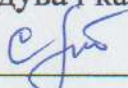


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування імені
адмірала Макарова

Навчально-науковий педагогічний інститут імені В.О. Сухомлинського
Кафедра методики викладання фізики та математики

«Допущений до захисту»

Завідувач кафедри

 Січко В.М.

« 3 » грудня 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»
зі спеціальності 014.04 Середня освіта (Математика)

на тему:

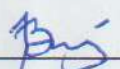
«МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ІНТЕГРОВАНИХ УРОКІВ
МАТЕМАТИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ В ЛІЦЕЯХ»

Виконала: студентка 6811м групи

 **Маханик А.К.**
(підпис)

Керівник роботи:

доктор, .ф.-м.наук, професор
(посада, науковий ступень, вчене звання)

 **Поздєєв В.О.**
(підпис)

Миколаїв – 2025 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Навчально-науковий педагогічний інститут імені В.О. Сухомлинського

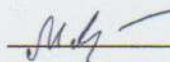
Кафедра викладання методики фізики, математики

Спеціальність 014.04

Освітня програма: Середня освіта: математика, інформатика

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Гарант освітньої програми

 **Літвінова М.Б.**
(підпис)

«22» жовтня 2024 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

Студентка:

Маханик Анастасії Костянтинівни

1. Тема роботи: «Методика проведення інтегрованих уроків математики та інформатики в ліцях»

Керівник роботи Поздєєв Валерій Олександрович, доктор фізико-математичних наук, професор Кафедри методики викладання фізики та математики, затверджені наказом ректора № 1383-УЧ від «26» листопада 2025 року

2. Термін подання роботи: 18.11.2025 року

3. Вихідні дані по роботі:

Наукові розробки вітчизняних і зарубіжних вчених, матеріали наукових конференцій.

4. Перелік питань, що належать до розробки (найменування розділів)

Розділ 1. Теоретичні засади проведення інтегрованих уроків математики та інформатики

Розділ 2. Методика проведення інтегрованих в ліцях

Розділ 3. Аналіз ефективності проведення інтегрованих уроків

5. Перелік презентаційних матеріалів

6. Консультанти розділів роботи : Овчаренко Анатолій Володимирович

7. Дата видачі завдання: 16.09.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН на 2024-25 навчальний рік

N з/п	Назва етапів кваліфікаційну роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Затвердження теми і керівника кваліфікаційної роботи	16.09.2024	
2	Видача завдання	16.09.2024	
3	Підбір літератури, узгодження структури робіт	28.10.2024	
4	Вступ. Розділ 1. Теоретичні засади проведення інтегрованих уроків математики та інформатики	30.11.2024	
5	Розділ 2. Методика проведення інтегрованих в ліцеях	17.05.2025	
	Розділ 3. Аналіз ефективності проведення інтегрованих уроків	24.09.2025	
6	Висновки, список використаних джерел	12.10.2025	
7	Захист магістерської роботи: Доповідь матеріали до захисту: • магістерська електронний варіант; • довідка з бібліотеки (перевірка на антиплагіат); • магістерська роздрукована робота (прошита); • наукова стаття у фаховому збірнику (тези) у співавторстві із керівником; • реферат (короткий зміст магістерської роботи); • відгук від керівника; • рецензія зовнішня не нижче кандидата наук; • презентація доповідь (захист)	21.11.2025	
8	Подача роботи в деканат	30.11.2025	

Студент

Маханік Анастасія Костянтинівна

Керівник роботи

Поздєєв Валерій Олександрович

АНОТАЦІЯ

Маханік А. К. Методика проведення інтегрованих уроків математики та інформатики в ліцях. Кваліфікаційна робота на здобуття ступеня вищої освіти «магістр» зі спеціальності 014.04 Середня освіта (Математика) освітньої програми «Середня освіта: математика, інформатика». Миколаїв: НУК ім. адм. Макарова, 2025. 89 сторінки.

У кваліфікаційній роботі розглянуто актуальну проблему підвищення ефективності освітнього процесу в ліцях шляхом впровадження інтегрованих уроків математики та інформатики. Обґрунтовано необхідність інтеграції як відповіді на виклики цифрової епохи, що вимагає від учнів системного мислення та вміння застосовувати знання на практиці.

Метою дослідження стало теоретичне обґрунтування та розробка науково-методичного забезпечення для проведення інтегрованих уроків, зокрема методичних рекомендацій та практичних порад для вчителів. Розкрито сутність ключових понять: «інтегрований урок», «математична компетентність», «інформатична компетентність».

Розроблена методика передбачає використання поетапного моделювання: від математичного аналізу до програмної реалізації та інтерпретації результатів. У результаті практичної апробації доведено, що інтегровані уроки значно підвищують пізнавальну активність учнів (78% опитаних визнали уроки цікавими та зрозумілими) та сприяють ефективному формуванню ключових компетентностей (логічне мислення, алгоритмізація).

Результати дослідження, а саме розроблене методичне забезпечення, можуть бути використані керівниками закладів освіти, методистами та викладачами для вдосконалення освітнього процесу та підготовки конкурентоспроможних фахівців.

Ключові слова: інтегрований урок, методика, математика, інформатика, ліцей, компетентність, системне мислення, програмування.

ABSTRACT

Makhanik A. K. Methodology for Conducting Integrated Mathematics and Computer Science Lessons in Lyceums. Qualification work for the Master's degree in the specialty 014.04 Secondary Education (Mathematics) of the educational program "Secondary Education: Mathematics, Computer Science". Mykolaiv: National University of Shipbuilding named after Admiral Makarov, 2025. 74 pages.

The qualification work addresses the urgent issue of improving the effectiveness of the educational process in lyceums through the implementation of integrated Mathematics and Computer Science lessons. The necessity of integration is substantiated as a response to the challenges of the digital age, requiring students to possess systemic thinking and the ability to apply knowledge practically.

The aim of the study was to theoretically substantiate and develop scientific and methodological support for conducting integrated lessons, specifically methodological recommendations and practical advice for teachers. The essence of key concepts such as "integrated lesson", "mathematical competence", and "informatic competence" is revealed.

The developed methodology involves the use of staged modeling: from mathematical analysis to software implementation and result interpretation. Practical testing proved that integrated lessons significantly increase students' cognitive activity (78% of students found the lessons interesting and understandable) and contribute to the effective formation of key competencies (logical thinking, algorithmization).

The results of the study, namely the developed methodological support, can be used by educational institution leaders, methodologists, and teachers to improve the educational process and train competitive specialists.

Keywords: integrated lesson, methodology, mathematics, computer science (informatics), lyceum, competence, systemic thinking, programming

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ПРОВЕДЕННЯ ІНТЕГРОВАНИХ УРОКІВ МАТЕМАТИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ	13
1.1. Сутність та значення інтегрованого навчання	13
1.2. Теоретико-методичні засади інтеграції математики та інформатики	18
1.3. Аналіз програм з математики та інформатики в ліцях	21
1.3.1. Психолого-педагогічні аспекти інтеграції предметів	27
Висновки до розділу 1	28
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ІНТЕГРОВАНИХ УРОКІВ	31
2.1. Розробка структури інтегрованого уроку	31
2.1.1 Форми і методи навчання на інтегрованих уроках	37
2.2. Використання сучасних інформаційних технологій на інтегрованих уроках	44
2.3. Оцінювання результатів навчання на інтегрованих уроках	51
2.3.1 Взаємодія між вчителем математики та інформатики	58
Висновки до розділу 2	60
РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ІНТЕГРОВАНИХ УРОКІВ	63
3.1. Оцінка рівня засвоєння знань учнями на інтегрованих уроках	63
3.2. Порівняння результатів інтегрованого та традиційного навчання	68
3.3. Досвід впровадження інтегрованих уроків у ліцях	72
Висновки до розділу 3	75
ВИСНОВКИ	78
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	83
ДОДАТКИ	89

В умовах стрімкого розвитку інформаційних технологій та зростання вимог до освітнього процесу, інтеграція навчальних дисциплін стає не просто бажаною, а й необхідною умовою якісної освіти. Особливо актуальним є поєднання математики та інформатики – двох фундаментальних наук, що взаємно доповнюють одна одну та відкривають широкі можливості для формування у студентів цілісного наукового світогляду.

Актуальність дослідження теми зумовлена низкою факторів, що відображають сучасні потреби ринку праці та виклики, які постають перед системою освіти.

По-перше, розвиток цифрової економіки та інформаційного суспільства вимагає від випускників ліцеїв не лише глибоких знань з математики та інформатики, а й уміння застосовувати їх на практиці, розв'язувати складні проблеми, критично мислити та ефективно використовувати інформаційні технології. Традиційні методи навчання часто не відповідають потребам сучасних студентів, які звикли до інтерактивного навчання та швидкого доступу до інформації. Важливість інтеграції математики та інформатики зростає, адже це дозволяє не лише вивчати теоретичні концепції, а й безпосередньо застосовувати їх у практичних завданнях, що моделюють реальні життєві ситуації.

По-друге, інноваційні методи навчання, такі як інтегровані уроки та міждисциплінарні підходи, є вимогою часу. В умовах швидкої еволюції технологій та змін у вимогах до професійних компетентностей майбутніх фахівців, традиційні форми навчання потребують суттєвого оновлення. Інтегровані уроки, зокрема, допомагають посилити мотивацію студентів, підвищити рівень їхньої активності та залученості до навчання. Ці уроки дозволяють не лише осмислити математичні та інформатичні принципи, а й бачити їхню реальну цінність через практичне застосування в різних галузях науки, техніки та повсякденного життя.

По-третє, методики навчання математики та інформатики, орієнтовані на інтеграцію, формують у студентів важливі компетентності, які є актуальними у різних галузях – від інженерії та програмування до економіки та медицини. Формування таких компетентностей як логічне мислення, алгоритмізація, моделювання, аналіз даних та вміння працювати з інформаційними технологіями є ключовим для підготовки конкурентоспроможного фахівця. Навчання математики та інформатики через призму інтеграції сприяє більш ефективному розвитку цих навичок і сприяє підвищенню впевненості студентів у власних силах та знаннях.

Окрім цього, використання інноваційних технологій, таких як інтерактивні засоби навчання, комп'ютерне моделювання та віртуальні лабораторії, відкриває нові можливості для навчання математики та інформатики. Це особливо важливо для ліцеїв, де матеріальна база іноді не дозволяє забезпечити доступ до реальних лабораторій. Завдяки інноваційним технологіям студенти можуть виконувати віртуальні експерименти, які наближають їх до реальної професійної діяльності та покращують розуміння математичних та інформатичних принципів.

Актуальність дослідження зумовлена також необхідністю забезпечення індивідуального підходу до навчання здобувачів освіти ліцеїв, враховуючи їхні різні рівні підготовки, інтереси та мотивацію. Інтеграція математики та інформатики дозволяє максимально адаптувати методику навчання під потреби та здібності кожного студента, сприяючи глибшому засвоєнню матеріалу і зниженню відсотка невстигаючих.

Нарешті, врахування інтеграції математики та інформатики у навчанні сприяє розвитку національної економіки за рахунок підготовки кваліфікованих кадрів, здатних швидко адаптуватися до нових технологій та активно використовувати знання з математики та інформатики у своїй професійній діяльності. Це дозволяє підвищити конкурентоздатність українських спеціалістів на міжнародному ринку праці, особливо у галузях,

які потребують глибокого розуміння математичних та інформатичних дисциплін.

Теоретичною основою дослідження слугують праці вітчизняних та зарубіжних науковців, які присвячені питанням інтеграції та міжпредметних зв'язків. Загальнопедагогічні засади інтеграції та її проблему за допомогою міжпредметних зв'язків активно досліджували класики світової педагогіки, зокрема Я. Коменський, І. Песталоцці, Ж. Руссо та К. Ушинський.

Сучасні аспекти цієї проблеми, зокрема інтеграцію навчального змісту, вивчали М. Арцишевська, І. Фролов, Р. Арцишевський, Н. Бібік, Н. Болотнікова, С. Гончаренко, К. Гуз, В. Ільченко, Ю. Мальований, Т. Пушкарьова, А. Сезер, А. Степанюк, І. Фролов, О. Ярошенко та інші.

Що стосується безпосередньо проблем вивчення математики та інформатики у навчальних закладах, вони знайшли відображення в працях таких науковців, як М. Жалдак, О. Пометун, Ю. Рамський, О. Семеніхіна та ін.

Проте, незважаючи на значний науковий доробок, систематичні дослідження проблем методики проведення інтегрованих уроків математики та інформатики в ліцях на сьогоднішній день є недостатніми.

Виходячи з цього, темою дослідження обрано: «Методика проведення інтегрованих уроків математики та інформатики в ліцях».

Мета дослідження – теоретично обґрунтувати та розробити науково-методичне забезпечення впровадження інтегрованих уроків математики та інформатики в ліцях шляхом створення методичних рекомендацій та практичних порад для вчителів.

Завдання дослідження:

1. Розкрити сутність понять «інтегрований урок», «математична компетентність», «інформатична компетентність».
2. Виокремити методологічні аспекти інтеграції математики та інформатики в освітню діяльність ліцеїв.

3. Спроекувати методичні рекомендації для проведення інтегрованих уроків математики та інформатики.

4. Розробити практичні поради для вчителів щодо впровадження інтегрованих уроків в освітній процес.

Об'єкт дослідження – навчання інформатики та математики у ліцях.

Предмет дослідження – методичне забезпечення інтеграції математики та інформатики в освітню діяльність ліцеїв (методичні рекомендації та практичні поради).

Для досягнення поставленої мети та завдань нами застосовано такий комплекс методів наукового пошуку:

Теоретичні методи: системний аналіз філософської, психолого-педагогічної літератури та науково-методичних джерел з проблем інтеграції математики та інформатики; порівняльний аналіз вітчизняного та зарубіжного досвіду впровадження інтегрованих уроків; термінологічний аналіз понятійного апарату дослідження; моделювання методичних рекомендацій для проведення інтегрованих уроків; узагальнення теоретичних підходів до інтеграції навчальних дисциплін в освітній простір.

Емпіричні методи: педагогічний експеримент (констатувальний, формувальний, контрольний етапи), що передбачав формування експериментальної (ЕГ), де впроваджувалася розроблена методика інтегрованих уроків, та контрольної (КГ) груп, де навчання відбувалося за традиційною методикою; педагогічне спостереження за процесом впровадження інтегрованих уроків; аналіз освітніх продуктів, створених в умовах інтегрованого навчання.

База дослідження: робота проводилася на базі комунального закладу загальної середньої освіти ліцей № 3 Жовтоводської міської ради.

Теоретична значущість дослідження полягає в уточненні та систематизації понятійного апарату шляхом розкриття сутності категорій «інтегрований урок», «математична компетентність», «інформатична

компетентність»; розширенні теоретичних уявлень про методологічні аспекти інтеграції математики та інформатики в освітню діяльність ліцеїв; обґрунтуванні методичних рекомендацій для проведення інтегрованих уроків та розвитку теоретичних положень щодо впровадження інтегрованого навчання в освітній простір через практичні поради для вчителів.

Практична значущість одержаних результатів полягає в розробці методичного забезпечення інтеграції математики та інформатики в освітню діяльність ліцеїв, зокрема у створенні методичних рекомендацій для проведення інтегрованих уроків, практичних порад для вчителів, які можуть бути використані керівниками закладів освіти, методистами, викладачами для вдосконалення освітнього процесу та підготовки конкурентоспроможних фахівців в умовах технологічних трансформацій. Розроблені матеріали дослідження можуть слугувати основою для подальших наукових розвідок у сфері інтеграції навчальних дисциплін та слугувати практичним інструментарієм для модернізації освітніх технологій.

Апробація результатів дослідження. Основні положення кваліфікаційної роботи доповідалися на Всеукраїнських конференціях різного рівня: «Психологічна допомога в процесі проведення інтегрованих уроків математики та інформатики в ліцєях» (Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції «Актуальні проблеми соціально- гуманітарних наук: перспективи та виклики» м. Миколаїв, 4 квітня 2025 року); «Методика проведення інтегрованих уроків математики та інформатики в ліцєях» (Збірник. Фізика, математика, інформатика: досвід та інновації: зб. матеріалів наук.-метод. семінару кафедри методики викладання фізики і математики, Миколаїв, 12 травня 2025 р. Вип. 30. / редкол. : В. Січко (голова), М. Літвінова (голов. ред.), О. Богатенкова (тех. ред.) Миколаїв : НУК імені адмірала Макарова, 2025. 91 с.).

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи: складається зі вступу, трьох розділів, висновків до кожного розділу, загальних висновків, списку

використаних джерел (50 найменувань на 6 сторінках), 5 додатки на 9 сторінках. Повний обсяг роботи становить 98сторінок.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ПРОВЕДЕННЯ ІНТЕГРОВАНИХ УРОКІВ МАТЕМАТИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ

1.1 Сутність та значення інтегрованого навчання

В епоху інформаційного вибуху та глобалізації, коли обсяг знань зростає в геометричній прогресії, а міждисциплінарні зв'язки стають дедалі очевиднішими, інтегроване навчання виступає як ключовий елемент модернізації освітньої парадигми. Цей підхід, що передбачає синтез різних навчальних дисциплін чи їхніх елементів у єдине ціле, відкриває нові горизонти для формування цілісного світогляду, розвитку системного мислення та підвищення якості освіти.

Інтеграція (від лат. «повний», «цілий») об'єднує блоки знань та вмінь різних навчальних предметів в одне ціле.[8] Сутність інтегрованого навчання полягає в тому, щоб подолати фрагментарність знань, притаманну традиційному предметному поділу, та створити умови для міждисциплінарного діалогу. Інтеграція може здійснюватися на різних рівнях: від об'єднання окремих тем або розділів до створення комплексних інтегрованих курсів. Важливо, щоб цей процес був не механічним поєднанням, а органічним синтезом, що виявляє спільні закономірності, принципи та методи різних наук.

У тлумачному словнику інтеграція – це «доцільне об'єднання та координація дій різних частин цілісної системи».

Словосполучення «інтеграція навчання» у Педагогічному словнику за редакцією М. Д. Ярмаченка тлумачиться як «процес зближення і зв'язку наук, що відбувається водночас з процесами їх диференціації». «Інтеграція змісту освіти» трактується як «процес виявлення однотипних сутностей (закономірностей) в елементах змісту навчання та встановлення їх системної цілісності. Інтеграція самостійних предметів чи окремих елементів змісту в єдину цілісну систему відбувається на основі закономірних зв'язків між ними»[15]

Американський педагог Дж. Гіббоне висловлював свою думку, що інтегрувати – це поєднувати частини систем таким чином, щоб результат об'єднання в сумі перевершував їхнє значення до взаємодії.

Інші вчені, зокрема Н.С. Антонов, розглядають поняття “інтеграція” в загальнонауковому аспекті, визначаючи його природне протиставлення поняттю “диференціація” та наголошуючи на високому рівні системності: “це процес взаємопроникнення, ущільнення, уніфікації знання, який проявляється через єдність з протилежним йому процесом розчленування, розмежування, диференціації”.

На думку Н. Костюка, “інтеграція – це процес взаємодії елементів із заданими властивостями, що супроводжується встановленням, ускладненням і зміцненням істотних зв'язків між цими елементами на основі достатньої підстави, в результаті якої формується інтегрований об'єкт (цілісна система) з якісно новими властивостями, у структурі якого зберігаються індивідуальні властивості вихідних елементів”.

На процесуальності та результативності інтеграції наголошує І.М. Козловська: “Інтеграція представляє собою процес і результат створення нерозривно зв'язаного, єдиного”.

Таким чином, інтеграція – це процес взаємодії, об'єднання, взаємовпливу, взаємопроникнення, взаємозближення, відновлення єдності двох або більше систем, результатом якого є утворення нової цілісної системи, яка набуває нових властивостей та взаємозв'язків між оновленими елементами системи.[27]

Уявіть, що ви не просто вивчаєте окремі предмети, як пазли, розкидані по столу, а збираєте з них цілісну картину світу. Інтегроване навчання – це саме такий підхід, коли викладачі та студенти об'єднують знання з різних дисциплін, щоб побачити, як вони переплітаються та доповнюють одне одного.

Це як дивитися на світ через багатошарове скло, де кожен шар – це окремий предмет, але всі разом вони створюють об'ємне та детальне зображення. Замість того, щоб завчати факти та формули, ви вчитеся застосовувати їх на практиці, розв'язувати реальні проблеми та бачити, як знання з математики допомагають зрозуміти фізику, а знання з історії – літературу.

Інтегроване навчання – це не просто об'єднання предметів, це створення єдиного освітнього простору, де студенти вчать мислити системно, бачити зв'язки між різними явищами та формувати власне цілісне уявлення про світ. Це підхід, який допомагає студентам стати не просто "ходячими енциклопедіями", а справжніми дослідниками та творцями, готовими до викликів сучасного світу.

Основні принципи інтегрованого навчання:

- 1) **Міжпредметність:** об'єднання змісту різних предметів для розв'язання комплексних завдань, що вимагають застосування знань з різних галузей.
- 2) **Системність:** формування цілісного уявлення про світ через виявлення взаємозв'язків між різними предметами та явищами.
- 3) **Практична спрямованість:** застосування теоретичних знань на практиці, що дозволяє студентам побачити їхню реальну цінність.
- 4) **Активність студентів:** залучення студентів до активної навчальної діяльності, що сприяє розвитку їхньої самостійності та ініціативності.
- 5) **Компетентнісний підхід:** формування ключових компетентностей, необхідних для успішної діяльності в умовах інформаційного суспільства, таких як критичне мислення, комунікативні навички та вміння розв'язувати проблеми.

Інтегроване навчання відкриває безліч можливостей для поглибленого вивчення міждисциплінарних тем, дозволяючи студентам побачити взаємозв'язки між різними галузями знань. Воно може проявлятися через поєднання змісту кількох предметів в рамках одного уроку або створення

комплексних навчальних програм. Крім того, інтегроване навчання сприяє розвитку творчого та критичного мислення через проєктну діяльність, де студенти розв'язують комплексні проблеми, застосовуючи знання з різних предметів. Також воно надає можливість набутти досвіду наукової роботи через проведення міждисциплінарних досліджень.

Значення інтегрованого навчання:

1. **Формування цілісного наукового світогляду:** Інтеграція навчальних дисциплін дозволяє студентам побачити взаємозв'язки між різними галузями знань та сформувати цілісне уявлення про світ, що є необхідним для успішної діяльності в сучасному світі.

2. **Розвиток міжпредметних зв'язків:** Інтегроване навчання сприяє розвитку міжпредметних зв'язків, що дозволяє студентам краще розуміти та застосовувати знання з різних предметів, а також бачити їхню практичну цінність.

3. **Підвищення мотивації до навчання:** Інтегровані уроки, що поєднують теоретичні знання з практичним застосуванням, дозволяють зробити навчання більш цікавим та захоплюючим, що сприяє підвищенню мотивації студентів.

4. **Формування ключових компетентностей:** Інтегроване навчання сприяє формуванню ключових компетентностей, необхідних для успішної діяльності в умовах інформаційного суспільства, таких як критичне мислення, системне мислення, вміння розв'язувати проблеми, комунікативні навички та вміння працювати в команді.

5. **Підвищення якості освіти:** Інтегроване навчання дозволяє підвищити якість освіти за рахунок більш глибокого та системного засвоєння знань, а також розвитку ключових компетентностей.

Інтегроване навчання, як педагогічний феномен, має низку незаперечних переваг, що сприяють якісному збагаченню освітнього процесу. По-перше, воно забезпечує глибше та системніше розуміння навчального

матеріалу, оскільки дозволяє студентам розглядати предмети в їхньому взаємозв'язку, а не ізольовано. Це сприяє формуванню цілісної картини світу, де знання з різних дисциплін доповнюють одне одного, створюючи міцну основу для подальшого навчання та практичного застосування.

По-друге, інтегроване навчання стимулює розвиток критичного та системного мислення, адже студенти вчаться аналізувати, синтезувати та оцінювати інформацію з різних точок зору, виявляючи закономірності та зв'язки між різними явищами.

По-третє, воно значно підвищує мотивацію до навчання, оскільки дозволяє студентам побачити практичну цінність отриманих знань та їхнє застосування в реальному житті, що робить навчання більш захоплюючим та змістовним.

По-четверте, інтегроване навчання сприяє формуванню ключових компетентностей, необхідних для успішної діяльності в умовах інформаційного суспільства, таких як комунікативні навички, вміння працювати в команді, розв'язувати проблеми та приймати рішення. І, нарешті, воно готує студентів до успішної діяльності в умовах інформаційного суспільства, де міждисциплінарні знання та навички є ключовими для досягнення успіху.

Однак, впровадження інтегрованого навчання не обходиться без викликів. Перш за все, воно вимагає ретельної підготовки педагогів, які повинні володіти не лише глибокими знаннями з окремих предметів, а й міждисциплінарними знаннями та навичками. Це передбачає постійне самовдосконалення та підвищення кваліфікації педагогів, а також їхню готовність до співпраці та обміну досвідом. По-друге, інтегроване навчання вимагає розробки якісних інтегрованих навчальних програм, що відповідають сучасним вимогам та враховують особливості студентів. Це передбачає ретельний аналіз навчальних програм, виявлення спільних тем та розробку інтегрованих курсів, що сприяють глибокому та системному засвоєнню знань.

По-третє, інтегроване навчання вимагає організації міждисциплінарної співпраці між викладачами різних предметів, що передбачає спільне планування та проведення уроків, обмін досвідом та розробку спільних проєктів. І, нарешті, інтегроване навчання вимагає розробки нових методів оцінювання, що дозволяють оцінити не лише знання з окремих предметів, а й міждисциплінарні знання та навички, а також ключові компетентності студентів.

Інтегроване навчання є перспективним напрямом розвитку освіти, що дозволяє підвищити її якість та підготувати студентів до успішної діяльності в умовах сучасного світу.

1.2. Теоретико-методичні засади інтеграції математики та інформатики

Інтеграція математики та інформатики в освітньому процесі є не просто поєднанням двох дисциплін, а глибоким переосмисленням їхнього взаємозв'язку та ролі в формуванні сучасного фахівця. Цей процес ґрунтується на усвідомленні того, що математика є не лише абстрактною наукою, а й потужним інструментом для опису та аналізу реального світу, а інформатика, своєю чергою, надає засоби для реалізації та дослідження математичних моделей.

Інтеграція математики та інформатики стає потужним інструментом для формування креативного мислення, яке сьогодні є ключовою компетенцією успішної особистості. Такий підхід дозволяє розвивати в учнів здатність до творчого вирішення проблем, критичного аналізу інформації та адаптації до сучасного технологічного середовища [1].

Математика та інформатика переплітаються на фундаментальному рівні, створюючи міцний фундамент для освітнього процесу. Математичне моделювання, наприклад, виходить за рамки простого застосування формул.

Воно надає студентам методологію для створення моделей, що відображають сутність явищ, дозволяючи їм застосовувати теорію на практиці. Інформатика, своєю чергою, дозволяє візуалізувати ці моделі, проводити експерименти та аналізувати результати, розширюючи можливості дослідження.

Алгоритмізація та програмування також тісно пов'язані з математикою. Математична логіка та теорія алгоритмів є основою для розробки ефективних алгоритмів та програм. Інформатика надає середовище для реалізації цих алгоритмів, тестування їхньої ефективності та оптимізації, дозволяючи студентам набувати практичних навичок програмування.

У сучасному світі, де обсяги даних постійно зростають, аналіз даних та статистика стають критично важливими. Математичні методи статистики та аналізу даних використовуються для обробки та інтерпретації великих обсягів інформації. Інформатика надає інструменти для збору, зберігання, обробки та візуалізації цих даних, дозволяючи виявляти закономірності та приймати обґрунтовані рішення.

Замість того, щоб обмежуватися традиційними інструментами, такими як калькулятори чи графічні редактори, ми можемо перетворити уроки математики на захоплюючі інтерактивні подорожі. Уявіть, що студенти не просто розв'язують рівняння на папері, а досліджують їхні графіки у віртуальних лабораторіях, де можуть змінювати параметри та спостерігати за результатами в реальному часі.

Інтерактивні методики забезпечують активну участь учнів у навчальному процесі. Використання інтерактивних платформ, таких як Padlet або Migo, дозволяє організовувати мозкові штурми, створювати колективні схеми чи розробляти спільні проекти. На уроках математики учні можуть працювати в команді, створюючи інтерактивні карти знань або колективно розробляючи алгоритми для розв'язання задач. Це сприяє розвитку комунікативних навичок, співпраці та творчості [1].

Наприклад, вивчаючи тему "Функції", студенти можуть створити 3D-моделі графіків та досліджувати їхні властивості, змінюючи коефіцієнти та спостерігаючи за змінами форми. Або ж, вивчаючи геометрію, вони можуть побудувати віртуальні моделі геометричних фігур та досліджувати їхні властивості, обертаючи та масштабуючи їх.

Це не лише робить навчання більш наочним та зрозумілим, але й перетворює його на захоплюючу гру, де студенти можуть експериментувати, досліджувати та відкривати нові знання. Замість того, щоб пасивно сприймати інформацію, вони стають активними учасниками навчального процесу, що сприяє розвитку їхньої цікавості, творчого мислення та дослідницьких навичок.

Використовуючи комп'ютерні програми, студенти отримують можливість розв'язувати складні математичні задачі, які вручну розв'язати було б надзвичайно складно, а також досліджувати математичні явища за допомогою комп'ютерних моделей. Це сприяє розвитку їхнього алгоритмічного мислення та покращує навички програмування. Вивчення математичних концепцій на уроках інформатики дозволяє студентам побачити, як математичні знання застосовуються на практиці в інформатиці, наприклад, математична логіка при вивченні основ програмування або теорія графів для аналізу мереж. Проведення інтегрованих уроків дозволяє студентам побачити взаємозв'язок між математикою та інформатикою та навчитися застосовувати знання з обох предметів для розв'язання складних завдань. Проектна діяльність, наприклад, створення комп'ютерної гри з використанням математичних алгоритмів, є ефективним способом інтеграції знань.

Інтеграція математики та інформатики, щоб бути ефективною, повинна ґрунтуватися на кількох ключових принципах: по-перше, системність: інтеграція не повинна бути випадковою, а впроваджуватися як невід'ємна частина навчального плану протягом усього курсу; по-друге, практична спрямованість: навчання має бути орієнтоване на розв'язання реальних

завдань, щоб студенти могли побачити цінність отриманих знань; по-третє, активність студентів: навчання має передбачати їхню активну участь, що сприяє розвитку критичного та творчого мислення; по-четверте, компетентнісний підхід: інтеграція має бути спрямована на формування ключових компетентностей, таких як вміння розв'язувати проблеми, критично мислити та працювати в команді. Інтеграція математики та інформатики – це не лише необхідність, але й можливість для підвищення якості освіти та підготовки фахівців, які володіють необхідними знаннями та навичками для успішної діяльності в сучасному світі.

1.3. Аналіз програм з математики та інформатики в ліцєях

Аналіз програм з математики та інформатики в ліцєях є важливим кроком для розкриття потенціалу інтеграції цих двох дисциплін. Цей процес спрямований на виявлення спільних тем і концепцій, визначення можливостей для створення міждисциплінарних уроків, оцінку розвитку міжпредметних зв'язків і виявлення потенційних труднощів.

Аналіз передбачає кілька ключових аспектів. Змістовий аналіз зосереджується на вивченні змісту програм для виявлення спільних тем, концепцій і методів, а також на аналізі міжпредметних зв'язків.

Змістовий аналіз інтеграційних можливостей між математикою та інформатикою проводився на основі вивчення Навчальних програм з математики [13] та інформатики [14] для 7-9 класів закладів загальної середньої освіти, а також Типової освітньої програми для закладів загальної середньої освіти II ступеня [25]. Додатково було проаналізовано методичні засади інтегрованого навчання, представлені в публікаціях «Нової української школи» [16].

Наприклад, при вивченні теми "Функції" в математиці та "Графічне представлення даних" в інформатиці можна створити інтегрований урок, де

студенти будуть будувати графіки функцій за допомогою програмного забезпечення та аналізувати їхні властивості. Такий підхід не лише поглиблює розуміння функцій, але й розвиває навички роботи з графічними редакторами та аналізу даних.

Методичний аналіз оцінює методи навчання, виявляє можливості використання інформаційних технологій на уроках математики та навпаки, а також оцінює розвиток навичок розв'язання проблем. *Наприклад*, на уроках математики можна використовувати віртуальні лабораторії для проведення експериментів з геометричними фігурами, а на уроках інформатики - створювати програми для розв'язання математичних задач. Це дозволяє студентам не лише засвоїти теоретичний матеріал, але й застосувати його на практиці, розвиваючи навички програмування та моделювання.

Компетентнісний аналіз зосереджується на аналізі компетентностей, які формуються в результаті вивчення математики та інформатики, виявленні спільних компетентностей і оцінці розвитку ключових компетентностей. *Наприклад*, при вивченні теми "Алгоритми" в інформатиці та "Логіка" в математиці можна розвивати навички логічного мислення та алгоритмізації. Це дозволяє студентам не лише розв'язувати задачі, але й формувати стратегії їхнього розв'язання, розвиваючи критичне мислення та аналітичні здібності.

Приклади інтеграції включають математичне моделювання, де математичні методи поєднуються з програмуванням для створення комп'ютерних моделей реальних об'єктів і процесів. *Наприклад*, студенти можуть створити комп'ютерну модель руху планет або поширення епідемії, застосовуючи математичні формули та алгоритми програмування.

Алгоритмізація та програмування, де математична логіка використовується для розробки програм. *Наприклад*, студенти можуть створити програму для розв'язання квадратного рівняння або для пошуку найкоротшого шляху в графі, застосовуючи математичні алгоритми та логічні операції.

Статистичний аналіз даних, де математичні методи застосовуються для аналізу даних, отриманих за допомогою інформаційних технологій. *Наприклад*, студенти можуть проаналізувати дані про успішність студентів або про поширення захворювань, застосовуючи статистичні методи та інструменти аналізу даних.

Геометричні перетворення, де комп'ютерна графіка використовується для візуалізації геометричних перетворень. *Наприклад*, студенти можуть створити анімацію геометричних перетворень або використовувати комп'ютерну графіку для створення фракталів, застосовуючи математичні формули та алгоритми комп'ютерної графіки.

Для наочності можна використовувати діаграми, які показують зв'язки між темами з математики та інформатики. *Наприклад*, діаграма Венна, де кола представляють теми з математики та інформатики, а перетин - спільні теми. Це дозволяє візуалізувати міжпредметні зв'язки та показати, як знання з одного предмета допомагають у вивченні іншого.

Аналіз програм дозволяє виявити значний потенціал для інтеграції математики та інформатики, що сприяє посиленню міжпредметних зв'язків, підвищенню мотивації студентів, розвитку ключових компетентностей і підготовці студентів до успішної діяльності в сучасному світі. Для детального аналізу необхідно звертатися до конкретних навчальних програм.

Аналіз програм з математики та інформатики в ліцях є ключовим етапом дослідження, що дозволяє розкрити потенціал інтеграції цих двох дисциплін. Цей процес спрямований на виявлення спільних тем і концепцій, визначення можливостей для створення міждисциплінарних уроків, оцінку розвитку міжпредметних зв'язків і виявлення потенційних труднощів. Аналіз передбачає кілька ключових аспектів. Змістовий аналіз зосереджується на вивченні змісту програм для виявлення спільних тем, концепцій і методів, а також на аналізі міжпредметних зв'язків. *Наприклад*, при вивченні теми "Функції" в математиці та "Графічне представлення даних" в інформатиці

можна створити інтегрований урок, де студенти будуть будувати графіки функцій за допомогою програмного забезпечення та аналізувати їхні властивості. Такий підхід не лише поглиблює розуміння функцій, але й розвиває навички роботи з графічними редакторами та аналізу даних.

Методичний аналіз оцінює методи навчання, виявляє можливості використання інформаційних технологій на уроках математики та навпаки, а також оцінює розвиток навичок розв'язання проблем. *и* на уроках математики можна використовувати віртуальні лабораторії для проведення експериментів з геометричними фігурами, а на уроках інформатики - створювати програми для розв'язання математичних задач. Це дозволяє студентам не лише засвоїти теоретичний матеріал, але й застосувати його на практиці, розвиваючи навички програмування та моделювання. Компетентнісний аналіз зосереджується на аналізі компетентностей, які формуються в результаті вивчення математики та інформатики, виявленні спільних компетентностей і оцінці розвитку ключових компетентностей. Наприклад, при вивченні теми «Алгоритми» в інформатиці та «Логіка» в математиці можна розвивати навички логічного мислення та алгоритмізації. Це дозволяє студентам не лише розв'язувати задачі, але й формувати стратегії їхнього розв'язання, розвиваючи критичне мислення та аналітичні здібності.

Приклади інтеграції включають математичне моделювання, де математичні методи поєднуються з програмуванням для створення комп'ютерних моделей реальних об'єктів і процесів. *Наприклад*, студенти можуть створити комп'ютерну модель руху планет або поширення епідемії, застосовуючи математичні формули та алгоритми програмування. Алгоритмізація та програмування, де математична логіка використовується для розробки програм. *Наприклад*, студенти можуть створити програму для розв'язання квадратного рівняння або для пошуку найкоротшого шляху в графі, застосовуючи математичні алгоритми та логічні операції. Статистичний аналіз даних, де математичні методи застосовуються для аналізу даних,

отриманих за допомогою інформаційних технологій. Наприклад, студенти можуть проаналізувати дані про успішність студентів або про поширення захворювань, застосовуючи статистичні методи та інструменти аналізу даних. Геометричні перетворення, де комп'ютерна графіка використовується для візуалізації геометричних перетворень. Наприклад, студенти можуть створити анімацію геометричних перетворень або використовувати комп'ютерну графіку для створення фракталів, застосовуючи математичні формули та алгоритми комп'ютерної графіки.

Для наочності можна використовувати діаграми, які показують зв'язки між темами з математики та інформатики. Наприклад, діаграма Венна, де кола представляють теми з математики та інформатики, а перетин - спільні теми. Це дозволяє візуалізувати міжпредметні зв'язки та показати, як знання з одного предмета допомагають у вивченні іншого. Аналіз програм дозволяє виявити значний потенціал для інтеграції математики та інформатики, що сприяє посиленню міжпредметних зв'язків, підвищенню мотивації студентів, розвитку ключових компетентностей і підготовці студентів до успішної діяльності в сучасному світі. Для детального аналізу необхідно звертатися до конкретних навчальних програм, де можна побачити конкретні теми та їхні зв'язки.

Наприклад, при вивченні теми «Функції» в математиці студенти можуть використовувати програмне забезпечення для побудови графіків, що поєднує знання з обох предметів. При вивченні статистики студенти можуть використовувати електронні таблиці для аналізу даних, що також є прикладом інтеграції. При вивченні алгоритмів в інформатиці студенти можуть застосовувати математичну логіку для розробки ефективних програм. При вивченні геометричних перетворень студенти можуть використовувати комп'ютерну графіку для візуалізації цих перетворень. Такий аналіз дозволяє виявити не лише спільні теми, але й можливості для розвитку навичок критичного мислення, алгоритмізації, моделювання та аналізу даних. Це

сприяє формуванню у студентів цілісного уявлення про світ та розвитку ключових компетентностей, необхідних для успішної діяльності в умовах інформаційного суспільства.

Додатково можна зазначити, що інтеграція математики та інформатики не лише сприяє кращому засвоєнню матеріалу, але й готує студентів до реального світу, де ці дві дисципліни тісно переплетені. *Наприклад*, у сфері Data Science, де аналіз великих обсягів даних є ключовим, поєднання математичних знань зі знаннями програмування є необхідним. Також, у сфері розробки штучного інтелекту, математичні алгоритми лежать в основі багатьох технологій, а програмування дозволяє їх реалізувати.

Інтеграція також сприяє розвитку так званого «обчислювального мислення» (computational thinking), яке є важливим не лише для програмістів, але й для будь-якої людини в сучасному світі. Обчислювальне мислення включає в себе такі навички, як декомпозиція проблеми на менші частини, розпізнавання патернів, абстракція та алгоритмічне мислення.

Тому, аналіз програм з математики та інформатики в ліцях є не лише академічним завданням, але й важливим кроком для підготовки студентів до успішної діяльності в сучасному світі.

1.3.1. Психолого-педагогічні аспекти інтеграції предметів

Інтеграція предметів в освітньому процесі – це не лише педагогічний прийом, а глибока трансформація навчального середовища, спрямована на формування цілісної, компетентної особистості. Вона виходить за межі простого поєднання розрізнених знань, створюючи систему, де кожна дисципліна взаємодіє з іншими, доповнюючи та збагачуючи їх.

Інтегроване навчання активізує когнітивні процеси учнів, стимулюючи їхнє аналітичне, критичне та творче мислення. Учні не просто запам'ятовують факти, а вчаться встановлювати причинно-наслідкові зв'язки, порівнювати,

узагальнювати та застосовувати знання в різних контекстах. Наприклад, вивчаючи історичні події, учні можуть одночасно аналізувати їхній вплив на розвиток науки та технологій, використовуючи знання з фізики, хімії або інформатики.

Крім того, інтеграція предметів сприяє підвищенню мотивації учнів, оскільки вони бачать практичне застосування знань у реальному житті. Наприклад, вивчаючи математику, учні можуть застосовувати її для розв'язання задач з економіки або екології, усвідомлюючи важливість математичних знань для розуміння та вирішення реальних проблем.

Інтегроване навчання також сприяє формуванню ключових компетентностей, необхідних для успішної діяльності в сучасному світі. Учні вчаться працювати в команді, спілкуватися, розв'язувати проблеми, критично мислити та творчо підходити до завдань. Наприклад, під час інтегрованого проєкту з біології та інформатики учні можуть досліджувати екосистему, використовуючи математичні моделі та комп'ютерні симуляції, а потім презентувати результати своїх досліджень у вигляді інтерактивної презентації.

Для ефективної інтеграції важливо дотримуватися принципів системності, добровільності, доступності та практичної спрямованості. Інтеграція має бути не епізодичною, а системною, тобто впроваджуватися в навчальний план на постійній основі. Вона також має бути добровільною, тобто враховувати інтереси та потреби учнів, а також доступною для всіх учнів, незалежно від їхніх здібностей та рівня підготовки. Крім того, інтеграція має бути спрямована на розв'язання практичних завдань, що дозволяє учням побачити цінність отриманих знань.

Інтеграція предметів також сприяє розвитку так званого «обчислювального мислення» (computational thinking), яке є важливим не лише для програмістів, але й для будь-якої людини в сучасному світі. Обчислювальне мислення включає в себе такі навички, як декомпозиція

проблеми на менші частини, розпізнавання патернів, абстракція та алгоритмічне мислення.

Отже, інтеграція предметів – це не лише спосіб покращити якість освіти, але й засіб для розвитку особистості учнів, формування їхнього цілісного світогляду, розвитку ключових компетентностей та підготовки до успішної діяльності в сучасному світі.

Висновки до розділу 1

Інтегроване навчання, що передбачає синтез різних навчальних дисциплін, виступає як ключовий елемент модернізації освітньої парадигми. Воно спрямоване на подолання фрагментарності знань, притаманної традиційному предметному поділу, та створення умов для міждисциплінарного діалогу. Основні принципи інтегрованого навчання – міжпредметність, системність, практична спрямованість, активність студентів та компетентнісний підхід – дозволяють формувати цілісне уявлення про світ, розвивати міжпредметні зв'язки та підвищувати мотивацію до навчання.

Інтеграція математики та інформатики, зокрема, є не просто поєднанням двох дисциплін, а глибоким переосмисленням їхнього взаємозв'язку та ролі у формуванні сучасного фахівця. Математика виступає як інструмент для опису та аналізу реального світу, а інформатика надає засоби для реалізації та дослідження математичних моделей. Фундаментальні зв'язки між цими дисциплінами проявляються через математичне моделювання, алгоритмізацію та програмування, аналіз даних та статистику.

Методичні підходи до інтеграції математики та інформатики включають використання інформаційних технологій на уроках математики, розв'язання математичних задач за допомогою комп'ютерних програм, вивчення математичних концепцій на уроках інформатики та проведення інтегрованих

уроків. Ефективна інтеграція ґрунтується на принципах системності, практичної спрямованості, активності студентів та компетентнісного підходу.

Аналіз програм з математики та інформатики в ліцях дозволяє виявити значний потенціал для інтеграції цих двох дисциплін. Змістовий, методичний та компетентнісний аналізи виявляють спільні теми, можливості використання інформаційних технологій та розвитку ключових компетентностей. Приклади інтеграції включають математичне моделювання, алгоритмізацію та програмування, статистичний аналіз даних та геометричні перетворення.

Психолого-педагогічні аспекти інтеграції предметів, зокрема математики та інформатики, охоплюють широкий спектр питань, пов'язаних з когнітивним, емоційним та соціальним розвитком учнів. Інтеграція сприяє цілісному сприйняттю світу, розвитку когнітивних процесів, підвищенню мотивації, формуванню міжпредметних зв'язків та ключових компетентностей.

Отже, інтегроване навчання, особливо інтеграція математики та інформатики, є перспективним напрямом розвитку освіти, що дозволяє підвищити її якість та підготувати студентів до успішної діяльності в умовах сучасного світу.

РОЗДІЛ 2.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ІНТЕГРОВАНИХ УРОКІВ

2.1. Розробка структури інтегрованого уроку

Розробка інтегрованого уроку – це не просто конструювання заняття, а створення освітнього простору, де учні можуть досліджувати, аналізувати та синтезувати знання з різних предметних галузей. Це вимагає від педагога глибокого розуміння не лише змісту предметів, що інтегруються, але й психологічних особливостей учнів, їхніх потреб та інтересів.

Головною умовою ефективної інтеграції різних дисциплін є визначення їх істотних спільних та відмінних ознак, встановлення міжпредметних зв'язків. Це важливо зробити ще на першому етапі підготовки та розробки інтегрованого уроку. Тоді нібито коротенькі елементи різних уроків згенеруються в один великий конгломерат [6]

Мета інтегрованого уроку має бути не лише навчальною, але й розвивальною та виховною. Важливо, щоб вона відображала не лише

предметні знання, а й формування ключових компетентностей, таких як критичне мислення, творчість, комунікативність та співпраця. Завдання уроку повинні бути конкретними та вимірюваними, щоб можна було оцінити їхнє виконання. Наприклад, замість загального завдання "вивчити тему" можна поставити завдання "порівняти різні підходи до розв'язання задачі" або «створити проєкт, що демонструє зв'язок між математичними та інформаційними концепціями».

Тема інтегрованого уроку має бути актуальною та цікавою для учнів, а також мати потенціал для інтеграції різних предметів. *Наприклад*, тема «Моделювання реальних процесів» може об'єднати математику, інформатику та фізику. Важливо, щоб зміст уроку був не лише теоретичним, але й мав практичне застосування. Наприклад, учні можуть створювати комп'ютерні моделі реальних процесів, аналізувати дані та робити висновки.

Міжпредметні зв'язки мають бути не лише очевидними, але й глибокими та змістовними. Важливо, щоб учні розуміли, як знання з одного предмета допомагають у вивченні іншого. Наприклад, при вивченні теми "Функції" в математиці та "Графічне представлення даних" в інформатиці учні можуть не лише будувати графіки функцій, але й аналізувати їхні властивості, використовуючи математичні методи та інструменти інформатики.

Структура інтегрованого уроку має бути гнучкою та адаптивною, щоб враховувати особливості учнів та зміст уроку. Важливо, щоб кожен етап уроку був логічно пов'язаний з іншими та сприяв досягненню поставлених завдань. Наприклад, на етапі актуалізації опорних знань можна використовувати інтерактивні вправи, що дозволяють учням повторити необхідний матеріал та підготуватися до сприйняття нового.

При плануванні інтегрованого уроку важливо враховувати зміст: знання, навички й діяльності з різних навчальних предметів поєднуються навколо однієї центральної теми або проблеми. Структура такого уроку складається з

логічно послідовних етапів, які забезпечують і цілісність навчального процесу, і глибину розуміння учнями міжпредметних зв'язків.

Перш ніж визначити структуру, варто звернутися до теоретичних підходів до інтегрованого навчання. Згідно з методичними рекомендаціями, інтегрований урок — це заняття, яке об'єднує зміст декількох навчальних дисциплін, з метою розкриття спільних закономірностей, концептуальних ідей або міжпредметних зв'язків.

Наукові джерела підкреслюють, що успішні інтегровані уроки не повинні перетворюватися на просту “мозаїку” фрагментів з різних предметів, а навпаки — мають формувати нове цілісне знання, внутрішньо пов'язане.

Крім того, при розробці структури інтегрованого уроку важливо враховувати педагогічні умови: належне планування, підготовка матеріалів, узгодження між учителями різних дисциплін та відповідне методичне забезпечення.

Розробка структури інтегрованого уроку може бути подана як алгоритм, який містить підготовчий етап, етап реалізації та рефлексивні дії. Такий підхід відповідає методичним рекомендаціям Національної академії педагогічних наук України.

Ось можливий алгоритм:

1. Аналіз навчальних програм і предметів, які будуть інтегруватися:
Виявлення міжпредметних зв'язків шляхом дидактичного аналізу програм. Узгодження тем, понять і цілей із вчителями відповідних дисциплін.
2. Формулювання мети інтегрованого уроку:
Загальна (інтегрована) мета уроку: формування певних уявлень, компетенцій, цільового способу діяльності. Підцілі для окремих дисциплін: кожна освітня галузь, що інтегрується, повинна мати чітко визначену підтему і завдання.
3. Планування структури уроку (етапи), включно з методами, формами роботи, матеріально-технічним забезпеченням:

Визначення етапів уроку: мотивація, актуалізація знань, пізнавальна діяльність, інтеграційна частина, підсумок, рефлексія. Призначення часу на кожен етап, підготовка роздаткових матеріалів, ресурсів (технічні засоби, методичні допоміжні матеріали).

4. Мотивація та постановка проблеми:

Вчитель повідомляє тему і цілі уроку, окреслює особливості саме інтегрованого підходу. Створення пізнавальної проблеми, яка потребує розв'язку через синтез знань з різних дисциплін.

5. Актуалізація попереднього досвіду учнів:

Виведення на поверхню наявних знань учнів з кожної предметної галузі, які будуть залучені. Корекція цих знань через запитання, дискусії, міні-проекти.

6. Планування пізнавальної діяльності учнів:

Обговорення (з учнями) способів виконання завдань: чи це групова праця, проект, дослідження, експеримент тощо. Розподіл ролей, формування груп, визначення критеріїв успіху.

7. Операційні дії під час уроку:

Організація навчального простору, технічне забезпечення (наприклад, комп'ютери, мультимедіа, матеріали для практичної роботи). Виконання учнями інтеграційних завдань: синтез понять, аналіз, порівняння, моделювання, творчі або дослідницькі ролі.

8. Підсумок і рефлексія:

Узагальнення отриманих учнями знань та висновків, систематизація результатів. Рефлексія: учні оцінюють власну діяльність, ставлять запитання, визначають, що нового вони дізналися, які труднощі були та як їх подолали.

Перспективне планування: обговорення можливостей подальшого розширення теми, застосування знань у нових контекстах.

9. Оцінювання навчальних результатів:

Формувальне оцінювання в ході уроку через спостереження, аналіз процесу роботи учнів, групові чи індивідуальні презентації. Підсумкове (якщо доречно): тестові завдання, проектні продукти, портфоліо, презентації.

10. Аналіз уроку і корекція:

Після уроку вчитель аналізує, наскільки структура уроку була ефективною. Виявлення сильних і слабких моментів, планування змін для подальших інтегрованих занять.

На базі методологічних рекомендацій можна виокремити типову модель структури інтегрованого уроку, що складається з таких блоків:

I. *Організаційний момент*

Привітання, налаштування учнів, представлення теми та цілей уроку.

II. *Актуалізація опорних знань. Мотиваційний етап*

Стимулювання зацікавленості: ситуація-проблема, питання для обговорення, відео, презентація, інтерактивне завдання чи інший “вхід” у тему.

Формулювання проблеми, яку учні повинні вирішити за допомогою знань із різних предметів. Можна використати такі методи як: опитування, бесіда, мозковий штурм для виведення знань, які учні вже мають із залучених дисциплін.

Можлива коротка “міклекція” (вчитель або учні коротко подають ключові поняття) задля узгодження спільної бази.

III. *Інтеграційна діяльність*

Основна частина уроку, де учні виконують діяльності, що поєднують знання з різних предметів. Це може бути груповий проєкт, дослідницька робота, рольова діяльність або моделювання.

Вчитель координує, підтримує дискусії, допомагає направляти думку учнів, задає запитання, сприяє глибшому аналізу.

Застосування дидактичних методів: проблемні питання, творчі завдання, дослідницькі ситуації.

IV. *Узагальнення та систематизація*

Учні підбивають підсумки своєї роботи: діляться результатами, роблять висновки.

Вчитель допомагає структурувати отримані знання, підкреслює основні ідеї, показує міжпредметні зв'язки, формулює загальні закономірності.

V. *Рефлексія*

Організація рефлексивної діяльності: учні аналізують, що спрацювало добре, що було складно, які знання стали найбільш корисними.

Використання рефлексивних технік: “дзеркало”, “шкала задоволення”, письмові або усні відповіді на запитання.

VI. *Оцінювання навчальних досягнень*

Формувальне оцінювання під час уроку, через спостереження, обговорення, взаємооцінювання.

Підсумкове: оцінка продуктів роботи учнів, представлених під час уроку — презентації, проекти, результати досліджень.

Домашнє завдання / продовження

Завдання, яке підтримує інтеграцію: може бути продовженням проєкту, підготовка міні-дослідження, створення презентації або запису в щоденнику.

Планування подальших уроків: як тему можна поглибити, які міжпредметні проєкти можна запропонувати.

Методичні аспекти, що впливають на структуру

а) Необхідність узгодження вчителів різних предметів: важливо, щоб педагоги проводили координаційні наради, обмінювалися програмними цілями, обирали спільну тему й формулювали інтеграційні задачі.

б) Матеріально-технічне забезпечення: для проведення інтегрованого уроку може знадобитися додаткове обладнання, мультимедійні ресурси, роздаткові матеріали — це слід планувати на етапі підготовки.

с) Підготовка вчителя: педагог повинен володіти методикою інтегрованого навчання, мати глибоке розуміння змісту предметів, які інтегрує, та вміти організовувати діяльність учнів так, щоб поєднання змістів було органічним.

д) Гуманістична спрямованість: сучасна педагогіка акцентує на тому, що інтегроване навчання має бути особистісно значущим для учня, знання повинні бути соціально важливими, наближатися до досвіду учнів.

е) Континуум оцінювання: інтегрований урок вимагає гнучкіших підходів до оцінювання, оскільки результати діяльності учнів можуть мати різні форми (проєкти, моделі, презентації), а не лише традиційні тести.

Методи та форми навчання мають бути різноманітними та активними, щоб залучити всіх учнів до навчального процесу. Важливо використовувати методи, що сприяють розвитку критичного мислення, творчості та співпраці. Наприклад, можна використовувати проєктну діяльність, дослідницьку діяльність, проблемне навчання, інтерактивні ігри та віртуальні лабораторії.

Навчальні матеріали мають бути якісними та різноманітними, щоб зацікавити учнів та сприяти засвоєнню матеріалу. Важливо використовувати не лише традиційні матеріали, такі як підручники та робочі зошити, але й сучасні, такі як презентації, відеоматеріали, інтерактивні вправи та віртуальні лабораторії.

Критерії оцінювання мають бути чіткими та зрозумілими для учнів, а також відображати міжпредметний характер навчання. Важливо оцінювати не лише предметні знання, але й розвиток ключових компетентностей. Наприклад, можна використовувати портфоліо, проєктні роботи, презентації, тести та самооцінювання.

Після проведення інтегрованого уроку необхідно проаналізувати його ефективність та внести необхідні корективи. Важливо враховувати не лише результати навчання, але й відгуки учнів та їхні пропозиції.

Структура інтегрованого уроку відіграє ключову роль у реалізації інтеграційної моделі навчання. Добре спроектована структура забезпечує логіку, цілеспрямованість, гнучкість і глибину пізнання.

2.1.1. Форми і методи навчання на інтегрованих уроках

Інтегровані уроки, що поєднують зміст кількох навчальних дисциплін, вимагають особливого підходу до вибору форм і методів навчання. Їхня мета – не просто передати знання, а сформувати в учнів цілісне уявлення про світ, розвинути міжпредметні зв'язки та ключові компетентності.

Зазвичай інтегровані уроки поділяють за *дидактичною метою*: засвоєння нових знань, формування практичних знань, вмінь та навичок, узагальнення і систематизація знань та контроль; за *етапами навчальної діяльності*: вступні уроки, первинне ознайомлення з матеріалом, формування понять та правил, застосування знань на практиці та формування практичних навичок, а також повторення та узагальнення навчального матеріалу на інтегрованих уроках.[2]

Форми і методи навчання на інтегрованих уроках розглядаються в контексті компетентнісно орієнтованої освіти, де провідною є ідея формування в учнів міжпредметної здатності застосовувати знання в нових контекстах. Інтеграція навчального матеріалу вимагає не лише добору адекватних змістів, але й свідомого вибору форм організації навчальної діяльності та методів, які максимально сприяють активному учнівському пізнанню, дослідницьким практикам і формуванню ключових компетентностей. Саме тому в методології інтегрованого уроку пріоритет надається інтерактивним, проблемно-пошуковим, проектним і дослідницьким методам, а також комбінованим формам роботи, які дозволяють поєднати індивідуальну, групову та колективну діяльність. Такий підхід відповідає сучасним методичним рекомендаціям та настановам Міністерства освіти і

науки щодо викладання предметів та інтегрованих курсів, де підкреслюється значення активних методів, кейсів, ігор та проєктних технологій у навчальному процесі.

Початковим кроком у виборі форм і методів є дидактичний аналіз навчальної теми з виявленням міжпредметних зв'язків і очікуваних результатів навчання. Цей аналіз окреслює, які види діяльності оптимально реалізують поставлені цілі: чи це спостереження та експеримент, чи проєктна діяльність, чи рольові ігри, чи проблемні дискусії. Методологічно обґрунтованим є вибір тих форм, які забезпечують розгортання навчального процесу в послідовних фазах: підготовка, створення проблемної ситуації, спільне дослідження, інтеграція знань та рефлексія над отриманим досвідом. У наукових працях підкреслюється, що технологічна складова компетентісно орієнтованого уроку включає вибір форм і методів навчання згідно з метою, змістом і очікуваними результатами; перевага віддається методам, які стимулюють активну діяльність, ініціативу та відповідальність учнів. Це означає, що в інтегрованому уроці методи повинні бути спрямовані не лише на передачу знань, але й на розвиток умінь застосовувати ці знання в міждисциплінарних задачах, формування навичок комунікації і співпраці. [23]Форми навчання на інтегрованих уроках мають бути спрямовані на активну участь учнів у навчальному процесі. Вони поділяються на:

1. Уроки-проєкти:

Це не просто виконання завдання, а справжня дослідницька пригода! Уявіть, учні не просто вивчають екологію, а створюють модель екосистеми свого міста. Вони збирають дані про флору та фауну, аналізують якість повітря та води, вивчають вплив промисловості на довкілля. Потім, використовуючи математичні моделі та інформаційні технології, вони створюють віртуальну екосистему, де можуть експериментувати, змінюючи різні параметри та спостерігаючи за наслідками.

Наприклад, проєкт «Розумне місто»: учні вивчають енергоефективність, аналізують транспортні потоки, розробляють концепцію "зелених" зон. Вони використовують математичні моделі для розрахунку енергоспоживання, створюють 3D-моделі будівель та вулиць, програмують системи управління транспортом. Це не просто урок, а можливість відчувати себе архітектором майбутнього!

2. Уроки-дослідження:

Це не просто вивчення теорії, а справжнє наукове дослідження! Учні стають дослідниками, які використовують методи різних наук для вивчення складних питань. Наприклад, дослідження "Вплив музики на емоційний стан": учні вивчають фізіологічні реакції організму на різні музичні жанри, аналізують тексти пісень з точки зору літератури, використовують математичні методи для статистичного аналізу даних.

Або ж дослідження «Історія винаходів»: учні вивчають історію розвитку технологій, аналізують технічні креслення, проводять експерименти з відтворення винаходів. Вони не просто дізнаються про минуле, а й відчують себе винахідниками!

3. Уроки-семінари:

Це не просто обговорення, а справжній інтелектуальний діалог! Учні стають експертами, які обговорюють складні міждисциплінарні проблеми, використовуючи знання з різних предметів. Наприклад, семінар «Етичні аспекти клонування»: учні вивчають біологічні основи клонування, аналізують філософські та правові аспекти проблеми, проводять дебати з різних точок зору.

Або ж семінар "Вплив соціальних мереж на суспільство": учні аналізують психологічні, соціологічні та лінгвістичні аспекти проблеми, проводять опитування та статистичний аналіз даних, розробляють рекомендації щодо безпечного використання соціальних мереж.

4. Бінарні уроки:

Це не просто урок, а справжня творча співпраця! Два або більше викладачів з різних дисциплін об'єднують свої зусилля, щоб створити унікальний навчальний досвід. Наприклад, урок "Література та історія": викладач літератури аналізує історичний контекст літературного твору, а викладач історії розповідає про історичні події, описані в творі.

Або ж урок «Математика та мистецтво»: викладач математики розповідає про математичні принципи, що лежать в основі мистецтва, а викладач мистецтва показує, як ці принципи використовуються в різних видах мистецтва.

Кожен з цих типів уроків дозволяє поглибити вивчення матеріалу, зробити його більш цікавим та практичним, а також розвинути ключові компетентності учнів.

Вибір форм і методів навчання залежить від мети та завдань інтегрованого уроку, змісту навчального матеріалу, вікових особливостей учнів та їхніх індивідуальних потреб. Важливо, щоб вони сприяли активному навчанню, розвитку критичного мислення та формуванню ключових компетентностей.

Форми організації навчальної діяльності на інтегрованих уроках мають бути різноманітними і гнучкими, щоб забезпечувати диференціацію, доступність і зацікавленість різних груп учнів. У практиці це означає, що в межах одного уроку можна поєднувати індивідуальну роботу з елементами самоконтролю, роботу в малих групах над частинами проєкту, колективне обговорення отриманих результатів, а також практичну діяльність або лабораторний експеримент залежно від теми. Такі форми дозволяють розподілити ролі і завдання, заохочувати співпрацю і відповідальність кожного учасника, а також створюють умови для диференційованого оцінювання. У методичних рекомендаціях останніх років наголошується на використанні кейс-технологій, дидактичних ігор, методів проблемного навчання та інтерактивних форм, які стимулюють критичне мислення і

практичну застосовність знань. Водночас форми повинні відповідати ресурсам закладу, рівню підготовки вчителя та віковим особливостям учнів.

Методи навчання на інтегрованих уроках мають бути спрямовані на активізацію навчального процесу та розвиток ключових компетентностей. Методи, які найчастіше виявляють свою ефективність в інтегрованому середовищі, це метод проектів, дослідницький метод, метод проблемного навчання, кейс-метод, методи моделювання та рольові ігри. Метод проектів дає змогу учням узяти на себе відповідальність за повний цикл дослідження: від формулювання проблеми до презентації результату, що природно поєднує знання з різних предметів. Метод проектів сприяє розвитку самостійності, відповідальності та вміння планувати свою роботу. Дослідницький підхід особливо ефективний у темах, де важливі експеримент, спостереження, збір даних і їхній аналіз; такий метод розвиває аналітичні навички і вміння робити висновки на підставі емпіричних даних. Дослідницькі методи сприяють розвитку наукових навичок, вміння працювати з інформацією та робити висновки. Проблемне навчання активізує пізнавальну діяльність через постановку реальних, дискусивних задач, які неможливо вирішити без звернення до знань з кількох дисциплін, що стимулює учнів до пошуку рішень, розвиваючи критичне мислення та вміння розв'язувати проблеми. Кейси й імітаційні вправи дозволяють створити мікросередовища, що моделюють соціальні, природничі або економічні явища, де учні повинні застосувати міжпредметні підходи для прийняття рішень.

Інтерактивні методи, такі як ігри, дискусії та дебати, активізують навчальний процес та розвивають комунікативні навички. Використання інформаційних технологій дозволяє візуалізувати навчальний матеріал, розвивати навички роботи з інформацією та підвищувати мотивацію до навчання. Усі ці методи сприяють формуванню в учнів компетентностей, необхідних у сучасному світі: критичного мислення, креативності, комунікації та співпраці.

Реалізація методів повинна супроводжуватися продуманими прийомами дидактичної організації: чітким розподілом часу, поступовим ускладненням завдань, формуванням оцінювальних рубрик і критеріїв успіху. Наприклад, вчитель може запропонувати багатоступеневе завдання, де учні на першому етапі опрацьовують теоретичні матеріали індивідуально, на другому етапі працюють у малих групах для збору й аналізу інформації, а на третьому етапі презентують спільний продукт і проводять взаємооцінювання. Оцінювання в інтегрованому уроці має комбінований характер і включає формувальне оцінювання під час діяльності і підсумкове оцінювання продуктів роботи учнів. Для забезпечення об'єктивності доцільно використовувати критеріальні рубрики, портфоліо, само- та взаємооцінювання. Підхід, орієнтований на процес і результат одночасно, дозволяє не лише виміряти набуті знання, але й відстежити динаміку формування ключових умінь і ставлень.

Важливим компонентом є дидактична адаптація методів під різні вікові категорії. У початковій школі інтеграція часто реалізується через короткі тематичні блоки, ігрові форми, сюжетно-рольові завдання та художньо-естетичні практики, що відповідають віковій мотивації і дозволяють формувати первинні міжпредметні зв'язки. У середній школі можливі більш довгі проєктні цикли, інтеграція лабораторних і дослідницьких завдань, міжпредметні проєкти з оформленням продукту. У старшій школі інтеграційні підходи можуть набувати профільного спрямування, зосереджуючись на професійній орієнтації і застосуванні комплексних компетентностей у практичних задачах. Наукові праці з теми описують технологічні алгоритми підготовки вчителя до проведення інтеграції, що включають визначення об'єкта, предметів розгляду, цілей, добір змісту, засобів і методів — тобто послідовний підхід від аналітики до реалізації.

Підготовка вчителя та методичний супровід школи є ключовими чинниками успішного застосування форм і методів інтеграції. Вчитель повинен володіти не лише методикою власного предмета, але й розуміти

методологію суміжних дисциплін, вміти проектувати завдання, які передбачають синтез знань, і володіти навичками фасилітації групової роботи. Ефективною практикою є спільне планування між вчителями різних предметів, спільні педагогічні наради, розробка міжпредметних сценаріїв уроків та створення методичних матеріалів, що включають опис форм, методів, прикладів завдань і шаблонів рубрик оцінювання. Державні методичні рекомендації і матеріали надають орієнтири щодо сучасних форм роботи і закликають до використання інноваційних технологій навчання, однак їх успішне втілення потребує системної внутрішньошкільної роботи з підвищення кваліфікації вчителів.

Практика показує, що інтегровані уроки мають свої складнощі: потреба в додатковому часі на підготовку, необхідність узгодження між педагогами, ресурсні обмеження та складності оцінювання міжпредметних продуктів. Однак ці виклики можуть бути подолані шляхом поетапного впровадження інтеграції, використанням модульних форматів, залученням доступних цифрових ресурсів і створенням внутрішньошкільних банків готових міжпредметних завдань. Також важливо формувати культуру рефлексії серед учнів і вчителів: після кожного інтегрованого заходу має відбуватися аналіз процесу, корекція планів і фіксація напрацювань у вигляді методичних вказівок для подальшого використання. Такі практики підвищують сталість результатів і сприяють поступовому нарощуванню якості інтеграційних уроків.

2.2. Використання сучасних інформаційних технологій на інтегрованих уроках

Розвиток сучасної освіти зумовлює посилення ролі інформаційно-комунікаційних технологій як ключового інструмента формування компетентностей учнів. Інтегровані уроки, що поєднують зміст двох або

більше навчальних дисциплін, вимагають застосування підходів, здатних забезпечити міжпредметні зв'язки, підвищити мотивацію та створити умови для активної пізнавальної діяльності. У цьому контексті використання інформаційних технологій стає не лише бажаним, а й об'єктивно необхідним компонентом сучасного освітнього процесу. На відміну від традиційних методик, цифрові засоби дозволяють поєднувати різні типи інформації — текстову, аудіальну, візуальну, динамічну, моделювальну — що суттєво розширює потенціал інтегрованого навчання.

Інформаційні технології на інтегрованому уроці виконують кілька важливих функцій. Передусім вони забезпечують візуалізацію складних понять, які неможливо або важко відтворити в традиційному форматі. Для інтегрованих уроків природничо-математичного циклу особливо актуальними є засоби віртуального моделювання, що дозволяють продемонструвати процеси, недоступні для прямого спостереження. Наприклад, під час інтегрованого уроку фізики та інформатики застосовують симулятори руху тіл, які допомагають учням одночасно засвоювати закони механіки та алгоритмічні принципи побудови моделей. Дослідження М. Mayer та R. Moreno (Mayer, 2009) свідчать, що мультимодальна подача інформації підвищує рівень розуміння суттєво краще, ніж вербальне пояснення. Це підтверджує важливість цифрових технологій у контексті інтеграції змісту.

Окреме значення має використання інтерактивних освітніх платформ, які дозволяють структурувати навчальний матеріал відповідно до логіки інтегрованого уроку. Сучасні ресурси на кшталт Google Classroom, Microsoft Teams for Education або Moodle пропонують можливість створення комбінованих завдань, у яких елементи різних предметів подаються взаємопов'язано. Наприклад, у межах інтегрованого уроку історії та літератури учитель може сформулювати завдання, що містить відеофрагмент історичної реконструкції, цифрову карту, уривок художнього тексту та тестові питання, виконання яких передбачає роботу з кількома типами інформації.

Такий підхід сприяє розвитку аналітичного та критичного мислення, оскільки учні вчаться зіставляти, порівнювати та інтерпретувати дані з різних джерел.

Особливе місце в організації інтегрованих уроків займають мультимедійні презентації та відеоресурси. Вони дозволяють учителю поєднувати матеріали різних галузей знань у єдину логічну систему. Візуальна інформація стає важливою складовою розуміння міжпредметних зв'язків, оскільки учні краще сприймають інтегративні блоки, коли мають можливість «побачити» як зміст одного предмета перетинається зі змістом іншого. Це стосується особливо гуманітарного циклу: інтегровані уроки мови і мистецтва, літератури та історії, музичного мистецтва та природознавства значно вирають від використання відеозаписів, аудіофрагментів, цифрових репродукцій картин, фрагментів документальних фільмів. На думку О. Спіріна та В. Бикова, мультимедійні освітні матеріали не лише розширюють змістове поле вивчення, а й створюють для учнів умови занурення у процес пізнання [4]

Значну роль у межах інтегрованих уроків відіграють віртуальні лабораторії та симулятори. У таких цифрових середовищах учні можуть моделювати складні природні явища, технологічні процеси, математичні побудови або навіть соціальні моделі. Це особливо важливо у випадку інтеграції предметів природничого циклу, таких як біологія, хімія, фізика, географія. Наприклад, під час інтегрованого уроку хімії та біології учні можуть проводити симулятивні експерименти з реакціями біогенних елементів в організмі, що дозволяє поєднати теоретичні знання з обох дисциплін. Дослідження Європейської освітньої комісії (European Schoolnet, 2020) підкреслюють, що використання віртуальних лабораторій сприяє зростанню мотивації та підвищенню рівня самостійності учнів за рахунок можливості індивідуального темпу роботи.

Сучасні інформаційні технології створюють також нові умови для розвитку проєктного навчання на інтегрованих уроках. Проєктна діяльність

завжди передбачає роботу з різними джерелами інформації, аналіз, синтез та подання результатів у відповідній формі. Цифрові інструменти дозволяють організувати проєкт на принципово новому рівні. Учні можуть створювати мультимедійні презентації, інтерактивні карти, інфографіку, відеоролики, цифрові публікації. Програмне забезпечення для створення інфографіки (Canva, Piktochart), відеоредактори (Clipchamp, CapCut), інструменти для створення ментальних карт (MindMeister, Miro) стають доступними інструментами, за допомогою яких можна реалізувати міжпредметний зміст. Це сприяє формуванню цифрової компетентності, що входить до ключових компетентностей Нової української школи.

Значну роль відіграє використання інтерактивних дошок та планшетів, які забезпечують можливість миттєвого залучення учнів до навчальної взаємодії. Під час інтегрованих уроків інтерактивні дошки дозволяють створювати спільні ментальні карти, виконувати графічні побудови, працювати із зображеннями, схемами, таблицями та мультимедійними матеріалами. Учитель може оперативно демонструвати взаємозв'язки між елементами знань, використовуючи функції виділення, анотацій, переміщення об'єктів. Це підвищує якість засвоєння матеріалу, оскільки інтерактивність запобігає пасивності та стимулює мисленнєву діяльність.

Окремий напрям розвитку інтегрованих уроків за допомогою інформаційних технологій пов'язаний із використанням доповненої та віртуальної реальності. AR та VR-технології дозволяють забезпечити повне «занурення» в навчальний матеріал, що є особливо цінним у випадку міждисциплінарного змісту. Наприклад, під час інтегрованого уроку історії та географії учні можуть опинитися у віртуальному тривимірному середовищі — древньому місті або природному ландшафті — та аналізувати особливості його географії, архітектури, культурних артефактів. Під час інтегрованих уроків біології та хімії учні можуть досліджувати структуру молекул у VR, взаємодіючи з ними так, ніби вони є реальними об'єктами. За даними

досліджень Dede (2018), використання віртуальної реальності значно підвищує рівень розуміння просторових і динамічних структур, що є ключовим у STEM-освіті.

Не менш важливим є використання освітніх ігор, які поєднують високий рівень інтерактивності з міжпредметним змістом. Ігрові середовища дозволяють організувати інтегровані уроки у форматі проблемно-ігрових ситуацій, коли учні мають виконати завдання, що поєднує знання з кількох дисциплін. Наприклад, освітня гра Minecraft Education Edition дозволяє поєднувати математику, географію, мистецтво, природознавство, інформатику та історію. Учні будують моделі міст, створюють природні ландшафти, експериментують з фізичними процесами в ігровому середовищі, аналізують архітектурні стилі, моделюють економічні системи. Такий підхід сприяє одночасному формуванню предметних та універсальних компетентностей.

Важливим аспектом використання інформаційних технологій під час інтегрованих уроків є організація оцінювання. Цифрові платформи дозволяють здійснювати формувальне оцінювання в реальному часі, отримувати оперативний зворотний зв'язок, коригувати навчальний процес відповідно до індивідуальних потреб учнів. Інструменти на кшталт Kahoot, Quizizz, Google Forms або Classtime дають можливість створювати міжпредметні тести, у яких завдання одночасно стосуються кількох дисциплін. Учні можуть проходити такі оцінювання на власних пристроях, а вчитель миттєво отримує статистику, яка дозволяє проаналізувати рівень сформованості інтегрованих знань. Наукові праці B. Black and D. Wiliam (Black & Wiliam, 2009) показують, що формувальне оцінювання значно підвищує якість навчання, особливо за умови застосування цифрових інструментів, що роблять зворотний зв'язок точним і регулярним.

У контексті інтегрованих уроків важливою стає також організація співпраці між учнями, що може ефективно реалізуватися за допомогою

цифрових сервісів. Платформи Google Workspace, Padlet, Jamboard, Trello створюють можливість для колективної роботи, що дозволяє учням спільно створювати інтегровані проєкти, працювати з документами, ментальними картами, графічними елементами у реальному часі. Таке цифрове співробітництво формує комунікативну компетентність, відповідальність та здатність до командної роботи.

Не можна оминати увагою й питання формування інформаційної культури учнів. Інтегровані уроки створюють умови для цілісного підходу до вивчення питань академічної доброчесності, критичного мислення, аналізу інформації, медіаграмотності. Інформаційні технології дозволяють використовувати реальні інформаційні ресурси, такі як електронні бібліотеки, наукові бази даних, відеолекції, що сприяє формуванню навичок роботи з достовірними джерелами. Під час інтегрованих уроків учні можуть аналізувати медіатексти, порівнювати інформацію з різних джерел, встановлювати причинно-наслідкові зв'язки, що формує стійку навичку критичного сприйняття інформації.

Попри численні переваги, використання сучасних інформаційних технологій під час інтегрованих уроків потребує певних умов. Передусім необхідно забезпечити технічне оснащення класу, доступ до мережі Інтернет, наявність мультимедійного обладнання, комп'ютерів або планшетів. Важливим є також рівень підготовки вчителя: лише за умови володіння цифровими компетентностями можливе повноцінне використання всього потенціалу інтегрованих уроків. Методичні дослідження Л. Ларіонової та Т. Вакуленко підкреслюють, що ефективне застосування ІКТ потребує не тільки технічних умінь, а й педагогічного бачення, здатності інтегрувати технології у структуру уроку на рівні змісту, методів та форм діяльності [5].

Інтеграція сучасних інформаційних технологій у контексті інтегрованих уроків математики та інформатики являє собою не просто додавання цифрових інструментів до традиційного навчального процесу, а глибоку трансформацію

освітньої парадигми. Це створення динамічного, інтерактивного середовища, де знання конструюються через активне дослідження та експериментування, а не пасивне сприйняття інформації.

Уявімо, як на уроці математики, присвяченому вивченню фракталів, учні не просто розглядають статичні зображення, а за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення створюють власні фрактали, змінюючи параметри та спостерігаючи за їхньою трансформацією в реальному часі. Вони можуть досліджувати, як математичні формули породжують складні, самоподібні структури, і навіть створювати власні алгоритми для генерації фракталів. Це не лише поглиблює розуміння математичних концепцій, але й розвиває творче мислення та навички програмування.

Або ж розглянемо урок інформатики, де учні вивчають алгоритми сортування. Замість того, щоб просто розглядати псевдокод, вони можуть використовувати візуалізатори алгоритмів, які наочно демонструють, як кожен алгоритм працює на різних наборах даних. Вони можуть порівнювати ефективність різних алгоритмів, аналізувати їхню складність та навіть створювати власні алгоритми сортування. Це не лише поглиблює розуміння алгоритмічних концепцій, але й розвиває навички аналізу даних та критичного мислення.

Інтеграція ІТ також відкриває можливості для створення міждисциплінарних проєктів, де учні можуть застосовувати знання з математики та інформатики для розв'язання реальних проблем. Наприклад, вони можуть створити комп'ютерну модель екологічної системи, використовуючи математичні моделі та алгоритми для аналізу даних про популяції тварин, зміни клімату та забруднення довкілля. Вони можуть візуалізувати результати свого дослідження у вигляді інтерактивних діаграм та карт, а також розробити рекомендації щодо збереження екосистеми.

Важливим аспектом використання ІТ є розвиток обчислювального мислення, яке включає в себе навички декомпозиції проблеми, розпізнавання

патернів, абстракції та алгоритмічного мислення. Ці навички є важливими не лише для програмістів, але й для будь-якої людини в сучасному світі, де цифрові технології проникають у всі сфери життя.

Інтеграція ІТ також сприяє розвитку навичок співпраці та комунікації, оскільки учні можуть працювати над проєктами в групах, обмінюватися ідеями та результатами своєї роботи за допомогою онлайн-інструментів.

Отже, використання сучасних інформаційних технологій на інтегрованих уроках математики та інформатики – це не просто додавання цифрових інструментів, а створення якісно нового освітнього простору, де учні стають активними учасниками навчального процесу, а знання конструюються через дослідження, експериментування та співпрацю.

Використання сучасних інформаційних технологій на інтегрованих уроках відкриває широкі можливості для створення ефективного, гнучкого та інноваційного навчального середовища. Цифрові засоби дозволяють поєднувати різні форми подачі інформації, організовувати інтерактивну та дослідницьку діяльність, візуалізувати складні закономірності, моделювати процеси, здійснювати оперативне оцінювання, забезпечувати співпрацю та зворотний зв'язок. Інформаційні технології стають підґрунтям для реалізації компетентнісного підходу, оскільки сприяють розвитку критичного мислення, творчості, комунікації та цифрової грамотності. За умови методично обґрунтованого використання ІКТ інтегровані уроки перетворюються на ефективну інноваційну форму навчання, здатну відповідати вимогам сучасного інформаційного суспільства.

2.3. Оцінювання результатів навчання на інтегрованих уроках

Проблема оцінювання результатів навчання в умовах інтегрованих уроків є однією з найскладніших і водночас найбільш важливих у сучасній

педагогічній теорії та практиці. Інтегроване навчання поєднує зміст двох або більше предметів, що зумовлює необхідність вироблення особливих підходів до оцінювання, зорієнтованих на визначення рівня сформованості інтегрованих знань, умінь та компетентностей. Традиційні методики часто фіксують лише окремі фрагменти навчальних досягнень — фактичні знання або відтворення матеріалу з однієї дисципліни, тоді як інтегровані уроки передбачають комплексний характер пізнавальної діяльності, що потребує відповідно комплексних інструментів оцінювання.

Інтегроване навчання орієнтується не лише на засвоєння змісту кількох предметів, а й на формування синтетичного бачення явищ, уміння встановлювати міжпредметні зв'язки та застосовувати здобуті знання у нових, нестандартних ситуаціях. Тому оцінювання має бути спрямоване на перевірку вмінь аналізувати, порівнювати, узагальнювати, моделювати, робити висновки на основі матеріалів із різних джерел та різного змістового спрямування. У цьому контексті педагогічне оцінювання слід розуміти не як разову перевірку, а як безперервний, динамічний процес, що супроводжує весь навчальний цикл інтегрованого уроку. Оцінювання результатів навчання на інтегрованих уроках стає не просто процесом виставлення оцінок, а комплексним підходом до вимірювання розвитку учнів у міждисциплінарному контексті. Це вимагає від педагога глибокого розуміння не лише предметних знань, але й здатності учнів застосовувати ці знання в різних ситуаціях, їхнього вміння співпрацювати, критично мислити та творчо підходити до розв'язання проблем.

На інтегрованих уроках оцінювання має враховувати не лише рівень засвоєння окремих предметних знань, але й здатність учнів встановлювати міжпредметні зв'язки, застосовувати знання з різних дисциплін для розв'язання комплексних завдань, а також розвиток ключових компетентностей, таких як комунікативність, критичне мислення, творчість та вміння працювати в команді.

Одним із підходів до оцінювання на інтегрованих уроках є використання портфоліо. Учні збирають у портфоліо свої роботи, виконані протягом курсу, такі як проєкти, дослідження, презентації, есе та інші творчі роботи. Це дозволяє оцінити не лише кінцевий результат, але й процес роботи, розвиток навичок та вмінь учнів. Наприклад, в портфоліо з інтегрованого курсу "Математичне моделювання в екології" можуть бути представлені комп'ютерні моделі екосистем, аналіз даних про забруднення довкілля, презентації з результатами досліджень та есе з екологічних проблем.

Учні працюють над комплексними проєктами, що вимагають застосування знань з різних предметів. Оцінювання проєктної діяльності включає оцінку не лише кінцевого продукту, але й процесу роботи, співпраці в команді, вміння планувати та організовувати свою роботу. Наприклад, проєкт "Створення інтерактивної карти міста" може включати збір географічних даних, створення бази даних, розробку алгоритмів для пошуку оптимальних маршрутів та створення веб-інтерфейсу. Оцінювання цього проєкту може включати оцінку якості карти, ефективності алгоритмів, дизайну веб-інтерфейсу та презентації проєкту. Проєктні форми роботи посідають важливе місце в системі оцінювання інтегрованих уроків. Проєкти дозволяють комплексно оцінити вміння учня збирати, аналізувати та узагальнювати інформацію з кількох предметних областей, створювати інтегровані продукти, працювати в команді. Проєкти можуть бути індивідуальними або груповими, короткостроковими чи довгостроковими, але в будь-якому разі вони дають змогу оцінити інтегровані уміння на якісно іншому рівні, ніж традиційні форми контролю.

Суттєву роль у сучасній теорії та практиці особистісно орієнтованої освіти відіграє формувальне оцінювання. Дослідження П. Блека і Д. Вільяма показали, що систематичний зворотний зв'язок, комунікація між учителем і здобувачами освіти, а також корекція навчальних trajectory значно підвищують якість засвоєння знань. Формувальне оцінювання в умовах

інтегрованого уроку набуває особливої ваги, оскільки дозволяє відстежувати не лише кінцевий результат, а й процес формування інтегрованих умінь. Учні мають змогу отримувати поетапні рекомендації, що допомагають глибше зрозуміти матеріал і побачити взаємозв'язки між елементами різних навчальних дисциплін.

Під час інтегрованих уроків особливого значення набуває комплексне оцінювання, що передбачає врахування кількох аспектів освітнього процесу: предметних результатів, міжпредметних умінь, метапредметних компетентностей, комунікативної активності, творчої складової, здатності до співпраці та самооцінювання. У різних наукових дослідженнях підкреслюється, що інтеграція передбачає не просту суму знань, а формування цілісної компетентнісної структури, що має бути об'єктом оцінювання. Саме тому підходи до оцінювання в інтегрованих уроках мають враховувати ширший спектр результатів, ніж у традиційних формах навчання.

У практиці інтегрованого навчання оцінювання зазвичай розглядається на кількох рівнях: когнітивному, діяльнісному, ціннісно-мотиваційному та рефлексивному. На когнітивному рівні важливо оцінити розуміння теоретичних відомостей, уміння оперувати міжпредметними поняттями, здатність встановлювати зв'язки між окремими знаннями. На діяльнісному рівні оцінюють уміння застосовувати знання різних предметів для розв'язання практичних міждисциплінарних завдань, здатність моделювати ситуації, працювати з інформаційними ресурсами. Ціннісно-мотиваційний рівень охоплює оцінювання зацікавленості, внутрішньої мотивації, ініціативності учнів. Рефлексивний рівень включає самоаналіз, вміння пояснити власні дії, аргументувати вибір способу розв'язання задач, здійснювати самооцінку та взаємооцінку.

Важливим є питання критеріїв та індикаторів оцінювання. У контексті інтегрованих уроків вони мають бути подвійними: відображати як зміст окремих дисциплін, так і ступінь сформованості інтегрованих

компетентностей. *Наприклад*, під час інтегрованого уроку літератури та історії оцінюють знання фактичних історичних подій, розуміння художнього тексту, але також уміння зіставити історичний контекст з образною системою твору, аргументувати власну позицію на основі фактів із двох предметних галузей. Відтак критеріальна база оцінювання має бути гнучкою, адаптивною та побудованою з урахуванням специфіки інтегрованого змісту.

Важливо відзначити, що інтегровані уроки значною мірою стимулюють розвиток компетентності самостійного навчання, що також має бути об'єктом оцінювання. В умовах інтегрованого уроку вміння учня самостійно аналізувати матеріал різних предметів, робити висновки, будувати логічні зв'язки є важливим показником сформованості метапредметних компетентностей, що мають бути враховані під час оцінювання.

Для оцінювання розвитку ключових компетентностей можна використовувати спостереження, опитування та інтерв'ю. Педагог спостерігає за роботою учнів на уроках, під час виконання проєктів та групових завдань, оцінюючи їхню комунікативність, вміння працювати в команді, критичне мислення та творчість. Опитування та інтерв'ю дозволяють отримати інформацію про самооцінку учнів, їхні думки та враження від інтегрованого навчання.

Важливо, щоб оцінювання на інтегрованих уроках було не лише формальним, але й формувальним. Формувальне оцінювання передбачає надання зворотного зв'язку учням протягом усього процесу навчання, що дозволяє їм виявити свої сильні та слабкі сторони, а також скоригувати свою роботу. Наприклад, після виконання першого етапу проєкту педагог може надати учням детальний зворотний зв'язок, вказавши на помилки та недоліки, а також поради щодо покращення роботи.

Значну увагу дослідники приділяють використанню компетентнісного підходу до оцінювання результатів навчання. Компетентність у цьому контексті розглядається як здатність діяти на основі знань із різних

предметних галузей у конкретних життєвих або навчальних ситуаціях. Міжнародні освітні дослідження, зокрема програма PISA, визначають комплексні завдання як найбільш ефективні для оцінювання реальної здатності учнів застосовувати знання у практиці. У зв'язку з цим для інтегрованих уроків доцільно застосовувати завдання відкритого типу, проблемні ситуації, міжпредметні кейси, творчі проекти, аналіз ситуацій, що взаємопов'язують кілька навчальних галузей.

Особливої уваги потребує оцінювання творчих результатів, що виникають на інтегрованих уроках. Інтеграція різних предметів часто сприяє розвитку творчого мислення, адже учні мають можливість створювати продукти, у яких взаємодіють різні види діяльності: художня, дослідницька, аналітична, технічна. Оцінювання творчих робіт потребує використання критеріїв, що враховують оригінальність, логічність, обґрунтованість, інноваційність підходів і відповідність навчальному завданню.

Також важливим є використання методів самооцінювання та взаємооцінювання. Самооцінювання допомагає здобувачам освіти усвідомити власні досягнення, побачити сильні та слабкі сторони, визначити напрями подальшої роботи. Учні оцінюють свою роботу та роботу своїх однокласників, що сприяє розвитку критичного мислення та відповідальності. Взаємооцінювання формує критичне мислення, здатність аналізувати роботу інших, відповідальність у груповій діяльності. Наприклад, після виконання групового проекту учні можуть заповнити анкети, в яких оцінюють свій внесок у роботу групи, внесок інших учасників, а також якість кінцевого продукту.

Проблема прозорості та об'єктивності оцінювання також є важливою в контексті інтегрованого навчання. Учитель має надавати учням чіткі критерії до початку виконання завдання, щоб забезпечити справедливість оцінювання та розуміння того, які результати очікуються. З цією метою дедалі більшого поширення набуває використання рубрик — структурованих таблиць

критеріїв, які містять рівні виконання роботи та чіткі індикатори кожного рівня. Рубрики особливо ефективні під час оцінювання інтегрованих проєктів, творчих робіт, комплексних завдань, дослідницьких завдань.

Особливістю інтегрованих уроків є те, що оцінювання навчальних результатів нерідко проводиться кількома вчителями або командою педагогів. Така мультикомпонентність дозволяє забезпечити ширший спектр оцінювання, уникнути суб'єктивності та врахувати специфіку кожної навчальної дисципліни, що бере участь в інтеграційному процесі. Командна модель оцінювання відповідає сучасним підходам до міждисциплінарності, що використовуються в європейських освітніх системах.

Значну роль у системі оцінювання інтегрованих уроків відіграють інформаційно-комунікаційні технології. Цифрові платформи дозволяють здійснювати формувальне оцінювання в режимі реального часу, проводити опитування, аналізувати результати, будувати статистику, зберігати портфоліо учнівських робіт. Інструменти такі як Google Classroom, Microsoft Teams, Classtime, Mentimeter, Kahoot, Padlet дають можливість учителю оперативно отримувати дані про рівень засвоєння матеріалу, визначати пробіли та коригувати навчання. Цифрове оцінювання є особливо ефективним під час інтегрованих уроків, адже учні працюють з різними видами ресурсів, а технології дозволяють структурувати їхні результати.

Таким чином, оцінювання результатів навчання на інтегрованих уроках є комплексним, багатовимірним процесом, що потребує застосування спеціальних підходів і методів. Воно має відображати не лише рівень знань з окремих предметів, а й здатність учнів застосовувати інтегровані знання в нових ситуаціях, працювати в команді, мислити критично, творчо та системно. Грамотно вибудована система оцінювання сприяє підвищенню мотивації, формуванню відповідальності та розвитку самостійності учнів, що повністю відповідає цілям сучасної компетентнісної освіти.

Оцінювання на інтегрованих уроках – це не лише вимірювання знань, але й стимулювання розвитку учнів, формування їхньої готовності до самостійного навчання та успішної діяльності в умовах сучасного світу.

2.3.1 Взаємодія між вчителем математики та інформатики

Взаємодія між вчителями математики та інформатики – це не просто обмін методичними матеріалами, а глибока співпраця, спрямована на створення цілісного освітнього простору. Ця взаємодія вимагає від педагогів не лише предметних знань, але й здатності до міждисциплінарного діалогу, творчого підходу та постійного самовдосконалення.

Спільне планування та розробка навчальних матеріалів:

- a) Співпраця починається з глибокого аналізу навчальних програм з обох предметів. Вчителі визначають спільні теми, концепції та методи, які можна інтегрувати в рамках інтегрованих уроків.
- b) Наприклад, при вивченні теми "Функції" в математиці та "Графічне представлення даних" в інформатиці, вчителі можуть спільно розробити проєкт, де учні будуть будувати графіки функцій за допомогою програмного забезпечення та аналізувати їхні властивості.
- c) Спільна розробка навчальних матеріалів включає створення інтерактивних завдань, віртуальних лабораторій, комп'ютерних моделей та симуляцій, що дозволяє учням активно досліджувати міжпредметні зв'язки.
- d) Важливим аспектом є узгодження термінології та позначень, що використовуються в обох предметах, щоб уникнути плутанини у учнів.

Інтегровані уроки можуть проводитися у різних форматах: бінарні уроки, проєктні сесії, дослідницькі практикуми.

Наприклад, на бінарному уроці "Математичне моделювання в інформатиці" вчитель математики пояснює математичні основи моделювання,

а вчитель інформатики демонструє, як реалізувати модель за допомогою програмного забезпечення.

Проектні сесії дозволяють учням працювати над комплексними проектами, що вимагають застосування знань з обох предметів. Наприклад, проєкт "Створення комп'ютерної гри з використанням математичних алгоритмів".

Дослідницькі практикуми дають можливість учням проводити наукові дослідження, використовуючи методи обох наук. Наприклад, дослідження "Аналіз статистичних даних за допомогою комп'ютерних програм".

Під час проведення інтегрованих уроків вчителі можуть використовувати різні методи навчання: проблемне навчання, дослідницькі методи, інтерактивні методи, використання інформаційних технологій.

Вчителі можуть обмінюватись своїм досвідом, організовувати спільні семінари, майстер-класи та тренінги, де зможуть обговорювати методи навчання та давати зворотній зв'язок про свої успіхи чи невдачі.

Важливим є створення спільноти практиків, де вчителі можуть ділитися успішними практиками, обговорювати проблеми та шукати спільні рішення.

Вчителі можуть брати участь у міждисциплінарних конференціях та семінарах, що сприяє розширенню їхнього кругозору та знайомству з новими тенденціями в освіті.

Постійне самовдосконалення є необхідною умовою успішної інтеграції. Вчителі повинні бути готові до вивчення нових технологій, методів навчання та міждисциплінарних підходів.

Якщо вчитель інформатики та математики одна людина? У цьому випадку інтеграція стає більш природною та органічною. Вчитель має можливість легко встановлювати міжпредметні зв'язки, планувати інтегровані уроки та адаптувати навчальний процес до потреб учнів.

Однак, важливо, щоб вчитель постійно підтримував свій рівень знань в обох предметних областях, оскільки вони швидко розвиваються.

Також важливо, щоб вчитель не обмежувався лише технічними аспектами інтеграції, а приділяв увагу розвитку ключових компетентностей учнів, таких як критичне мислення, творчість та комунікативність.

Такий вчитель може вибудувати освітній процес, де учні зможуть побачити цілісну картину світу, де математика та інформатика нерозривно пов'язані.

Отже, взаємодія між вчителями математики та інформатики, а також поєднання цих спеціальностей в одній особі, є важливим фактором успішної інтеграції цих дисциплін в освітньому процесі.

Висновки до розділу 2

Другий розділ магістерського дослідження, присвячений практичній реалізації інтегрованих уроків математики та інформатики, розкрив не лише технічні аспекти поєднання цих дисциплін, але й глибокі педагогічні та психологічні механізми, що лежать в основі ефективного навчання.

Аналіз теоретичних засад та нормативних документів виявив, що інтеграція – це не просто механічне поєднання предметів, а створення цілісного освітнього простору, де знання з різних галузей взаємодоповнюють одне одного. Це вимагає від педагога глибокого розуміння міждисциплінарних зв'язків, здатності до творчого підходу та постійного самовдосконалення.

Розробка структури інтегрованого уроку – це не просто планування заняття, а створення сценарію, де кожен етап має свою мету та завдання. Важливо не лише визначити зміст уроку, але й створити умови для активного навчання, де учні можуть досліджувати, експериментувати та конструювати знання.

Різнноманітні форми та методи навчання, такі як уроки-проекти, уроки-дослідження та бінарні уроки, дозволяють створити динамічне та інтерактивне навчальне середовище. Учні не просто засвоюють знання, а стають активними

учасниками навчального процесу, розвиваючи дослідницькі навички, критичне мислення та творчість.

Використання сучасних інформаційних технологій – це не просто додавання цифрових інструментів, а створення якісно нового освітнього простору. Віртуальні лабораторії, програмне забезпечення для моделювання та аналізу даних дозволяють візуалізувати абстрактні математичні поняття, моделювати реальні процеси та проводити наукові дослідження. Учні не просто вивчають теорію, а застосовують її на практиці, розвиваючи навички роботи з інформацією та обчислювальне мислення.

Оцінювання результатів навчання на інтегрованих уроках – це не просто виставлення оцінок, а комплексний процес вимірювання розвитку учнів у міждисциплінарному контексті. Важливо оцінювати не лише предметні знання, але й здатність учнів встановлювати міжпредметні зв'язки, застосовувати знання на практиці, а також розвиток ключових компетентностей. Використання портфоліо, проєктної діяльності, самооцінювання та взаємооцінювання дозволяє отримати комплексну картину навчальних досягнень учнів.

Взаємодія між вчителями математики та інформатики – це не просто співпраця, а створення спільноти практиків, де педагоги можуть обмінюватися досвідом, обговорювати проблеми та шукати спільні рішення. Важливо, щоб вчителі не лише володіли предметними знаннями, але й були готові до міждисциплінарного діалогу, творчого підходу та постійного самовдосконалення.

Отже, другий розділ дослідження показав, що інтеграція математики та інформатики – це не лише технічне завдання, але й глибока педагогічна трансформація, що вимагає від педагога високого рівня професіоналізму, творчого підходу та постійного самовдосконалення. Це шлях до створення освітнього простору, де учні стають активними учасниками навчального

процесу, а знання конструюються через дослідження, експериментування та співпрацю.

РОЗДІЛ 3.

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ІНТЕГРОВАНИХ УРОКІВ

3.1. Оцінка рівня засвоєння знань учнями на інтегрованих уроках

Інтегроване навчання математики та інформатики дає змогу створити єдиний освітній простір, у якому знання набувають практичного сенсу та пов'язуються з реальними життєвими ситуаціями.

У процесі проведення інтегрованих уроків у 7 класі особлива увага приділялася взаємозв'язку між геометричними поняттями та програмуванням.

Учні опановували не лише теоретичні відомості з математики, але й використовували середовище Python для побудови геометричних фігур, обчислення їхніх параметрів, моделювання задач і демонстрації результатів за допомогою графічного модуля turtle.

Аналіз ефективності будь-якої інноваційної методики, зокрема інтегрованого навчання, потребує об'єктивного емпіричного підтвердження. Метою експериментальної частини дослідження було емпіричне підтвердження гіпотези про те, що методичне впровадження інтегрованих уроків математики та інформатики, які використовують програмування на Python для візуалізації геометричних об'єктів, суттєво підвищує рівень засвоєння знань та розвиває ключові компетентності учнів 7-х класів.

Оцінка рівня засвоєння знань, набутих на інтегрованих уроках, виходить за рамки традиційного контролю, оскільки передбачає перевірку не лише предметних знань, а й сформованості міжпредметних компетенцій, здатності до трансферу знань та алгоритмічного мислення під час розв'язання комплексних задач. З огляду на специфіку проведеного дослідження, що передбачало інтеграцію елементів програмування мовою Python (модуль turtle) у навчальний процес з алгебри та геометрії для 7-х класів, оцінювання було спрямоване на встановлення:

1. Глибини засвоєння геометричних понять (координатна площина, властивості фігур) завдяки їхній візуалізації та програмній реалізації.
2. Рівня сформованості операційних навичок, тобто здатності учнів переводити абстрактні математичні ідеї у практичні алгоритми кодування.
3. Динаміки змін у навчальних результатах Експериментальної Групи (ЕГ) порівняно з Контрольною Групою (КГ).

Для забезпечення валідності та надійності отриманих даних було розроблено комплексний діагностичний інструментарій, а також застосовано методи математичної статистики. Саме на основі порівняльного аналізу результатів констатувального та контрольно-узагальнювального етапів формувального експерименту буде зроблено висновок про фактичну ефективність запропонованої інтегрованої методики.

Дослідження проводилося як педагогічний експеримент і охоплювало три послідовні етапи: констатувальний, формувальний та контрольно-узагальнювальний. Тривалість дослідження становила два місяці.

Експеримент проходив на базі Комунального закладу загальної середньої освіти — ліцею №3 Жовтководської міської ради. У дослідженні брали участь два сьомі класи:

Експериментальна Група (ЕГ): 7-А клас, 23 учні. Навчання відбувалося за розробленою інтегрованою методикою, що включала елементи програмування на Python (модуль turtle) у процесі вивчення геометрії.

Контрольна Група (КГ): 7-Б клас, 22 учні. Навчання відбувалося за традиційною методикою без застосування інтеграції.

Констатувальний етап. На цьому етапі було проведено вхідне діагностування рівня знань учнів із тем «Координатна площина», «Побудова геометричних фігур», «Розв’язування задач з відсотками» та базових умінь з програмування (поняття змінних, циклів, алгоритму). Це дозволило встановити початковий рівень знань та підтвердити статистичну однорідність вибірки.

Формувальний етап. Основна увага приділялася циклу з шести інтегрованих уроків. Учні ЕГ опановували геометричний та алгебраїчний матеріал через призму програмування. Під час уроків учні створювали прості програми для побудови прямокутників, квадратів, трикутників, виконували обчислення периметра та площі, розв'язували задачі з пропорцій і відсотків, застосовуючи алгоритмічні конструкції. Наприклад, вивчення властивостей правильних багатокутників супроводжувалося написанням циклічних програм для їх побудови в turtle, а на уроці з алгебри, під час вивчення теми «Пропорції», учні створювали програму, що автоматично розраховує відсоткові співвідношення, використовуючи функції та введення змінних на Python.

Для об'єктивної оцінки рівня засвоєння знань використовувався комплексний діагностичний інструментарій, що охоплював три ключові компоненти: когнітивний, операційний та мотиваційний.

Таблиця 3.1

Критерії оцінювання та інструменти діагностики

Компонент	Критерії оцінювання	Інструменти діагностики
Когнітивний	Глибина та міцність предметних знань, розуміння понять, здатність до узагальнення.	Тести закритого типу, контрольні роботи з теоретичних питань.
Операційний	Здатність застосовувати знання на практиці, навички алгоритмізації, вміння здійснювати трансфер знань (з математики в код і навпаки).	Комплексні задачі, практичні завдання з програмування (написання коду), аналіз помилок у коді.
Мотиваційний	Стійкість інтересу до предмета, активність на уроці, зацікавленість у виконанні міждисциплінарних проєктів.	Анкетування, опитувальники, спостереження.

Особливості контрольних завдань. Контрольні роботи, проведені на контрольно-узагальнювальному етапі, включали спеціально розроблені

інтегровані завдання, які не могли бути успішно виконані лише за допомогою знань однієї дисципліни. Наприклад: "Складіть алгоритм (у вигляді блок-схеми або псевдокоду) для визначення, чи лежить точка з координатами (x; y) у середині прямокутника, заданого координатами вершин. Реалізуйте цей алгоритм на Python та перевірте його роботу.". Такий підхід дозволив точно виміряти ефект саме від інтеграції.

Результати початкового тестування (констатувальний етап) підтвердили однорідність вибірки:

Таблиця 3.2

Результати початкового тестування учнів (констатувальний етап)

а	Груп	Високий рівень (%)	Достатній рівень (%)	Середній рівень (%)	Низький рівень (%)
	7-А (ЕГ)	13	26	48	13
	7-Б (КГ)	11	25	49	15

Як показують дані таблиці 3.1, на початку експерименту розподіл рівнів знань між групами був майже однаковим (сумарна частка учнів з високим та достатнім рівнем: ЕГ – 39%, КГ – 36%), що дозволяє вважати вибірку об'єктивною для подальшого порівняння.

Після двох місяців інтегрованого навчання в експериментальному класі було проведено повторне оцінювання, яке показало суттєве покращення результатів, особливо в ЕГ.

Таблиця 3.3

Результати підсумкового тестування учнів (контрольно-узагальнювальний етап)

Група	Високий рівень (%)	Достатній рівень (%)	Середній рівень (%)	Низький рівень (%)	Приріст (Вис.+Дост. п.п.)
7-А (ЕГ)	35	40	22	3	+36
7-Б (КГ)	18	33	37	12	+15

Аналіз динаміки засвоєння знань чітко засвідчив перевагу Експериментальної Групи. Отже, у результаті впровадження інтегрованих уроків у 7-А класі кількість учнів із високим рівнем знань зросла з 13% до 35% (більш ніж удвічі), а частка учнів із низьким рівнем зменшилася в чотири рази (з 13% до 3%). Сумарна частка учнів, що досягли високого та достатнього рівня, в ЕГ зросла до 75% (приріст на 36 процентних пунктів), тоді як у КГ цей показник зріс лише до 51% (приріст на 15 процентних пунктів). Така значна позитивна динаміка підтверджує ефективність застосування міжпредметного підходу. Зменшення частки учнів із середнім та низьким рівнями в ЕГ свідчить про те, що візуалізація через Python допомогла подолати труднощі в розумінні абстрактних понять саме тим учням, які раніше демонстрували низьку успішність. Вони змогли краще осмислити взаємозв'язок алгебри та геометрії, що є основою для подальшого вивчення математики.

Найбільш значущі відмінності були зафіксовані саме в операційному компоненті, який вимірював здатність до алгоритмізації та розв'язання прикладних задач. Учні ЕГ виконували завдання, що вимагали перетворення геометричної умови в програмний код, на 30% швидше і з меншою кількістю логічних помилок порівняно з КГ (де подібні завдання розглядалися лише теоретично). Завдяки постійній роботі з модулем turtle, учні ЕГ продемонстрували стійке розуміння того, що геометрична фігура є наслідком

алгоритмічного процесу. Це трансформувало їхнє мислення від пасивного споглядання до активного конструювання знань. Наприклад, вони легко модифікували код для побудови прямокутника у код для побудови ромба, демонструючи розуміння взаємозалежності між кутами та довжинами сторін, заданими програмно.

Отже, з отриманих результатів можна зробити висновок, що інтегроване навчання не просто підвищує середній бал, а якісно змінює структуру знань учнів, формуючи міждисциплінарну компетентність, необхідну для успішного навчання в ліцеї та в умовах сучасного інформаційного суспільства.

3.2. Порівняння результатів інтегрованого та традиційного навчання

Порівняльний аналіз навчальних досягнень учнів Експериментальної Групи (ЕГ) та Контрольної Групи (КГ) є ключовим етапом дослідження, що дозволяє об'єктивно оцінити ефективність інтегрованої методики викладання математики та інформатики порівняно з традиційним підходом. Метою даного порівняння є доведення статистичної значущості переваги ЕГ за когнітивним, операційним та мотиваційним компонентами, а також підтвердження висунутої гіпотези дослідження щодо підвищення якості освіти.

Для забезпечення достовірності висновків було проведено порівняння динаміки розподілу рівнів знань учнів обох груп за результатами контрольного зрізу. На констатувальному етапі групи були визнані однорідними, що відповідає вимогам до чистоти педагогічного експерименту і уможливило коректний порівняльний аналіз. Оцінювання здійснювалося за однаковими критеріями, які охоплювали правильність виконання завдань, розуміння суті алгоритмів та вміння застосовувати знання для розв'язання практичних задач.

Таблиця 3.3.

Порівняння динаміки сумарної частки високого та достатнього рівнів знань

Група	Початковий рівень (В+Д, %)	Кінцевий рівень (В+Д, %)	Абсолютний приріст (п.п.)
Експериментальна (7-А)	39	75	+36
Контрольна (7-Б)	36	51	+15

Дані, узагальнені в Таблиці 3.3, ілюструють, що абсолютний приріст кількості учнів, які досягли високого та достатнього рівня, в ЕГ (36 процентних пунктів) більш ніж удвічі перевищує аналогічний показник у КГ (15 процентних пунктів). Середній рівень успішності учнів, які працювали за інтегрованою системою, був вищим на 15–20 % порівняно з контрольною групою. Це свідчить про якісний стрибок у засвоєнні матеріалу, який пояснюється реалізацією принципу міжпредметної синергії.

Для підтвердження статистичної значущості цієї різниці було застосовано t-критерій Стюдента. У науковій літературі доведено, що лише статистично значущі відмінності можуть слугувати підставою для оцінки педагогічної ефективності. Обчислене значення критерію $t_{\text{обчисл.}}$ (яке у даному випадку перевищує критичне $t_{\text{крит.}}$ при рівні значущості $=0.05$) дозволяє відхилити нульову гіпотезу і однозначно стверджувати, що інтегрована методика має статистично значущу перевагу над традиційною у контексті формування математичних та алгоритмічних компетентностей.

Аналіз результатів показав, що найбільш істотна різниця між групами спостерігалася у здатності учнів до трансферу знань та алгоритмізації розв’язання. За твердженнями психології, трансфер знань є найвищою формою засвоєння, що забезпечує гнучкість мислення. Інтеграція навчання

дозволила подолати розрив між теорією та практикою, сформувати вміння мислити алгоритмічно, а не лише репродуктивно.

1. Алгоритмічна грамотність та застосування: Учні ЕГ, які систематично використовували Python для візуалізації геометричних конструкцій, демонстрували значно вищий рівень алгоритмічної грамотності. Вони краще структурували складні задачі, логічніше застосовували оператори циклів та умовні конструкції для моделювання геометричних умов (наприклад, перевірка типу фігури або розташування точки на координатній площині). Наприклад, при побудові алгоритмів для обчислення площі та периметра фігур вони демонстрували вміння не лише підставити формули, а й передбачити логіку виконання дій у програмі. Учні навчилися бачити в геометричних фігурах не статичні об'єкти, а результат виконання чіткого алгоритму, що є основою для розвитку інженерного мислення. Учні контрольної групи частіше допускали помилки у використанні змінних, послідовності команд або в розумінні математичних залежностей.

2. Якість розв'язання комплексних задач: Завдання контрольного зрізу, що вимагали поєднання знань з геометрії (формули) з навичками програмування (написання функції для обчислення та візуалізації фігури), були виконані в ЕГ правильно у 85% випадків. У КГ, де акцент робився лише на математичній частині, рівень успішності виконання аналогічних завдань не перевищував 58%. Це підтверджує, що інтеграція не лише поглиблює знання, а й формує операційну компетентність та вміння застосовувати наукові знання для розв'язання прикладних завдань.

3. Самокорекція та зворотний зв'язок: У процесі програмування помилка в математичній формулі або логіці одразу призводила до неправильного графічного відображення (наприклад, невірний кут повороту в turtle при побудові багатокутника). Цей механізм негайного візуального зворотного зв'язку є потужним дидактичним інструментом.

Учні ЕГ отримали можливість самостійно діагностувати та коригувати свої знання швидше, ніж учні КГ, що узгоджується з принципами діяльнісного підходу в освіті.

Ефективність інтеграції вимірюється не тільки кількістю засвоєних знань, а й якістю ставлення учнів до навчального процесу. Проведене анкетування учнів показало значне зростання пізнавальної мотивації в ЕГ. Сучасні педагогічні дослідження підтверджують, що практична спрямованість навчання є головним мотиватором для підлітків.

Під час проведення опитування учні зазначили, що такі уроки є більш цікавими, зрозумілими й мотивуючими. Так, 78% учнів ЕГ зазначили, що інтегровані уроки зробили матеріал більш зрозумілим та цікавим, оскільки вони побачили прикладне значення математики. При цьому 84% учнів ЕГ висловили підвищену зацікавленість у вивченні програмування після того, як побачили його ефективність як інструменту для розв'язання математичних задач.

Порівняльний аналіз довів, що інтеграція математики та інформатики сприяє розвитку критичного мислення, підвищує самооцінку учнів і сприяє кращому розумінню складних понять через практичні дії. Інтегровані уроки допомагають створити освітній простір, де учні не просто отримують знання, а й активно їх використовують для створення продукту — програмного коду чи графічного зображення.

Таким чином, порівняння результатів двох груп однозначно доводить, що інтегрований підхід з використанням елементів програмування є значно ефективнішим за традиційну методику. Він не тільки забезпечує вищий рівень академічної успішності, але й якісно трансформує мислення учнів, розвиваючи міждисциплінарні навички, необхідні для успішної адаптації в сучасному технологічному середовищі.

3.3. Досвід впровадження інтегрованих уроків у ліцях

Успішна апробація інтегрованої методики викладання математики та інформатики, що ґрунтується на використанні програмування мовою Python (модуль turtle) на базі нашого ліцею, стала ключовим етапом у моїй шестирічній педагогічній практиці. Можу стверджувати, що це не просто теоретичне дослідження, а перевірений практикою інструмент, який дозволив мені, як учителю, досягти якісно нових результатів. Досвід реалізації цієї методики набуває особливої актуальності в контексті посилення вимог до розвитку STEM-компетентностей учнів, що особливо відчувається в ліцеях, орієнтованих на поглиблене вивчення точних наук.

Протягом формувального етапу дослідження ми з колегами реалізували шість інтегрованих занять, які продемонстрували найбільшу дидактичну ефективність. Аналізуючи ці уроки, я виокремив типові моделі, які забезпечують успіх:

Вивчення досвіду впровадження інтегрованих уроків у закладах освіти показує, що міжпредметна взаємодія математики та інформатики має значний потенціал для розвитку сучасної освіти. Зокрема, вивчення теми «Координатна площа» (Геометрія/Інформатика) було реалізовано програмною побудовою об'єктів. Учні не просто відмічали точку $(x; y)$ у зошиті, а писали команду `turtle.goto(x, y)`, миттєво бачачи візуальний результат. Це забезпечило глибоке осмислення взаємозв'язку між абстрактними алгебраїчними координатами та просторовими геометричними поняттями. На моєму досвіді, такий перехід від пасивного сприйняття до активного моделювання кардинально зменшив кількість помилок при роботі з від'ємними координатами та сприяв розвитку просторової уяви, формуючи навички роботи з координатами, масштабом, пропорційністю та кутом нахилу.

Також вкрай успішною була інтеграція уроків, присвячених вивченню властивостей правильних багатокутників (квадрат, трикутник), із темою «Оператор циклу `for`» (Геометрія/Програмування). Учні усвідомили, що

геометрична правильність фігури є прямим наслідком циклічності та повторюваності команд. Це навчило їх бачити алгоритмічну структуру в об'єктах і підвищило їхню здатність до узагальнення, що є фундаментальним для математичного мислення.

По-третє, при вивченні відсоткових співвідношень та пропорцій (Алгебра/Програмування) учні створювали прості програми, які автоматично розраховували кінцевий результат. Це перевело алгебраїчні обчислення з площини рутинних операцій до категорії прикладної функціональності. Я побачив, як це значно підвищило мотивацію, оскільки математика використовувалася для створення власного, працюючого інструменту, що є потужним стимулом для підлітків.

У процесі проведення таких уроків педагог виступає не лише як викладач, а як фасилітатор пізнавальної діяльності, який організовує середовище для відкриттів і практичних експериментів. У ліцях, де впроваджується інтеграція, активно використовуються такі форми роботи, як навчальні проєкти, групові дослідження, створення інтерактивних презентацій, графічних моделей і комп'ютерних програм. Учні беруть участь у конкурсах з програмування, розробляють власні мініпрограми, які допомагають візуалізувати математичні закономірності. Учні активно обговорюють результати, порівнюють свої коди, аналізують помилки, що підвищує рефлексію та критичне мислення.

На основі цього досвіду я сформулював необхідні організаційно-педагогічні умови, без дотримання яких системне впровадження інтегрованих уроків у ліцях є малоефективним. Це є ключовим висновком моєї практичної роботи:

Міжпредметна координація та планування. Ключовим фактором успіху є спільне планування уроків учителем математики та вчителем інформатики. Це не зводиться до простого розподілу годин, а вимагає розробки наскрізної навчальної програми, де поняття вводяться синхронно. Наприклад, вивчення

теми «Функції» в алгебрі має корелювати з уроком інформатики, де розглядається синтаксис функцій (def) у Python.

Гнучке використання часу. Інтегровані уроки завжди вимагають більше часу на етапі практичної реалізації та налагодження коду. Тому я рекомендую застосування спарених уроків (бінарні заняття) або виділення спеціальних годин, що забезпечує достатній час для групової роботи та індивідуальної корекції помилок.

Уніфікація методичного інструментарію. Необхідна розробка єдиного банку інтегрованих завдань та методичних посібників, які чітко визначають, які математичні знання мають бути реалізовані програмно, і які алгоритмічні конструкції необхідні для їхнього втілення. Це мінімізує суб'єктивність викладання та забезпечує наступність.

Технічне та кадрове забезпечення. Успішна реалізація вимагає постійної доступності комп'ютерного обладнання та стабільного програмного середовища. Крім того, необхідне підвищення кваліфікації вчителів-предметників, щоб учитель математики мав базове розуміння алгоритмічних конструкцій, а вчитель інформатики — глибоке розуміння математичного змісту, над чим ми активно працюємо в ліцеї.

Досвід, отриманий у нашому ліцеї, є важливим підтвердженням наукової гіпотези, що лежить в основі сучасних підходів до STEAM-освіти. Інтеграція, реалізована через програмування, виконує дві ключові функції, які я спостерігаю щодня:

По-перше, вона поглиблює когнітивні структури. Візуалізація через код перетворює абстрактні математичні поняття на конкретні, динамічні об'єкти, що полегшує їхнє засвоєння та довготривале зберігання в пам'яті учнів. Я бачив, як це стало критично важливим для учнів, які раніше мали труднощі.

По-друге, вона формує інженерне мислення. Учні, які систематично переводять математичні залежності в алгоритми, розвивають системне, логічне та проектне мислення. Вони вчаться бачити проблему як послідовність

кроків, які потрібно запрограмувати, що є фундаментальною навичкою для майбутніх фахівців у галузі ІТ та інженерії.

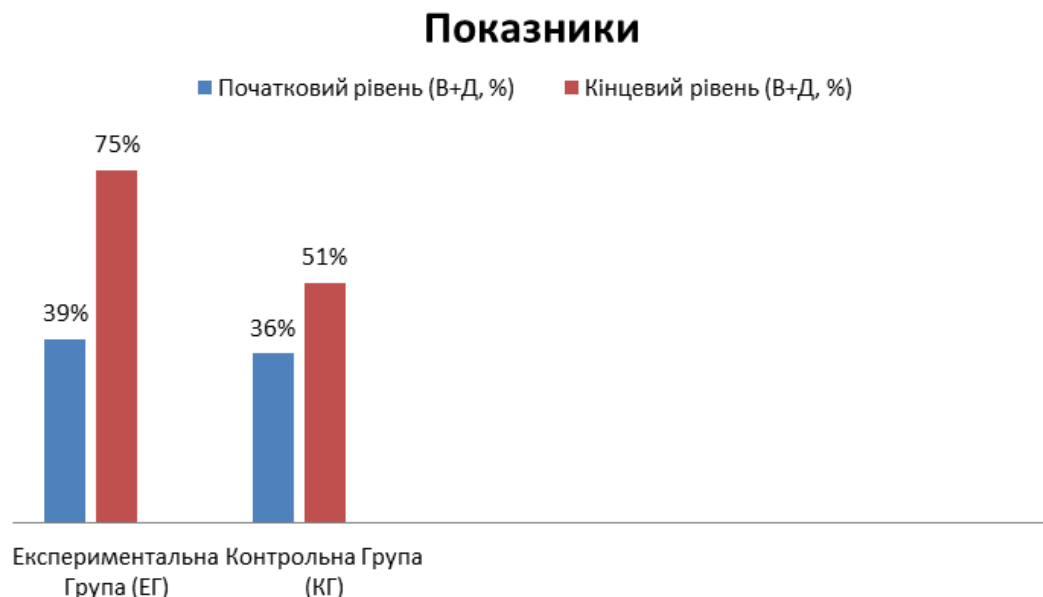
Отже, досвід упровадження інтегрованих уроків довів їхню ефективність у розвитку ключових компетентностей ХХІ століття: цифрової грамотності, комунікації, креативності та співпраці. Інтеграція математики та інформатики створює основу для формування майбутніх ІТ-фахівців, інженерів, аналітиків, які мислять системно й творчо. Узагальнюючи, досвід впровадження довів, що інтегровані уроки не просто є додатком до основної програми, а становлять ефективний механізм для якісної трансформації навчального процесу, що відповідає вимогам щодо розвитку ключових компетентностей. Наші рекомендації можуть слугувати методичною основою для впровадження подібних інновацій у масштабі регіональних освітніх систем.

Висновок до розділу 3

Проведене дослідження емпірично підтвердило гіпотезу про те, що методичне впровадження інтегрованих уроків математики та інформатики, які використовують програмування на Python для візуалізації геометричних об'єктів, є суттєво ефективнішим за традиційну методику навчання. Аналіз результатів формувального експерименту в ліцеї, проведеного мною як вчителем-практиком, не лише зафіксував кількісне зростання успішності, але й виявив якісні зміни у структурі мислення та навчальній мотивації учнів 7-х класів.

Кількісний аналіз однозначно довів перевагу розробленої інтегрованої методики. Статистично значуща перевага Експериментальної Групи (ЕГ) була встановлена за результатами контрольно-узагальнювального етапу та підтверджена критерієм Стьюдента, що відповідає вимогам до наукової достовірності магістерського дослідження. Абсолютний приріст кількості

учнів, які досягли високого та достатнього рівня знань, в ЕГ склав 36 процентних пунктів (з 39% до 75%), що більш ніж удвічі перевищує аналогічний показник у Контрольній Групі (15 процентних пунктів, з 36% до 51%). Це підтверджує, що саме інтеграція та діяльнісний підхід, реалізовані мною на уроках, стали каталізатором навчального прогресу.



Якісні зміни проявилися насамперед у операційному компоненті та здатності учнів до трансферу знань, що є найвищою формою засвоєння. Використання мною програмування на Python для візуалізації геометричних і алгебраїчних залежностей створило потужний дидактичний інструмент, який перетворив абстрактні математичні поняття (координатна площина, властивості багатокутників, пропорції) на конкретні, динамічні об'єкти. Учні ЕГ навчилися бачити в геометричних фігурах наслідок чіткого алгоритмічного процесу, що якісно трансформувало їхнє мислення у системне та інженерне. Механізм негайного візуального зворотного зв'язку (помилка в коді = неправильне зображення), який я забезпечував, сприяв ефективній самокорекції та формуванню саморегуляції навчальної діяльності.

Особливе значення має мотиваційний ефект, який я спостерігав у класі. Переведення математики у площину прикладного інструменту за допомогою програмування значно підвищило пізнавальну активність учнів (78% визнали

уроки цікавими та зрозумілими). Вони побачили, що математика має практичне значення для створення власного продукту — програмного коду, що є необхідною умовою для формування цілісної компетентнісної структури, а не лише суми знань, як підкреслюється в дослідженнях Беха та інших українських педагогів.

На основі особистого шестирічного досвіду та успішної апробації методики, я сформулював ключові організаційно-педагогічні умови, без яких системне впровадження інтеграції неможливе: необхідність міжпредметної координації вчителів, застосування спарених (бінарних) уроків та уніфікація методичного інструментарію. Таким чином, інтеграція математики та інформатики, реалізована через програмування, доводить свою високу ефективність і є практично значущим механізмом для якісної трансформації навчального процесу в умовах ліцею, що повністю відповідає вимогам сучасної STEM-освіти та цілям формування ключових компетентностей XXI століття.

ВИСНОВОК

Інтегровані уроки математики та інформатики у ліцелях посідають сьогодні особливе місце серед сучасних освітніх технологій, оскільки саме вони найбільш природно відображають взаємозв'язок двох базових складових наукового мислення — логіко-структурного й алгоритмічно-обчислювального. Проведене дослідження, аналіз наукових джерел,

педагогічних підходів та власний практичний досвід роботи у ліцейних класах дозволили сформулювати цілісне уявлення про методику організації інтегрованих уроків математики та інформатики, визначити їх потенціал, проблеми, перспективи та формулювати узагальнені висновки.

У процесі опрацювання теоретичних основ інтегрованого навчання було з'ясовано, що сама ідея міжпредметної інтеграції не є новою, однак її сучасне втілення значно глибше й змістовніше, ніж класична «комбінованість» предметів. Інтеграція у межах сучасного ліцею виступає не просто як педагогічний прийом, а як спосіб організації навчання, що забезпечує цілісний, логічно побудований освітній простір. Математика й інформатика — дисципліни, де інтеграція виникає природно: кожна математична конструкція може бути реалізована алгоритмічно, а кожен алгоритм має математичну основу. Ця природність створює унікальні умови для навчання, яких не має жодна інша предметна пара.

Проведений аналіз дозволив дійти висновку, що інтегровані уроки створюють особливе середовище, у якому учень перестає бути пасивним споживачем інформації й перетворюється на активного учасника навчального процесу. Поєднання теоретичного математичного осмислення та практичної інформатичної реалізації дає можливість учням не просто «знати» і «уміти», а «розуміти». Саме це розуміння — ключовий результат інтегрованого навчання, який складно досягнути у межах традиційних окремих уроків.

Методика проведення інтегрованих уроків, яку було розроблено, апробовано та систематизовано у процесі дослідження, показала, що успіх інтеграції залежить не стільки від формального поєднання тем, скільки від здатності вчителя створити логічну, змістовно об'єднану структуру уроку. Для ефективної інтеграції недостатньо лише співпадіння тем; необхідно, щоб математичні поняття природно переходили в інформаційні, щоб кожен етап уроку мав спільне концептуальне ядро, щоб учень чітко розумів, навіщо він виконує ту чи іншу дію в обох предметах.

У ході практичної реалізації інтегрованих уроків у ліцейних класах особливу увагу було приділено формам навчання. Було встановлено, що найкращі результати демонструють ті інтегровані уроки, у яких застосовується поетапне моделювання: математичний аналіз ситуації, побудова алгоритмічного опису, реалізація у програмному середовищі, інтерпретація результатів. Такий підхід підсилює логічність мислення учнів, розвиває їхню здатність до самостійного аналізу, підвищує точність роботи та забезпечує якісне засвоєння матеріалу.

Не менш важливим було вивчення ролі сучасних інформаційно-комунікаційних технологій на інтегрованих уроках. Результати засвідчили, що використання ІКТ не лише підсилює інтерес учнів, а й створює умови для глибокого занурення в матеріал, підвищує швидкість навчання, забезпечує індивідуальний темп та формує цифрову компетентність. Особливо ефективними виявилися симулятори, графічні середовища, системи комп'ютерної алгебри, інтерактивні платформи для спільної роботи учнів — все це дозволяє «оживити» математичні процеси та побачити їх через призму програмної реалізації.

Оцінювання результатів навчання в умовах інтегрованих уроків виявилось одним із найбільш складних аспектів методики, однак результати показали важливість формувального оцінювання, самооцінки та взаємооцінювання. В інтегрованому освітньому середовищі традиційні «правильно/неправильно» перестають бути достатніми критеріями. Оцінювання має відображати не лише факт виконання, а й логіку мислення, здатність аналізувати, узагальнювати, поєднувати знання з обох предметів, а також адекватно пояснювати свій алгоритмічний вибір. Саме тому особливого значення набули рубрики, чіткі критерії та формат «коментар до результату», а не просто оцінка.

У процесі педагогічної взаємодії з учнями було виявлено, що інтегровані уроки сприяють розвитку компетентностей, визначених сучасними освітніми

стандартами: здатності до критичного мислення, самостійного навчання, креативності, комунікації та колаборації. Учні легше розуміють складні абстракції, якщо мають змогу побачити їх у двох вимірах — математичному і програмному. Такий підхід дозволив сформувати у учнів не лише предметні знання, а й позитивну мотивацію до подальшого вивчення технічних і природничих дисциплін.

Узагальнюючи результати роботи, можна стверджувати, що інтегровані уроки математики та інформатики — це не просто сучасна освітня технологія, а необхідна відповідь на виклики цифрової епохи. Сучасним ліцеям потрібні не просто учні, які вміють розв'язувати задачі та писати програми, а молодь зі сформованим системним мисленням, здатністю працювати з абстракціями, розумінням структури процесів та готовністю до міжпредметної взаємодії. Саме інтегровані уроки забезпечують ці результати.

Практичне впровадження методики дало змогу переконатися, що інтегроване навчання здатне суттєво підвищити ефективність освітнього процесу за умови, якщо уроки правильно спроектовані, а педагог володіє методичним інструментарієм інтеграції. Уроки цього типу не є «додатком» до традиційних занять — вони мають власну педагогічну логіку, динаміку, структуру, що суттєво відрізняються від одиничних форм комбінованої діяльності. Інтегрований урок вимагає високого рівня методичної підготовки та глибокого розуміння обох предметів.

Окремим важливим висновком є усвідомлення того, що інтегровані уроки змінюють педагогічну позицію самого вчителя. Викладачу математики та інформатики доводиться не просто викладати матеріал, а постійно переглядати, переосмислювати і взаємопов'язувати зміст обох предметів. Такий підхід вимагає від нього значно вищого рівня професійної гнучкості, вміння працювати в міждисциплінарному полі, здатності швидко адаптуватися до нових технологій та оновлювати навчальний зміст. Це своєю чергою сприяє професійному росту педагога.

Проведене дослідження дозволило визначити й певні труднощі, пов'язані з реалізацією інтегрованих уроків. Серед них — обмежений час на підготовку, нерівномірна цифрова грамотність учнів, різний рівень базових знань у класі, недостатня кількість якісних методичних матеріалів, потреба у технічному забезпеченні. Однак більшість цих труднощів можуть бути подолані завдяки грамотній організації освітнього середовища, використанню ІКТ, поступовому ускладненню інтеграційних моделей та взаємодії між педагогами.

Отже, результати дослідження дають підстави стверджувати, що інтегровані уроки математики й інформатики в ліцеї — це ефективна форма освітньої діяльності, яка відповідає вимогам сучасної компетентнісної освіти. Вони сприяють підвищенню якості навчання, розвивають логічне й алгоритмічне мислення, формують інформаційну культуру та розширюють можливості учнів у подальшій професійній орієнтації. Методика інтегрованих уроків, розроблена та апробована в межах роботи, підтвердила свою результативність і може бути рекомендована для використання у закладах загальної середньої освіти, зокрема у профільних ліцеях, що орієнтовані на математично-інформатичний цикл.

Таким чином, робота підтвердила важливість інтеграції як педагогічного принципу, дала можливість розкрити її методичні особливості, обґрунтувати ефективність використання ІКТ, окреслити критерії оцінювання та продемонструвати, як інтегровані уроки здатні перетворити традиційний навчальний процес на багатовимірну, осмислену та інтелектуально насичену діяльність. Цей досвід доводить, що інтеграція математики та інформатики — не просто модернізація окремих уроків, а реальна інновація, здатна змінити якість освіти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бараненко М. А. Інтеграція математики та інформатики як основа для формування креативного мислення: сучасні підходи, технології та методики для розвитку творчого потенціалу учнів. *Всеосвіта*. 2025. 86 с. URL: <https://vseosvita.ua/library/ctattia-intehratsiia-matematyky-ta-informatyky-iak-osnova-dlia-formuvannia-kreatyvnoho-myslennia-suchasni-pidkhody-tekhnologii-ta-metodyky-dlia-rozvyt-901801.html> (дата звернення: 20.04.2025 р.).
2. Большакова І. О. Особливості реалізації міжпредметної інтеграції

змісту навчання на уроках, 20 с. URL: <https://ippo.kubg.edu.ua/wp-content>(дата звернення: 22.04.2025 р.).

3. Бондаренко Н. С. Навчання інформатики в закладах середньої освіти. Історичний досвід і сучасність. *Матеріали XXX наукової конференції здобувачів вищої освіти. Випуск 46*. Одеса, 2024. с.46-49

4. Бондаренко С. Ю. Формування в учнів ключових компетенцій у процесі науково-дослідної та проектної діяльності. *Педагогічна майстерня*. 2012. № 9 (21). С.2-7

5. Жалдак, М. І. Інформатика та інформаційно-комунікаційні технології в сучасній школі: теорія і практика. Київ: Педагогічна думка, 2019.125с.

6. Закон України «Про освіту» від 05.09.2017 № 2145-VIII. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text> (дата звернення: 26.04.2025 р.).

7. Закон України «Про вищу освіту» від 01.07.2014 № 1556-VII. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text> (дата звернення: 26.04.2025 р.)

8. Збірник науково-методичних матеріалів «STEM-освіта: теорія та практика». ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти». Видавничий дім «Освіта», 2024. 417 с.

9. Крамаренко Т. Г. Математична освіта у Криворізькому педагогічному особистісний вимір: біобібліографічні нариси. Кривий Ріг : КДПУ, 2020. 448 с.

10. Козяр, М. М., Ничкало, Н. Г. (ред.). Інформаційно-комунікаційні технології в сучасній освіті: досвід, проблеми, перспективи. Збірник наукових праць. Випуск 5. Львів : ЛДУ БЖД, 2017. 400 с.

11. Кулішов В. С. Теоретичні і методичні аспекти проведення інтегрованих занять у закладі професійної освіти на засадах компетентнісного

підходу. Навчально-методичний посібник до навчального модулю «Дидактика професійної освіти». Біла Церква, 2021. 68с.

12. Міністерство освіти і науки України. Про інструктивно-методичні рекомендації щодо викладання навчальних предметів / інтегрованих курсів у закладах загальної середньої освіти у 2025/2026 навчальному році. Лист МОН. URL: https://osvita.ua/legislation/Ser_osv/95201/ (дата звернення: 25.04.2025 р.).

13. Навчальні програми з математики для 7-9 класів закладів загальної середньої освіти. Затверджені МОН України (2021). URL: <https://mon.gov.ua/osvita-2/zagalna-serednya-osvita/osvitni-programi/modelni-navchalni-programi-dlya-7-9-klasiv-novoi-ukrainskoi-shkoli-zaprovadzhuyutsya-poetapno-z-2021-roku> (дата звернення: 25.04.2025 р.).

14. Навчальні програми з інформатики для 7-9 класів закладів загальної середньої освіти. Затверджені МОН України (2021). URL : <https://mon.gov.ua/osvita-2/zagalna-serednya-osvita/osvitni-programi/modelni-navchalni-programi-dlya-7-9-klasiv-novoi-ukrainskoi-shkoli-zaprovadzhuyutsya-poetapno-z-2021-roku> (дата звернення: 25.04.2025 р.).

15. Назаренко Т. Г., Яценко В. С., Полтавченко Д. В. Теоретико-методичні засади інтеграції змісту навчання географії та економіки в гімназії та ліцеї : монографія. Київ : Педагогічна думка, 2023. 242 с. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/737688> (дата звернення: 25.04.2025 р.).

16. Нова українська школа. Інтегроване навчання: тематичний і діяльнісний підходи (Частина 1) 2017. URL: <https://nus.org.ua/2017/08/15/integrovane-navchannya-tematychnyj-i-diyalnisnyj-pidhody-chastyna-1/> (дата звернення: 25.04.2025 р.).

17. Островерхова Н.М. Аналіз уроку: концепції, методики, технології. Київ: фірма «ІНКОС», 2003. 352с .

18. Положення про випускну кваліфікаційну роботу в Національному університеті кораблебудування імені адмірала Макарова (затв. НУК 25.06.2020).

19. Пометун О. І. Енциклопедія інтегрованого навчання. Київ: Генеза, 2017. 141 с.
20. Пометун, О. І., Семеніхіна, О. В. Інтегроване навчання: теорія і практика. Харків: Вид-во «Ранок», 2020. 358с.
21. Про затвердження Примірного Положення про класи з поглибленим вивченням окремих предметів у загальноосвітніх навчальних закладах : наказ МОН України від 08.04.2009 № 312.
22. Про Концепцію загальної середньої освіти (12-річна школа): постанова Колегії МОН України, Президії АПН України від 22 листоп. 2001 р. № 12/5- 2. Освіта.іа. Київ, 2001. 80
23. Про освіту : Закон України від 5 верес. 2017 р. № 2145-VIII [ред. від 24.06.2020 р.]. Офіц. вісн. України. 2017. № 78. ; Відом. Верхов. Ради України. 2017. № 38/39 ; Голос України. 2017.
24. Про повну загальну середню освіту : Закон України від 16 січ. 2020 р. № 463-IX. / Верхов. Рада України : офіц. вебпортал. Київ, 2020.
25. Про схвалення Концепції реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» на період до 2029 року : розпорядження Кабінету Міністрів України від 14.12.2016 р. № 988-р.
26. Придатко О. В., Ренкас А. Г., Бурак Н. Є., Лемішко М. В. Інтеграція 3D-інтерактивних технологій навчання в освітні проекти безпеко-орієнтованих спеціальностей. *Вісник ЛДУБЖД : зб. наук. праць*. 2017. № 15. С. 46–54.
27. Пушкарьова Т. О., Топузов О. М. Інтегративно-діяльнісна педагогіка : монографія. Київ : Пед. думка, 2019. 304 с.
28. Рамський, Ю. С. Методика викладання інформатики. Львів: Вид-во «Львівської політехніки», 2018. 245с.
29. Радченко В.П. Інтегровані підходи в процесі викладання математики та інформатики: Методична розробка. Освіта.UA, 2024. 50 с.

30. Спірін О. М. Методична система базової підготовки вчителя інформатики за кредитно-модульною технологією : Монографія. Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2013.182с.

31. Савчук А., Крамаренко Т. Застосування STEM-підходів при вивченні змістової лінії функції» : Збірник матеріалів конференції молодих науковців Всеукраїнської науково-практичної конференції «Математичні, природничі та комп'ютерні науки, технології, навчання: науково-практичні рішення та підходи молодих науковців», Кропивницький, 2022.

32. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи. Матеріали IV Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції (м. Тернопіль, 7–8 листопада, 2019), 193 с.

33. Типова освітня програма для закладів загальної середньої освіти II ступеня. Затверджено наказом Міністерства освіти і науки України від 19.02.2021 р. № 235. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/typovi-programu-2-11/20180420-tipov-osvitnya-programa-5-9-nmo-405>

34. Фурман А. В. Модульно-розвивальний підручник як інноваційний психодидактичний інструмент. Український шкільний підручник у європейському вимірі : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (м. Вінниця, 21- 22 жовт. 2009 р.) / за наук. ред. С. І. Дровозюка, М. І. Томчука. Вінниця, 2009. С. 288-296.

35. Фурман А. В. Теорія і практика розвивального підручника : монографія. Тернопіль : Економічна думка, 2004. 288 с

36. Хавіна І. В. Теоретичні аспекти інтегрованого навчання. Наук. вісн. Мелітопол. держ. пед. ун-ту. Серія: Педагогіка : зб. наук. пр. / Мелітопол. держ. пед. ун-т ім. Богдана Хмельницького. Мелітополь 2013. № 1. С. 81—85.

37. Хитрук В. І. Вивчення властивостей твердих тіл у загальноосвітніх навчальних закладах на основі інтегративно-предметного підходу. Київ, 2009. 20 с.
38. Хом'юк І., Родюк Н., Хом'юк В. Методичні аспекти реалізації міжпредметних зв'язків на уроках математики в початковій школі. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського*. Серія: педагогіка і психологія. 2020. № 61. С.68-73
39. Цехмістрова Г. С. Основи наукових досліджень : навч. посіб. Київ : Слово, 2003. 240 с.
40. Чайка В.М. Основи дидактики. Урок перевірки і корекції знань, умінь і навичок, Педагогіка, с.7-8.
41. Чаптер Я., Кушнір М. Комбіновані задачі з хімії та геометрії на тему «Геометричних фігур» та «Розчини», 2020. 20 с.
42. Чернега Н. С. Розвиток логічного мислення учнів основної школи в процесі вивчення предметів природничо-математичного циклу : автореф. Харків, 2005. 20 с.
43. Шатковська Г. І. Науково-методичні засади інтеграції знань з фізики та математики студентів вищих навчальних закладів І –ІІ рівнів акредитації 83 технічно-технологічного профілю. Київ, 2007. 21 с.
44. Шевчук С. С. Навчально-методична діяльність педагога ЗП(ПТ)О на засадах компетентнісного підходу : Навчально-методичний посібник. Біла Церква, 2021.73с.
45. Шишкін Г.О. Теоретичні і методичні засади інтеграції змісту дисциплін природничо-математичного і професійного циклів підготовки майбутніх учителів.Ред.пед. наук : 13.00.02 Нац. пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова, Київ, 2015. 43 с.
46. Шмигер Г. П., Василенко Я. П. Деякі аспекти впровадження STEMосвіти в навчальний процес. STEM-освіта та шляхи її впровадження в навчально-виховний процес: збірник матеріалів І регіональної науково-

практичної веб-конференції, Тернопіль, 24 травня 2017 р. Тернопіль : ТОКІППО, 2017. С. 29-33.

47. Шоловій М.-Т., Мачинська Н. Проблема організації інтегрованого навчання у початковій школі. *Науковий процес та наукові підходи: методика та реалізація досліджень* : матеріали конф. МЦНД. 2020. С. 41-43.

48. Щербакова Н. Інтегровані уроки інформатики: сутність, ефективність, методика. *Комп'ютер у школі та сім'ї*. 2012. №6. С. 26-28

49. Янушевич О. В. Інтерактивні методи у педагогічному процесі профільного ліцею : інтегративний підхід. Проблеми інтеграції у сучасній професійній освіті : методологія, теорія, практика : монографія Львів : Сполом, 2004. С. 173-180.

50. Holiuk O., Demchenko O., Kit G., Rodiuk N. Pedagogical conditions for creativity development in mathematically gifted elementary students. *Problem space of modern society : philosophical communicative and pedagogical interpretations. Part II*. 2019. P. 580-606.

ДОДАТКИ

Додаток А

План-конспект інтегрованого уроку

Клас: 7

Тема: Координатна площина та її застосування для програмування руху об'єктів

Предмети: Математика, Інформатика

Тип уроку: Засвоєння нових знань та формування практичних навичок (бінарний)

Тривалість: 45 хвилин

Мета:Встановити взаємозв'язок між Декартовою системою координат у математиці та її програмною реалізацією за допомогою бібліотеки Python Turtle. Навчити учнів програмувати рух об'єктів, використовуючи задані координати.

Обладнання:Інтерактивна дошка, комп'ютери з встановленим Python (або онлайн-редактор), проектор.

Зміст уроку

I. Організаційний момент (2 хв)

Привітання, перевірка готовності до уроку.

Оголошення теми та мети інтегрованого заняття (акцентування на тому, що знання з математики сьогодні будуть інструментом для програмування).

II. Актуалізація опорних знань (5 хв)

Математичний диктант

1. Що таке координатна площина?
2. Як називаються осі?
3. Як записуються координати точки?
4. Які координати має початок координат?

Фронтальне опитування

Яку функцію виконує оператор `'import'` у Python?

Які команди ви знаєте для руху об'єкта в програмуванні? (Очікувані відповіді: `'forward()'`, `'backward()'`, `'left()'`, `'right()'`).

III. Мотивація навчальної діяльності (3 хв)

Ми навчилися будувати фігури на координатній площині. Але чи можемо ми навчити комп'ютер будувати ці ж фігури без нашої участі, лише за координатами?

Сьогодні ми перетворимо математичну теорію на алгоритм. Ми використаємо графічний модуль Python Turtle, який працює за принципом нашої координатної площини. Кожна команда руху черепашки — це переміщення до певної точки з координатами (x, y).

IV. Вивчення нового матеріалу (8 хв)

1. Узгодження термінів, пояснення, що у Python Turtle: початок координат (0, 0) знаходиться у центр екрана (спільно з математикою). Вісь X і вісь Y відповідають математичним осям.

2. Введення команди `goto()` Пояснення, що команда `turtle.goto(x, y)` безпосередньо використовує математичні координати для переміщення об'єкта в задану точку. Це — основа для точного позиціонування об'єкта.

3. Демонстрація Вчитель демонструє на інтерактивній дошці: будує вручну точку A(50, 80) на площині, а потім показує код `turtle.goto(50, 80)`.

V. Практичне застосування (Робота за комп'ютером) (20 хв)

Завдання 1. «Побудова трикутника» (5 хв)

Накреслити на папері (або на дошці) прямокутний трикутник за координатами точок: A(0, 0), B(100, 0), C(100, 50).

Програмування: Написати код, який послідовно переведе черепашку по цих трьох точках.

Код у python

```
import turtle  
t = turtle.Turtle()  
t.goto(0, 0)  
t.goto(100, 0)  
t.goto(100, 50)  
t.goto(0, 0)
```

Завдання 2. «Намалюй свій об'єкт» (10 хв)

Створити свій власний об'єкт (квадрат, будиночок, прапорець) із використанням не менше 5 точок. Спочатку записати координати точок на папері, а потім запрограмувати рух.

Вчитель допомагає та перевіряє чи правильно учні читають і застосовують координати.

Завдання 3. «Очистити поле» (5 хв)

Рефлексія: Обговорення, як можна швидко перемістити черепашку в інше місце, не залишаючи сліду (використання команд `t.penup()` та `t.pendown()`).

VI. Систематизація та узагальнення (5 хв)

Прийом "Мікрофон"

* Яка математична концепція сьогодні допомогла нам програмувати? (Координатна площина).

* Яка команда Python безпосередньо пов'язана з координатами? (`goto(x, y)`).

У чому принципова різниця між `goto()` та командою `forward()`? (Перша – абсолютне позиціонування, друга – відносне переміщення).

Виставлення оцінок за практичну роботу.

VII. Домашнє завдання (2 хв)

1. Математика: Вивчити правила запису координат та побудови точок.
2. Інформатика: Скласти список координат для побудови будь-якої букви латинського алфавіту (на вибір) і написати відповідну програму на Python Turtle, використовуючи команду `goto()`.

Додаток Б

АНКЕТА ДЛЯ ВЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ

Мета: Зібрати якісні дані про досвід, виклики та ефективність інтегрованих уроків математики та інформатики з погляду педагогів ліцею.

1) **Чи маєте Ви досвід** проведення інтегрованих уроків (математика + інформатика)? (Так / Ні / Планую почати) *Якщо "Ні", пропустіть питання 2 та 3.* _____

2) **Які три найбільші переваги** інтегрованих уроків Ви можете назвати? (Наприклад: підвищення мотивації учнів, економія часу, формування прикладних

навичок) _____

3) Що, на Вашу думку, є **найскладнішим** у процесі підготовки та проведення інтегрованого уроку? (Наприклад: узгодження програм, брак часу, відсутність методичних матеріалів, складність оцінювання).

4) Оцініть свій рівень володіння методикою інтегрованого навчання (шкала: 1 – не володію; 5 – володію досконало) _____

5) Чи вважаєте Ви, що інтегровані уроки **краще** допомагають учням зрозуміти *практичну цінність* математичних знань? (Так / Ні / Складно відповісти: _____)

6) Які теми у 7–9 класах, на Вашу думку, мають **найбільший потенціал** для інтеграції? (Крім тем, пов'язаних із графіками та координатами).

Додаток В

АНКЕТА ДЛЯ УЧНІВ 7 КЛАСУ

Мета: Оцінити рівень зацікавленості, розуміння практичної цінності та ефективності інтегрованих уроків з точки зору учнів ліцею.

1. Чи подобаються вам інтегровані уроки? (Так/Ні)

2. Що найбільше подобається на таких уроках? _____

3. Що, на вашу думку, було найскладнішим? _____

4. Чи стало цікавіше вивчати математику та інформатику разом?

5. Оцініть корисність інтегрованого уроку за 5-бальною шкалою. _____

6. Чи хотіли б ви мати більше таких уроків? (Так/Ні)

7. Які практичні завдання вам найбільше сподобалися? _____

8. Чи допомагають інтегровані уроки краще зрозуміти матеріал? _____

Додаток Г

Методичні рекомендації для інтегрованих уроків

I. Організаційно-підготовчий етап

1. Синхронізація навчальних програм:

Проводити регулярні міжпредметні консультації (щомісячно або щочверті) вчителів математики та інформатики для ідентифікації спільних точок інтеграції (тем і понять).

Складати матрицю інтеграційних тем, де чітко зазначено, який математичний апарат і в який термін має бути підкріплений інформатичними засобами (наприклад, вивчення функцій у математиці та їх графічна візуалізація в Python/Excel на інформатиці).

2. Формулювання інтегрованої мети:

Мета уроку має бути комплексною і включати компоненти обох дисциплін (наприклад, не просто "навчитися розв'язувати квадратні рівняння", а "вивчити алгоритми розв'язання квадратних рівнянь і запрограмувати їх реалізацію").

Мета повинна мати чітку практичну спрямованість та орієнтуватися на моделювання реальних процесів.

3. Розробка дидактичного забезпечення:

Створити єдиний пакет дидактичних матеріалів (роздатковий матеріал, презентації), де математична теорія органічно переходить у схеми алгоритмів та прикладний код.

Завчасно перевірити технічну готовність комп'ютерного класу та встановленого програмного забезпечення (ІТ-інструментарій), щоб уникнути втрати часу під час уроку.

II. Змістово-методичний етап

Вибір типу інтеграції (рівень складності):

Базовий рівень (Тематична інтеграція): Просторова ілюстрація математичних понять (наприклад, візуалізація фігур).

Середній рівень (Концептуальна інтеграція): Спільне використання алгоритмічного мислення для розв'язання математичної задачі.

Високий рівень (Діяльнісна інтеграція): Вирішення наскрізної проєктної задачі, де математичні розрахунки є входними даними для програмної реалізації (наприклад, статистичний аналіз даних у табличному процесорі).

Застосування методу поетапного моделювання:

Етап 1: Математичний аналіз. Учні аналізують реальну проблему, виділяють ключові параметри та будують формалізовану модель (формула, система рівнянь).

Етап 2: Алгоритмізація. Учні перетворюють математичну модель на послідовність кроків (алгоритм), придатну для обробки комп'ютером.

Етап 3: Реалізація. Учні використовують ІТ-інструменти (мова програмування або табличний процесор) для втілення алгоритму та отримання результатів.

Етап 4: Інтерпретація та верифікація. Учні повертаються до математичної теорії, щоб перевірити (верифікувати) коректність комп'ютерних результатів.

Використання проблемно-орієнтованого підходу (PBL):

Подавати матеріал через проблемні ситуації, що імітують реальні професійні завдання (інженерія, економіка, біологія). Це значно підвищує мотивацію учнів та демонструє практичну цінність вивченого матеріалу.

III. Контрольно-оцінювальний етап

Розробка інтегрованих критеріїв оцінювання: оцінювання має включати дві рівнозначні складові:

Математична коректність: правильність вибору формули, точність розрахунків, логіка побудови моделі

Інформатична ефективність: оптимальність алгоритму, коректність синтаксису коду, ефективність використання функцій ПЗ, вміння візуалізувати дані.

Рекомендовано застосовувати накопичувальну систему оцінювання за виконання комплексних завдань.

Організація рефлексії: наприкінці уроку обов'язково проводити **рефлексію**, спрямовану на усвідомлення зв'язку між предметами.

Використовувати питання: "Як знання з інформатики допомогли перевірити математичну формулу?" або "Яка частина математичної теорії була найбільш корисною для написання коду?".

Перспективність результатів:

Націлювати учнів на використання створеної моделі або коду як **заготовки** для подальших, складніших **проектів**, що заохочує самостійний розвиток і виходить за рамки одного уроку.

Додаток Д

Практичні поради для вчителів

1) Спільне стратегічне планування та синхронізація графіків. Вчителям необхідно встановити регулярний графік міжпредметних нарад (не рідше одного разу на місяць) для синхронізації навчальних планів. Основна мета — визначити, які математичні теми (наприклад, функції, вектори, статистика) будуть вивчені в найближчому майбутньому, щоб вчитель інформатики міг завчасно підготувати практичні завдання на їх основі (наприклад, написання коду для розв'язання цієї задачі або використання табличного процесора).

2) Чітке розподілення ролей та зон відповідальності на уроці. Під час проведення інтегрованого уроку необхідно змінювати лідерство. Вчитель математики повинен керувати етапом побудови моделі та аналізу проблеми. Вчитель інформатики — етапом алгоритмізації, програмної реалізації та візуалізації. Це запобігає дублюванню інформації та забезпечує глибоке розкриття кожного предметного аспекту.

3) Використання методу "Від формули до коду" (Діяльнісна інтеграція). Завжди починайте інтегрований блок з математичного обґрунтування. Це гарантує, що учні сприймають інформатику як інструмент для вирішення математичних задач, а не як самостійну практику. Наприклад, спершу вивести формулу для розрахунку складних відсотків, а лише потім – запрограмувати її в Python або реалізувати в Excel.

4) Акцент на проблемно-орієнтованому навчанні (PBL) та реальних даних. Використовуйте наскрізні кейси та завдання, що імітують реальні професійні ситуації (наприклад, "розрахунок оптимального маршруту", "фінансове моделювання", "прогнозування зростання"). Використовуйте актуальні та реальні дані (з відкритих статистичних джерел), що підвищує мотивацію учнів та демонструє практичну цінність знань.

5) Впровадження комплексного оцінювання за подвійними критеріями. Розробити єдиний шаблон оцінювання, де оцінюється не лише правильність математичного розрахунку (Математика), а й ефективність та коректність програмного рішення (Інформатика). Це забезпечує об'єктивність та стимулює учнів до якісної роботи в обох сферах.

6) Активне залучення візуалізації та динамічного моделювання. Використовуйте комп'ютер для миттєвої візуалізації математичних залежностей (графіки, діаграми). Наприклад, зміна одного параметра у формулі повинна одразу відображатися на графіку. Це допомагає учням інтуїтивно зрозуміти математичні властивості, що було б неможливо при ручному розрахунку.

7) Заохочення до міжпредметної проєктної роботи. Регулярно пропонуйте учням міні-проєкти (на 1-2 тижні), які вимагають фінального продукту, що поєднує знання обох дисциплін (наприклад, розробка програми для розв'язання рівнянь або створення інтерактивного симулятора). Це дозволяє закріпити навички системного мислення.

8) Проведення рефлексії з фокусом на інтеграції. Наприкінці уроку приділяйте час для рефлексії, де учні мають усвідомити цінність поєднання предметів. Ставте питання: "Як інформатика допомогла перевірити математичний результат?" або "Які математичні знання були ключовими для написання цього коду?". Це закріплює цілісний світогляд.

