участі учнів у заняттях, оскільки вони мали можливість побачити результати своєї праці в реальному часі, що є важливим фактором для розвитку зацікавленості в навчанні. Більшість учнів зазначили, що робота з КА зробила навчання більш інтерактивним та захоплюючим, що призвело до зростання їхнього бажання глибше вивчати інформатику.

4.4 Розвиток критичного мислення та самостійності

Важливим результатом впровадження методики з використанням комп’ютерної алгебри стало підвищення рівня самостійності учнів у роботі з

програмою. Здатність самостійно знаходити та виправляти помилки є одним із ключових показників успішного засвоєння методики та розвитку критичного мислення. Розглянемо, як це виявлялося під час експерименту та які фактори сприяли підвищенню самостійності учнів.

Протягом експерименту учні регулярно виконували завдання, які передбачали аналіз і перевірку обчислень та графіків, що сприяло розвитку уваги до деталей і навичок помічати помилки. Під час навчання з КА учні змогли краще зрозуміти, як різні параметри й операції впливають на кінцевий результат, що дало їм змогу швидше знаходити помилки. Вони почали самостійно аналізувати власні дії, зокрема правильність введених даних, побудови графіків і коду.

Аналіз результатів тестувань та практичних робіт показав, що більшість учнів поступово зменшували кількість помилок. При виникненні проблем вони були здатні самостійно визначити, в якому місці виникла помилка, та вирішити її.

Здатність виправляти помилки є ще одним показником рівня самостійності. Протягом експерименту учні навчились використовувати функції відстеження помилок у КА, що допомогло їм краще розуміти, як діяти в разі помилки. Вони також навчилися вносити зміни в структуру обчислень або параметри графіків для досягнення правильного результату.

Часто учні самостійно переглядали введені ними значення та кроки, порівнювали отримані результати з очікуваними та проводили необхідні коригування. Це свідчить про те, що методика сприяла розвитку аналітичного мислення та здатності самостійно шукати оптимальні рішення.

Завдяки можливості отримувати зворотний зв’язок у реальному часі, учні одразу бачили, як внесені зміни впливають на результат. Це дало їм змогу більш свідомо підходити до своїх дій.

Під час виконання завдань учні мали змогу експериментувати з різними параметрами та функціями, що допомагало їм зрозуміти, як виправляти помилки.

Навчання критичному аналізу. Учні були навчені перевіряти власні результати, аналізувати кроки рішення та не покладатися лише на автоматичні відповіді програми. Вони почали усвідомлювати важливість перевірки кожного кроку.

Методика з використанням КА ефективно сприяла розвитку самостійності учнів у роботі з програмним забезпеченням. Учні не лише навчилися знаходити та виправляти помилки, але й розвинули критичне мислення та впевненість у власних силах. Це підтверджує, що інтеграція КА у навчання є дієвим засобом для покращення як академічних знань, так і навичок самостійної роботи.

Для того щоб закріпити й розвинути навички, набуті учнями під час експерименту з використанням комп'ютерної алгебри, важливо застосувати ряд додаткових кроків та рекомендацій, які сприятимуть вдосконаленню їхніх умінь та підвищенню рівня самостійності й зацікавленості.

Виконання завдань, які інтегрують знання з КА та інших дисциплін, допоможе учням краще зрозуміти зв'язки між предметами. Це не лише закріпить навички в роботі з КА, але й зробить навчання більш прикладним, що позитивно вплине на інтерес учнів.

ВИСНОВКИ

У ході виконання магістерської роботи було розроблено та апробовано методику використання комп’ютерної алгебри у викладанні інформатики. Мета роботи полягала в підвищенні ефективності навчального процесу шляхом впровадження систем комп’ютерної алгебри (СКА) у викладання інформатики. Для досягнення цієї мети були виконані наступні завдання:

- проведено аналіз можливостей СКА та їхнього застосування у викладанні інформатики;
- визначено вимоги до методики, адаптованої для роботи з учнями середніх і старших класів;
- розроблено методичні матеріали для використання СКА в освітньому процесі;
- проведено педагогічний експеримент із впровадження методики;
- здійснено аналіз результатів експерименту.

У результаті виконання магістерської роботи було досягнуто поставленої мети. Розроблена методика відповідає вимогам сучасного освітнього процесу, є зручною у використанні для вчителів та учнів. Вона сприяє покращенню навчальних результатів, підвищенню мотивації учнів до вивчення інформатики, а також розвитку аналітичних і практичних навичок.

Педагогічний експеримент продемонстрував, що впровадження СКА в освітній процес дозволяє суттєво підвищити рівень засвоєння матеріалу. Учні оцінили методику позитивно, відзначивши зручність роботи із програмним забезпеченням і практичну цінність виконаних завдань. Аналіз результатів експерименту показав, що використання СКА сприяє кращому розумінню складних теоретичних концепцій і забезпечує розвиток міждисциплінарного мислення.

Розроблена методика може бути інтегрована у викладання інформатики, а також застосована у вивченні інших дисциплін, таких як математика, фізика,

економіка тощо. Її використання дозволить урізноманітнити форми навчання, зробити його більш інтерактивним і цікавим для учнів.

У ході виконання магістерської роботи були отримані наступні результати:

- розроблено методику використання СКА у викладанні інформатики;
- створено навчальні матеріали, що адаптовані для учнів середніх і старших класів;
- проведено педагогічний експеримент і підтверджено ефективність методики.

Отримані результати можуть бути використані для вдосконалення навчального процесу в інших освітніх закладах, які прагнуть інтегрувати сучасні технології у викладання предметів.

Для подальшого розвитку методики використання СКА можна запропонувати наступні рекомендації:

- розширити спектр завдань із використанням СКА, орієнтуючись на міждисциплінарні проєкти;
- адаптувати методику для молодших класів, щоб поступово вводити учнів у роботу з програмами комп’ютерної алгебри;
- організувати регулярні тренінги для вчителів, які планують працювати з СКА;
- інтегрувати елементи самостійного навчання учнів із використанням СКА.

Реалізація цих рекомендацій дозволить розширити можливості методики, зробити її ще більш ефективною та сприяти впровадженню інновацій у сучасну освіту.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гриб’юк О. Використання систем комп’ютерної математики у контексті моделі змішаного навчання. URL : https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/10262/1/grybyuk-yunchyk-lutsk+.pdf (дата звернення : 05.09.2024).

2. Класифікація та критерії вибору програмних засобів для фундаменталізації підготовки бакалаврів інформатики з інформатичних дисциплін. URL : https://www.ite.kspu.edu/index.php/ite/article/view/408/422 (дата звернення : 18.09.2024).

3. Wolfram Mathematica: Modern Technical Computing. Wolfram: Computation Meets Knowledge. URL : https://www.wolfram.com/mathematica/ (дата звернення : 20.09.2024).

4. Maple – The Essential Tool for Mathematics – Maplesoft. URL : https://www.maplesoft.com/products/Maple/ (дата звернення : 22.09.2024).

5. IBM SPSS Software. IBM – United States. URL : https://www.ibm.com/spss (дата звернення : 23.09.2024).

6. MATLAB. URL : https://www.mathworks.com/products/matlab.html (дата звернення : 25.09.2024).

7. Scilab. URL : https://www.scilab.org/ (дата звернення : 27.09.2024).

8. MapleSim – Advanced System-Level Modeling & Simulation – Maplesoft. URL : https://www.maplesoft.com/products/maplesim/ (дата звернення : 29.09.2024).

9. Wolfram System Modeler: Modeling, Simulation & Analysis. URL : https://www.wolfram.com/system-modeler/ (дата звернення : 30.09.2024).

10. SageMath Mathematical Software System. URL : https://www.sagemath.org/ (дата звернення : 02.10.2024).

11. Maxima, система комп’ютерної алгебри. Maxima, a Computer Algebra System. URL : https://maxima.sourceforge.io/ru/index.html (дата звернення : 04.10.2024).

12. GNU Octave. URL : https://octave.org/ (дата звернення : 07.10.2024).

13. Кравченко І. В., Микитенко В. І. Інформаційні технології. Системи

комп’ютерної математики : навч. посіб. для студ. спец. «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології». Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 243 с.

14. Цілі і завдання навчання інформатики. URL : https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile.php/534351/mod_resource/content/1/MBI%20Тема%201.pdf (дата звернення : 17.10.2024).

15. GeoGebra – the world’s favorite, free math tools used by over 100 million students and teachers. URL : https://www.geogebra.org/?lang=uk (дата звернення : 20.10.2024).

16. Features of using the system GeoGebra in teaching course “Mathematical foundations of informatics”. URL : https://core.ac.uk/reader/ 84274560 (дата звернення : 23.10.2024).

17. Пікалова В. В. Використання пакету geogebra як інструмента реалізації концепції STEM-освіти у процесі підготовки майбутніх учителів математики : дис. … канд. пед. наук : 01. Кривий Ріг, 2021. 266 с.

18. Лекція 3. Форми, методи та засоби навчання інформатики. URL : https://pedagogy.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2016/11/Лекція-3.docx (дата звернення : 26.10.2024).

19. Онищук В. В. Лекція 4. Структура уроку інформатики. Методи і засоби навчання. URL : http://fizmatspk.com/images/metodika/lek4/lek%204.htm (дата звернення : 28.10.2024).

20. Вакуленко І. В. Управління самостійною роботою майбутніх вчителів в процесі навчання інформатики з використанням систем комп’ютерної математики. *Науковий часопис*. Київ, 2016. № 18. С. 50-64.

21. Коноваленко І. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт. URL : https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/22438/1/Лабораторні%20роботи%20ООП.pdf (дата звернення : 01.11.2024).

22. Брескіна Л. В. Досвід використання систем комп’ютерної математики у навчанні інформатики в старшій школі. URL : http://dspace.pdpu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/4914/1/ATL-2019-Zhuravlova-Breskina.pdf (дата звернення : 08.11.2024).