

БЕРДЯНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет фізико-математичної, комп'ютерної та технологічної освіти
Кафедра математики та методики навчання математики

«Допущено до захисту»
Завідувач кафедрою
д.п.н., проф. Олександр ШКОЛА
«05» грудня 2025 р.

ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕГРОВАНОГО ПІДХОДУ У ВИКЛАДАННІ МАТЕМАТИКИ ТА ФІЗИКИ У ЗАГАЛЬНООСВІТНІЙ ШКОЛІ

Кваліфікаційна робота магістра

Виконавець: здобувач другого рівня вищої
освіти, групи м2МА-з

Галузь знань: 01 Освіта/Педагогіка

Спеціальність: 014 Середня освіта
(Математика)

Освітньо-професійна програма: Середня
освіта (Математика)

ПІБ: Юрій ГРИБНЯК

Керівник Світлана ЄФИМЕНКО

Керівник: к.п.н., ст.викл. Світлана Єфименко

Рецензент: к.п.н., ст.викл. Микола КУДІНОВ

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Грибняк Юрій Геннадійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Використання інтегрованого підходу у викладанні математики та фізики у загальноосвітній школі»

Керівник роботи: Єфименко С.М. к.п.н., ст.викладач.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «02» грудня 2025 року № 718с.

2. Строк подання студентом роботи: 02.12.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: теоретичне обґрунтування і розробка методичних підходів до реалізації інтегрованого навчання математики та фізики в закладах загальної середньої освіти, спрямованих на підвищення результативності освітнього процесу, розвиток міжпредметних компетентностей та формування у школярів цілісної наукової картини світу.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

- проаналізувати сутність, теоретико-методологічні засади та сучасні підходи до реалізації інтегрованого навчання в освітньому процесі, зокрема особливості поєднання математичних та фізичних знань у шкільному курсі;

- розкрити дидактичний потенціал інтеграції математики та фізики для формування ключових та предметних компетентностей учнів, а також для підвищення мотивації та поглиблення розуміння природничо-математичних закономірностей;

- розробити методичні рекомендації щодо організації та проведення інтегрованих уроків математики та фізики, включаючи приклади міжпредметних завдань, навчальних ситуацій, проєктних робіт та практично орієнтованих вправ, спрямованих на розвиток аналітичного мислення та застосування знань у реальних контекстах.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) (за необхідністю): _____

6. Консультанти розділів роботи (якщо передбачені):

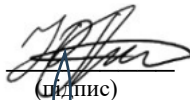
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання: 27.09.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

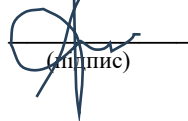
№ з/ п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Формулювання теми кваліфікаційної роботи, підготовка вступу, складання плану роботи.	листопад 2024 р.	
2.	Аналіз літературних джерел за темою дослідження, уточнення базових понять дослідження. Підготовка підрозділів 1.1, 1.2, 1.3, 1.4.	лютий - квітень 2024 р.	
3.	Підготовка підрозділів 2.1 – 2.5 та висновків 1 та 2 розділів кваліфікаційної роботи.	травень - вересень 2025 р.	
4.	Підготовка підрозділів 3.1. - 3.4 кваліфікаційної роботи та висновків 3 розділу.	жовтень - листопад 2025 р.	
5.	Оформлення підсумкового варіанту кваліфікаційної роботи відповідно до чинних вимог.	28.11. 2025 р.	

Здобувач вищої освіти:


(підпис)

Юрій ГРИБНЯК
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи:


(підпис)

Світлана ЄФИМЕНКО
(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ІНТЕГРОВАНОГО ПІДХОДУ У ВИКЛАДАННІ.....	12
1.1. Поняття інтеграції у педагогіці.....	12
1.2. Види та рівні інтеграції в освіті.....	13
1.3. Теоретичні моделі інтегрованого навчання.....	14
1.4. Психолого-педагогічні умови інтеграції предметів.....	17
РОЗДІЛ 2. ОСОБЛИВОСТІ ІНТЕГРОВАНОГО НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ ТА ФІЗИКИ.....	19
2.1. Природничо-математичний контекст інтеграції.....	19
2.2. Методологічна взаємозв'язок математики та фізики.....	22
2.3. Приклади інтегрованих тем і завдань.....	26
2.4. Вплив інтеграції на розвиток критичного та логічного мислення...	28
2.5. Приклади інтегрованих завдань і візуалізація міжпредметних зв'язків.....	31
РОЗДІЛ 3. ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕГРОВАНОГО ПІДХОДУ.....	38
3.1. Проєктування інтегрованих уроків.....	38
3.2. Методичні рекомендації для вчителів.....	48
3.3. Аналіз результатів експериментального впровадження.....	49
3.4. Проблеми та перспективи впровадження інтегрованого навчання..	52
ВИСНОВКИ.....	54
Підсумок основних результатів.....	54
Перспективи подальших досліджень.....	56
Декларація використання ГШІ (GAIDeT).....	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	58

ВСТУП

Актуальність теми

У сучасному освітньому просторі дедалі більшої актуальності набуває необхідність підготовки учнів до життя в складному, динамічному світі, що вимагає гнучкості мислення, здатності бачити взаємозв'язки між явищами та застосовувати знання з різних галузей у комплексі. Це зумовлює потребу у впровадженні інтегрованого підходу до навчання як одного з ефективних шляхів формування цілісного світогляду учнів і розвитку міжпредметних компетентностей [17].

Математика та фізика, як базові дисципліни природничо-математичного циклу, мають тісні логічні, змістові та методологічні зв'язки [10]. Інтегроване викладання цих предметів дозволяє забезпечити глибше розуміння навчального матеріалу, активізувати пізнавальну діяльність учнів, підвищити мотивацію до навчання та розвинути критичне й аналітичне мислення.

В умовах впровадження Нової української школи, яка орієнтується на формування ключових компетентностей, міжпредметна інтеграція стає не лише доцільною, а й необхідною [2]. Саме тому дослідження теоретичних аспектів інтегрованого підходу у викладанні математики та фізики є своєчасним і важливим як у теоретичному, так і в практичному вимірах.

Сучасне навчання фізики передбачає органічне сполучення експериментального і теоретичного підходів, виявлення суті фізичних законів на основі математичних методів у рамках навчальної програми.

Відповідно до Державного стандарту базової та повної загальної середньої освіти зміст фізичної компоненти створює умови для забезпечення усвідомлення учнями наукових фактів, розвиток умінь і дослідницьких навичок, умінь застосовувати набуті знання для розв'язування фізичних задач [1].

У державних вимогах до рівня загальноосвітньої підготовки учнів передбачається володіння вмінням розв'язувати задачі різними способами, будувати та аналізувати графіки.

«З тих пір, як існує вивчення природи, воно має як ідеал завдання об'єднати багатобарвність явищ у єдину істину, а якщо можливо – у єдину формулу», - писав відомий німецький фізик Макс Планк[22].

Бажання зробити процес навчання фізики ефективним, цілісним, показати нерозривність наук і можливість об'єднати багатобарвність явищ у єдину істину, а якщо можливо – у єдину формулу і зумовило вибір проблемної теми, пов'язаної з інтеграцією природничо-математичних наук.

В умовах зміни концепції середньої фізичної освіти змінюється і концепція міжпредметних зв'язків фізики і математики. В умовах диференціації фізичної освіти, що досягається через індивідуальний підхід до навчання і виховання школярів, підвищити якість навчання фізиці можна шляхом формування в них певної бази математичних знань, математичного мислення[12].

Психолого-педагогічні концепції міжпредметних зв'язків фізики та математики викладені в дослідженнях Бугайова О.І., Гончаренка С.У., Гусєва В.О., Донченка М.Т., Калапуші Л.Р., Коршака Є.В. та інших вчених-методистів, які стверджують необхідність здійснення міжпредметних зв'язків фізики і математики, застосування математичних знань на уроках фізики, узгодженого викладання цих дисциплін.

Цінність виявлення і здійснення міжпредметних зв'язків у навчально-виховному процесі полягає не тільки у формуванні в школярів інтегрованих знань, умінь і навичок, але й у появі нових ідей інтеграції, тобто в процесі навчання міжпредметні зв'язки виконують не тільки навчальну і розвиваючу функції, але й виховну.

Найбільш яскраво виражені в школі стійкі зв'язки фізики і математики. Існує думка, що міжпредметний зв'язок «фізика-математика» ґрунтується на основі загальних фізико-математичних понять (функція, відношення, змінна, величина, залежність, вектор, геометричні перетворення тощо). Зокрема, математичні моделі ефективно «працюють» при розв'язуванні фізичних задач, без яких не може бути реалізоване надійне засвоєння й розуміння фізики[13].

Аналіз сучасних вимог до процесу навчання, вивчення педагогічної та методичної літератури з даного питання свідчить про існування певних проблем щодо реалізації міжпредметних зв'язків фізики і математики у школі.

Л.В.Тарасов, розглядаючи інтегративно - гуманітарний підхід, виділяє два компоненти – інтеграцію і гуманізацію. Інтеграція припускає, перш за все, розвиток міжпредметних зв'язків, перехід від узгодженого викладання суміжних дисциплін до їх глибокої взаємодії, яка повинна реалізовуватись на різних рівнях[18].

Перший рівень - «вторгнення в чужу галузь» - полягає в тому, що на уроці з одного предмета використовуються поняття, образи, уявлення з інших дисциплін, тобто, в рамках одного предмету використовуються знання, одержані на уроках з інших предметів. Такі екскурси в біологію, математику, хімію, літературу на уроках фізики сприятимуть не тільки формуванню у школярів цілісної системи знань про навколишній світ, а й кращому засвоєнню суто фізичного матеріалу[18].

Наступний, більш глибокий рівень інтеграції, припускає, по-перше, використання на уроках із різних предметів загальних принципів, що складають методологічну основу сучасного природознавства і, по-друге, розгляд комплексних проблем, які по самій суті вимагають застосування знань із різних предметів[18].

Проблема інтеграції фізики і математики є надзвичайно важливою, адже математична підготовка школярів певною мірою впливає на рівень знань із фізики, оскільки:

- вивчення окремих питань шкільного курсу фізики вимагає застосування складних математичних виразів;
- існує необхідність аналізу функціональної залежності між фізичними величинами;
- для розкриття динаміки фізичних явищ і встановлення причинно-наслідкових зв'язків важливо розуміти поняття функції;

- поняття похідної дає змогу кількісно оцінити швидкість зміни фізичних явищ і процесів у часі та просторі;
- вміння обчислювати інтеграл дає можливість визначити роботу змінної сили, потужність у колі змінного струму;
- ідеї симетрії дозволяють на основі загальних наукових положень у молекулярній фізиці визначати будову молекул і кристалів, у оптиці - будувати зображення у плоских дзеркалах.

Саме тому інтеграція фізики і математики сприяє кращому засвоєнню і розумінню учнями обох предметів.

Актуальність даного питання зумовлена тим, що в світі відбувається процес інтеграції знань, який поступово охоплює всі науки про природу і людину. Математика є необхідним інструментом для вивчення фізики, мовою, за допомогою якої можна записати фізичні закономірності, а фізика формує математичне мислення учнів, ілюструє прикладну спрямованість математики, її значення в повсякденному житті[16].

Поштовхом для роботи над проблемою інтеграції фізики і математики стали такі ситуації:

- на уроках математики учні успішно розв'язують квадратні рівняння, а на уроках фізики зазнають труднощів, розв'язуючи рівняння руху відносно t :

$$S = V_0 t + \frac{at^2}{2};$$

- учні вміють розв'язувати пропорції, але не вміють виразити з них невідому величину;
- будують графіки функцій $y = kx + b$, $y = ax^2 + bx + c$, проте мають труднощі при побудові графіків руху тощо.

Причини таких проблем вбачаю, в першу чергу, в розрізненості шкільних предметів, коли при вивченні кожного береться до уваги тільки його логіка, не враховується логіка і потреби інших суміжних предметів. А їх вирішення - у

перебудові викладання природничих наук на основі інтегративно-гуманітарного підходу.

Створенню досвіду передувала кропітка робота по вивченню праць науковців, учених-методистів із даної тематики (Л.Тарасова, В.Бевза, Ю. Діка, І.Туришева, В.Разумовського та ін.).

Важливим етапом, що визначає успішність реалізації даного питання є попередня підготовка вчителя. Робота починається з тісного спілкування з учителем математики. У подальшій діяльності виділяю такі етапи:

- аналіз шкільних підручників, методичної літератури з метою встановлення рівня відображення в них програмових вимог;
- співставлення та аналіз програм курсів фізики і математики в різних класах;
- виявлення питань, які доцільно розглянути з використанням міжпредметних зв'язків;
- визначення тем уроків, які можна провести інтегровано.

На початку навчального року вчителі фізики і математики опрацьовують програми обох предметів і виділяють спільні теми, де можна об'єднати їх зусилля. На основі досвіду пропоную теми інтегрованих уроків, які можна провести на різних ступенях вивчення фізики та математики.

Відповідно до нової програми з фізики у 7-у класі 12-річної школи вперше почали вивчати тему «Світлові явища». У вимогах до рівня загальноосвітньої підготовки здобувачів освіти зазначено, що учень повинен уміти будувати хід променів у плоскому дзеркалі, при переході через межу поділу двох середовищ; зображення, утворені за допомогою лінз. А це вимагає достатньої математичної підготовки.

Вивчення даної теми базується на геометричних побудовах, пов'язаних із властивостями трикутників. Зближення в часі вивчення властивостей трикутників у курсі математики, ілюстрація їх застосування при побудові зображень у оптичних системах сприяє поглибленню міжпредметних зв'язків фізики і математики, підсиленню прикладного спрямування вивчення математики. Це дає можливість учителю фізики повною мірою використати

знання та навички учнів, одержані на уроках геометрії. А проведений під час вивчення цих тем інтегрований урок із теми «Властивості трикутників і геометрична оптика» значно підвищує ефективність навчання.

Широкі можливості для інтеграції фізики і математики вчитель вбачає під час вивчення механіки.

Поняття функції - одне з основних у математиці. Курс фізики 10-го класу відкриває всі можливості для конкретного вивчення функцій та їх графіків. Формули кінематики $V = V_0 + at$, $x = x_0 + V_0t + at^2$ є окремими випадками математичних функцій $y = kx + b$, $y = ax^2 + bx + c$.

Метод побудови графіків уже відомий учням, проте слід звернути особливу увагу на використання графіків руху для потреб людини. Тому потрібно вчитися не просто будувати графіки, а й читати та аналізувати їх, вміти взяти з графіка необхідну інформацію.

Вивчення даної теми співпадає в часі з вивченням на уроках алгебри властивостей квадратичної функції. Тому з метою формування в учнів цілісної уяви про можливості графічних методів разом із колегою-математиком проводимо інтегрований урок фізики та алгебри «Графіки залежності кінематичних величин від часу в рівноприскореному русі».

При вивченні розділів «Молекулярна фізика» і «Термодинаміка» учні використовують знання, отримані на уроках математики при вивченні теми «Рівняння та нерівності», закріплюють навички графічного зображення функціональних залежностей на прикладах рівняння станіту газів та ізопроцесів у ньому. Удосконалити навички розв'язування задач на застосування поняття функції та побудови її графіків, показати універсальність функції щодо описання широкого класу різних залежностей, розширити уявлення учнів про можливості фізичних і математичних методів дослідження можна на інтегрованому уроці-семінарі «Поняття функції та її застосування в фізиці».

Всебічного поглиблення зазнає інтеграція фізики та математики у 11-му класі. Ефективне засвоєння основних понять розділу «Коливання і

хвилі» неможливе без знань про властивості тригонометричних функцій, уміння застосовувати похідну для вивчення характеристик коливального руху. В результаті цього основне рівняння гармонічних коливань, рівняння швидкості та прискорення як результат математичних узагальнень фізичних закономірностей коливального руху. Разом із колегою-математиком ретельно плануємо спільну роботу з комплексного вивчення гармонічних коливань і хвиль для того, щоб уникнути зайвих повторень, нашарування однорідних понять, штучного введення взаємопов'язаних понять і характеристик.

При вивченні матеріалу з фізики атомного ядра використовуються знання про показникові функцію і диференціальне рівняння, що її описує. Під час ознайомлення з явищем радіоактивності, звертають увагу на математичний вираз закону радіоактивного розпаду, який є конкретним проявом властивостей функціональної залежності типу $f(x) = ax$. Тому при вивченні даної теми вважаю корисним проведення інтегрованого уроку фізики та алгебри «Закон радіоактивного розпаду. Диференціальне рівняння показникового зростання і показникового спадання».

Широко використовую можливості інтеграції фізики та математики під час розв'язування задач. Вважаю, що в даному випадку важливо знайомити учнів із загальними методами і підходами до аналізу задачі, а саме: аналітико-синтетичним, координатним, алгоритмічним. Причому одні й ті задачі можуть розв'язуватись на уроках фізики і математики різними методами, тому педагог намагається вчити учнів обирати найраціональніший спосіб[16].

Важливими з практичного боку вчитель вважає задачі, в яких треба провести найкоротшу дорогу, що задовольняє певним умовам, обрати найкоротший маршрут при наявності певних шляхів, обрати місце для будівництва, щоб транспортні затрати були мінімальними. Подібні задачі дуже часто виникають у повсякденному житті і, на перший погляд, для їх розв'язання без методів диференціального числення не обійтись. О.Л. Красунька вчить своїх учнів розв'язувати такі задачі простіше,

використовуючи закони геометричної оптики[13]. Ще видатний давньогрецький механік і математик Герон Олександрійський вказав на ту обставину, що світло обирає найшвидший і найкоротший шлях із усіх можливих між джерелом, дзеркалом і оком. Це стосується і заломлення світла. Це правило у фізиці називають «принципом найкоротшого оптичного шляху», або «принципом мінімального часу поширення».

Готуючись до інтегрованого уроку, вчителі намагаються органічно переплести матеріали предметів, розподілити свої домінуючі ролі, спланувати діяльність учнів таким чином, щоб у результаті вони усвідомили цілісність проблеми, яка розглядається на уроці.

Об’єкт дослідження — навчально-виховний процес у закладах загальної середньої освіти.

Предмет дослідження — теоретичні засади та методичні особливості застосування інтегрованого підходу у викладанні математики та фізики.

Метою дослідження є теоретичне обґрунтування і розробка методичних підходів до реалізації інтегрованого навчання математики та фізики в закладах загальної середньої освіти, спрямованих на підвищення результативності освітнього процесу, розвиток міжпредметних компетентностей та формування у школярів цілісної наукової картини світу.

Завдання дослідження:

- Проаналізувати науково-педагогічну літературу щодо поняття та форм інтеграції в освіті;
- З’ясувати особливості інтеграції навчальних дисциплін, зокрема математики та фізики;
- Визначити психолого-педагогічні умови успішного впровадження інтегрованого підходу;
- Дослідити методи та прийоми реалізації інтегрованого навчання на прикладі математики й фізики;
- Розробити методичні рекомендації для вчителів щодо впровадження інтегрованих уроків.

Методи дослідження включають: аналіз наукової літератури, порівняльний аналіз, узагальнення педагогічного досвіду, спостереження, моделювання, статистичні методи.

Наукова новизна полягає в уточненні змісту інтегрованого навчання природничо-математичних дисциплін, виокремленні педагогічних умов його реалізації, а також розробці методичних рекомендацій щодо його впровадження.

Практичне значення дослідження полягає в можливості використання його результатів у практиці викладання математики та фізики, у підвищенні кваліфікації вчителів, а також у розробці навчально-методичних матеріалів для інтегрованих уроків.

Структура роботи. Кваліфікаційна робота складається із вступу, трьох розділів, висновків, списку використаної літератури (24 позиції). Загальний обсяг роботи – 59 с., з яких 54 с. – основна частина. Робота містить 5 рисунків і 2 таблиці.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ІНТЕГРОВАНОГО ПІДХОДУ У ВИКЛАДАННІ

1.1.Поняття інтеграції у педагогіці

Інтеграція в освіті — це процес об'єднання змісту, методів і форм організації навчання різних предметів з метою формування в учнів цілісного бачення світу та розвитку міжпредметного мислення. У педагогічній науці це поняття трактується як необхідність долати фрагментарність знань і створювати умови для глибшого розуміння взаємозв'язків між різними галузями знання[10].

Теоретично інтеграція базується на ідеях гуманістичної освіти, конструктивізму та компетентнісного підходу, де основна увага зосереджена не лише на засвоєнні знань, а на формуванні здатності учня застосовувати їх у різних життєвих ситуаціях.

Інтеграція в педагогіці є одним із ключових напрямів модернізації сучасної освіти, спрямованим на подолання фрагментарності знань та формування в учнів цілісного, системного бачення світу[14]. У науковій літературі інтеграція розглядається як процес і результат об'єднання окремих елементів навчального змісту, способів діяльності та освітніх впливів у єдину цілісну структуру, що забезпечує більш високий рівень усвідомлення й практичного застосування набутих знань.

У широкому педагогічному розумінні інтеграція – це цілеспрямоване поєднання змістових, методичних та організаційних компонентів навчального процесу з метою створення інтегрованого освітнього середовища. Воно відображає природну єдність явищ і процесів реального світу, де межі між науками є умовними. Тому інтеграція виступає важливим принципом формування компетентнісної освіти, що орієнтується не лише на засвоєння інформації, а й на розвиток уміння застосовувати знання в нових ситуаціях[10, 14].

Сутність інтеграції полягає у встановленні міжпредметних, внутрішньопредметних, логічних, структурних та діяльнісних зв'язків, які сприяють розширенню змісту та підвищенню його практичної значущості.

Такий підхід дозволяє оптимізувати навчальний процес, уникнути дублювання матеріалу, зменшити інформаційне перевантаження учнів, а головне – забезпечити формування цілісної картини світу на основі міждисциплінарних зв'язків.

Основними цілями інтеграційних процесів у педагогіці є:

- створення цілісного та логічно узгодженого навчального змісту;
- підвищення практичної спрямованості освітнього процесу;
- формування ключових і міжпредметних компетентностей;
- розвиток системного, критичного й творчого мислення;
- забезпечення умов для застосування знань у реальних життєвих контекстах;
- удосконалення форм організації навчання з орієнтацією на діяльнісний підхід.

З погляду сучасних освітніх стандартів, інтеграція виконує функцію забезпечення міждисциплінарної взаємодії, завдяки якій учні здобувають не лише предметні, а й міжпредметні результати: уміння аналізувати, порівнювати, класифікувати, робити висновки, шукати інформацію, працювати в команді[14].

1.2. Види та рівні інтеграції в освіті

Згідно з педагогічною літературою, існують різні види інтеграції.

Міжпредметна інтеграція — встановлення зв'язків між окремими навчальними дисциплінами (наприклад, математика + фізика).

Передбачає об'єднання знань і способів діяльності з різних навчальних предметів. Вона спирається на спільні поняття, закони чи методи дослідження. Наприклад, інтеграція математики та фізики у процесі вивчення пропорцій, рівнянь руху, графічних залежностей.

Внутрішньопредметна інтеграція — взаємозв'язок між темами в межах одного предмета. Полягає у встановленні зв'язків між темами та розділами в

межах одного предмета, що забезпечує логічну послідовність та системність засвоєння матеріалу.

Інтеграція за змістом — добір навчального матеріалу так, щоб забезпечити єдину логіку пізнання. Полягає у створенні великих змістових блоків (модулів), які об'єднують різні теми та види діяльності навколо ключової проблеми або концепції.

Інтеграція за видами діяльності — поєднання теоретичного й практичного компонентів навчання. Реалізується у навчальних проєктах, що потребують використання знань з різних галузей та активної практичної діяльності учнів.

Розрізняють наступні рівні інтеграції:

- Інформаційний — поєднання знань з різних предметів.
- Операційний — спільне використання методів, умінь і способів дій.
- Ціннісно-світоглядний — формування цілісного бачення світу.

1.3. Теоретичні моделі інтегрованого навчання

Інтегроване навчання ґрунтується на принципі цілісності змісту освіти, який передбачає встановлення міждисциплінарних зв'язків та поєднання різних видів діяльності учнів. У педагогічній теорії виокремлено кілька моделей інтеграції, що відрізняються рівнем залученості предметів, способом структурування навчального матеріалу та характером взаємодії між освітніми компонентами. Розглянемо найбільш поширені теоретичні моделі.

Серед найбільш поширених моделей інтеграції виокремлюють наступні.

Тематична інтеграція — об'єднання навчального матеріалу навколо певної теми або проблеми. Тематична інтеграція полягає в об'єднанні змісту різних навчальних предметів навколо однієї узагальненої теми, поняття або проблеми. Такий підхід дозволяє учням сприймати навчальний матеріал цілісно, не розділяючи його на окремі предмети, а спираючись на єдність явищ.

Основні характеристики тематичної інтеграції:

- спільна тема об'єднує знання з різних дисциплін (наприклад, тема «Енергія» може інтегрувати фізику, математику, географію, біологію);
- уроки будуються за принципом міждисциплінарної взаємодії;
- учні розглядають явища з різних точок зору, що сприяє системному мисленню.

Переваги моделі:

- високий рівень мотивації та інтересу;
- полегшення розуміння складних понять;
- можливість пов'язати шкільний матеріал з реальними ситуаціями.

Тематична інтеграція широко застосовується у НУШ, у зокрема в інтегрованих курсах «Я досліджую світ», «Природничі науки» тощо.

Модульна інтеграція — побудова навчання у вигляді модулів, кожен з яких об'єднує знання з кількох предметів.

Модульна інтеграція передбачає структурування навчального процесу на основі модулів — великих блоків, що поєднують елементи різних предметів, об'єднаних спільною проблемою, концепцією або видом діяльності.

Основні особливості модульної інтеграції:

- модуль — це логічно завершена частина навчального змісту;
- у межах модуля поєднуються не лише знання, а й методи, види діяльності, інструктивні матеріали;
- кожен модуль має чітко сформульовані результати навчання;
- учні можуть рухатися в індивідуальному темпі, що відповідає принципам диференціації.

Приклади модулів:

- «Механічний рух: від спостереження до моделювання» (фізика + математика + інформатика);
- «Вода як універсальний розчинник» (хімія + біологія + екологія).

Модульна інтеграція сприяє організації гнучких освітніх траєкторій, що відповідає сучасним вимогам компетентнісного підходу.

Проблемно-орієнтована інтеграція — організація навчання через вирішення проблемних завдань.

Проблемно-орієнтована інтеграція базується на використанні проблемних, дослідницьких або практично значущих завдань, які потребують залучення знань з різних галузей. Основою моделі є не тема чи окремий модуль, а проблема, яка виступає центром інтеграції.

Ключові риси моделі:

- учні стикаються з реальними або змодельованими проблемами, які не мають однозначного рішення;
- для розв'язання завдання потрібно використовувати знання з кількох предметів;
- діяльність учнів наближається до дослідницької або проєктної роботи.

Типові приклади проблем:

- «Як зменшити енергоспоживання в школі?» (фізика + математика + технології);
- «Чому змінюється клімат і як впливають на це люди?» (географія + біологія + хімія);
- «Як побудувати модель раціонального бюджету родини?» (математика + економіка + громадянська освіта).

Проблемно-орієнтована інтеграція сприяє розвитку критичного мислення, вміння формулювати гіпотези, аналізувати інформацію, обґрунтовувати власні рішення.

Комплексно-інтегрована модель — охоплення змісту, методів і форм навчання, що спільно реалізуються між предметами.

Комплексно-інтегрована модель є найбільш високим рівнем інтеграції, оскільки охоплює не лише зміст навчання, але й методи, форми організації, засоби та технології. Вона передбачає системну, узгоджену взаємодію між кількома навчальними дисциплінами, які спільно реалізують інтегрований освітній процес.

Характерні ознаки моделі:

- повне об'єднання декількох предметів в єдиний інтегрований курс або навчальний простір;
- синхронізація навчальних тем, завдань, методів і оцінювання;
- поєднання теоретичної, практичної та дослідницької діяльності;
- застосування різних педагогічних технологій: проєктного, діяльнісного, STEM, компетентнісного підходів.

Комплексно-інтегрована модель лежить в основі таких сучасних форматів, як:

- STEAM-освіта;
- інтегровані курси природничого циклу;
- міждисциплінарні освітні проєкти;
- проблемно-орієнтовані навчальні програми.

Переваги моделі:

- забезпечення глибокої міждисциплінарної взаємодії;
- формування метапредметних компетентностей;
- розвиток уміння бачити цілісність наукових знань.

Теоретичні моделі інтегрованого навчання демонструють різні рівні та підходи до поєднання змісту, діяльності й освітніх технологій. Вибір конкретної моделі залежить від цілей навчання, вікових особливостей учнів, специфіки предметів та очікуваних результатів. У сучасній школі найбільш ефективним є поєднання декількох моделей, що дозволяє створити гнучкий, адаптивний та компетентнісний освітній процес.

1.4. Психолого-педагогічні умови інтеграції предметів

Ефективне впровадження інтегрованого підходу потребує врахування низки психолого-педагогічних умов:

- готовність учнів до сприйняття узагальненої інформації;
- розвиток у школярів уміння бачити зв'язки між предметами;
- фахова підготовка вчителів до інтегрованого викладання;

- забезпечення методичної підтримки;
- позитивна мотивація та включення учнів у пізнавальну діяльність.

З огляду на зазначене, інтеграція є не просто методикою, а педагогічною стратегією, яка сприяє формуванню нової якості освіти.

Впровадження інтегрованого підходу в освітній процес має низку важливих позитивних наслідків:

- підвищення пізнавальної мотивації та інтересу до навчання;
- формування цілісного сприйняття об'єктивної реальності;
- розвиток системного, логічного та творчого мислення;
- удосконалення навичок застосування знань у нових практичних ситуаціях;
- підготовка учнів до міждисциплінарного характеру сучасних професій;
- оптимізація навчального часу за рахунок виключення дублювання матеріалу.

Таким чином, інтеграція в педагогіці є важливою умовою реалізації компетентнісного підходу та одним із провідних напрямів модернізації змісту освіти. Вона сприяє формуванню нового типу освітнього мислення, де знання розглядаються не як набори розрізнених фактів, а як цілісна система, що відображає складність і взаємопов'язаність сучасного світу.

РОЗДІЛ 2. ОСОБЛИВОСТІ ІНТЕГРОВАНОГО НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ ТА ФІЗИКИ

2.1. Природничо-математичний контекст інтеграції

Математика й фізика є ключовими дисциплінами природничо-математичного циклу. Це обумовлено їхньою змістовою структурою, яка демонструє високий ступінь взаємозалежності. Інтеграція цих предметів сприяє більш глибокому розумінню фізичних явищ через математичне моделювання та обґрунтування.

Інтеграція математики та фізики має глибоке методологічне підґрунтя, оскільки обидві дисципліни належать до природничо-математичного циклу та базуються на спільних закономірностях пізнання: логічному аналізі, моделюванні, абстрагуванні, математизації явищ реального світу. Така природна спорідненість робить інтегроване вивчення цих предметів особливо ефективним і науково обґрунтованим.

Наприклад, такі теми як «рух тіла», «електричні кола», «гармонічні коливання» неможливо повноцінно вивчити без знання відповідних математичних формул, графіків та методів розв'язування рівнянь.

Математика традиційно виступає мовою фізики, забезпечуючи апарат для описання, пояснення й прогнозування фізичних явищ. Фізика, у свою чергу, створює природний контекст для розвитку математичних понять, дозволяючи учням бачити їх прикладний зміст.

У процесі інтегрованого навчання взаємодія між дисциплінами проявляється у таких аспектах, як єдність методів пізнання, матеріалізація математичних понять через фізичні явища, формування функціонального мислення та узгодженість понятійного апарату.

Обидві науки використовують моделювання, ідеалізацію, аналіз і синтез, що дозволяє формувати в учнів цілісну наукову картину світу. Формули, графіки, рівняння набувають сенсу через реальні процеси — рух тіл, коливання, електричні явища, енергію тощо.

Учні вчаться встановлювати залежності між величинами, інтерпретувати графіки, розв'язувати задачі через рівняння — що є ключовими компетентностями у природничій освіті. Такі поняття, як

швидкість, прискорення, сила, робота, пропорційність, функція, величина — набувають універсальності й використовуються у взаємному зв'язку.

Інтеграція цих двох дисциплін має низку специфічних особливостей, що відрізняють її від інтеграції інших предметів.

Передусім це взаємне збагачення змісту та розвиток абстрактного мислення. Ізолювання математики від фізики часто призводить до формалізму у вивченні математичних тем. Інтеграція забезпечує:

- осмислене засвоєння математичного апарату (рівнянь, функцій, похідних, площ, векторів);
- формування вміння застосовувати математику для описання фізичних закономірностей;
- розвиток здатності переходити від абстрактних моделей до реальних ситуацій.

Велике значення має також практична спрямованість математичних знань. Фізика дає можливість побачити, де саме застосовуються математичні методи:

- системи рівнянь використовуються для описання взаємодії тіл;
- графіки — для аналізу руху;
- пропорції — для оптики;
- тригонометрія — для вивчення коливань та хвиль.

Це значно підвищує мотивацію до вивчення математики.

Варто також підкреслити важливість забезпечення наступності та логічної узгодженості. Інтегрований підхід дозволяє уникати дублювання, зокрема:

- векторні величини вивчаються узгоджено у математиці та фізиці;
- поняття функцій одразу закріплюється на фізичних прикладах;
- похідна подається як характеристика швидкості зміни фізичної величини.

Таким чином формується системний розвиток знань.

Не можна оминути увагою розвиток дослідницьких компетентностей.

Математичні методи створюють основу для:

- аналізу експериментальних даних;
- побудови моделей;
- перевірки гіпотез;
- використання графічних і статистичних методів.

У поєднанні з фізичним експериментом це дозволяє організовувати проєкти, STEM-завдання та дослідницькі роботи.

Природничо-математичний контекст інтеграції передбачає поєднання математичних і фізичних знань у межах єдиного наукового підходу, який описує навколишній світ через кількісні моделі та природні закономірності. Він охоплює формування наукової картини світу, коли учні усвідомлюють, що всі природні явища підкоряються певним законам і можуть бути описані математично.

У центрі такого підходу — вміння оперувати величинами та моделями, адже маса, сила, час, енергія, температура чи швидкість є базовими характеристиками, без яких неможливе вивчення природничих процесів, а їхня обробка вимагає математичного інструментарію.

Важливе місце займають функціональні залежності, оскільки саме співвідношення виду $y = f(x)$ лежать в основі опису руху, теплових і електричних явищ, хвильових процесів та багатьох інших форм поведінки матерії.

Математизація природничих знань забезпечує точність і універсальність наукового опису світу, адже кожне фізичне явище знаходить своє відображення у формулі, рівнянні, графіку чи аналітичній або статистичній моделі. Завдяки цьому учні вчаться бачити за реальними процесами їхні математичні структури.

Інтегрований підхід має також чіткий компетентнісний вимір: він сприяє розвитку вміння працювати з інформацією, аналізувати дані, моделювати різноманітні ситуації, робити обґрунтовані висновки та застосовувати отримані знання у практичному житті. Такий спосіб навчання формує цілісне розуміння світу та готує школярів до складних міждисциплінарних викликів.

Таким чином, природничо-математичний контекст інтеграції забезпечує глибоке розуміння сутності природних явищ та математичної логіки їх описання.

Інтегроване навчання математики та фізики створює умови для формування цілісної природничо-математичної компетентності учнів, сприяє розвитку системного та функціонального мислення, забезпечує високу мотивацію й практичну спрямованість знань. Воно відповідає сучасним тенденціям STEM-освіти та вимогам оновлених стандартів, що орієнтовані на формування інтелектуально розвиненої, дослідницько-активної особистості.

2.2. Методологічний взаємозв'язок математики та фізики

Математика та фізика історично і методологічно є взаємопов'язаними галузями знання, що спільно формують фундамент природничо-наукового пізнання. Їх взаємозв'язок виявляється на рівні методів дослідження, формування понять, структурування знань і побудови наукових моделей. Математика забезпечує формальний апарат та універсальну мову для опису законів природи, тоді як фізика створює змістовне підґрунтя для появи нових математичних ідей та методів. Така взаємодія є ключовою передумовою інтегрованого навчання.

Фізика активно використовує математичний апарат для опису закономірностей природи. Математика ж у цьому контексті виступає не лише як засіб обчислень, а як мова науки. Такий взаємозв'язок має двосторонній характер:

- Математика сприяє формалізації фізичних понять.
- Фізика створює підґрунтя для прикладного розуміння математичних абстракцій.

Методологічна єдність двох дисциплін ґрунтується на спільних засадах наукового пізнання. Принцип закономірності природи передбачає, що фізика вивчає явища, які підлягають об'єктивним законам, а математика забезпечує

можливість формалізувати ці закони у вигляді рівнянь, нерівностей, графіків та функціональних залежностей.

Важливою є також єдність абстракції та конкретизації: математика створює абстрактні моделі, тоді як фізика наповнює їх конкретним змістом; водночас багато математичних конструкцій виникло саме завдяки аналізу фізичних явищ.

Логічна строгість є спільною рисою обох наук, адже побудова гіпотез, доказів і теорій у фізиці та математиці спирається на однакові засади наукової логіки. Таким чином, обидві дисципліни функціонують в межах єдиної методологічної системи, що робить їх інтеграцію природною та ефективною.

У фізиці математичний апарат виконує ряд ключових функцій. Він забезпечує кількісний опис явищ, адже такі фізичні величини, як маса, швидкість, прискорення, сила, енергія чи напруга, мають числові значення, а їх взаємозв'язки відображаються у формулах.

Математика також є основою моделювання: диференціальні рівняння описують механіку руху, електромагнітні та хвильові процеси, функції визначають закономірності зміни величин, а вектори — сили та напрямки. Крім того, математичні моделі дозволяють прогнозувати поведінку фізичних систем, зокрема рух планет, траєкторію тіла чи коливання маятника.

Нарешті, математика допомагає інтерпретувати результати експериментів: графіки, статистичні таблиці та регресійні моделі є засобами аналізу вимірювань та формування наукових висновків.

Зворотний зв'язок також суттєвий: саме фізика стимулює появу нових математичних напрямів. Історично багато математичних теорій виникали як відповідь на потреби фізики:

- диференціальне та інтегральне числення — для опису руху (Ньютон, Лейбніц);
- векторний аналіз — для опису сил та полів;
- теорія ймовірностей і статистика — для описання випадкових фізичних процесів;

- теорія груп — для вивчення симетрії у фізиці;
- комплексний аналіз — для дослідження електромагнітних коливань;
- диференціальні рівняння — для хвильових, теплових та квантових процесів.

Таким чином, фізика не лише користується математикою, а й є рушійною силою її розвитку.

Методологічний взаємозв'язок проявляється у спільності підходів (таблиця 2.1). Спільні підходи формують основу для ефективної інтеграції математики та фізики у навчальному процесі. Вони демонструють, що обидві дисципліни використовують ідентичні когнітивні стратегії та інструменти пізнання. Усвідомлення цього методологічного взаємозв'язку є ключовим для формування цілісного наукового світогляду учнів.

У педагогічному вимірі методологічний зв'язок математики та фізики забезпечує:

- формування уявлення про єдність природничих наук;
- підсилення мотивації через прикладність математичних знань;
- формування системного мислення шляхом узгодженого вивчення понять;
- розвиток дослідницьких і проєктних умінь;
- опанування математичного апарату без формалізму, на реальних задачах фізики;
- підготовку до STEM-діяльності, що потребує інтеграції різних галузей.

Усе це робить інтеграцію математики та фізики методично обґрунтованою та педагогічно ефективною.

Таблиця 2.1

Методологічний взаємозв'язок фізики та математики

Спільний підхід	Математика	Фізика
<i>Моделювання</i>	Створює моделі у вигляді абстрактних функцій, рівнянь, геометричних об'єктів та систем.	Застосовує математичні моделі (рівняння, функції) для опису та прогнозування поведінки реальних фізичних систем і явищ.

<i>Експеримент і перевірка</i>	Використовує експериментальні обчислення та симуляції (наприклад, чисельні методи) для знаходження наближених розв'язків або дослідження складних систем.	Визначає істинність та межі застосовності математичної моделі шляхом проведення фізичного експерименту та вимірювань.
<i>Ідеалізація</i>	Формує спрощені моделі для побудови теорій: точна пряма, ідеальний газ, безкінечна множина, гладка поверхня.	Формує спрощені моделі реальності для зручності розрахунків: матеріальна точка, абсолютно тверде тіло, безповітряний простір, ідеальний маятник.
<i>Аналітичне мислення</i>	Використовує логічні операції, дедукцію, аксіоматичний метод та доведення для встановлення нових фактів (теорем).	Застосовує дедукцію, узагальнення та логічний аналіз для побудови гіпотез, виведення законів і пояснення причинно-наслідкових зв'язків.

Методологічний взаємозв'язок математики та фізики є фундаментальною основою їх інтегрованого викладання. Математика забезпечує точність і строгість опису, фізика — зміст та реальний контекст застосування. Їх єдність формує у здобувачів освіти цілісну картину світу, розвиває логічне, абстрактне та системне мислення, створює умови для розвитку компетентностей ХХІ століття.

2.3. Приклади інтегрованих тем і завдань

Інтеграція навчального змісту математики та фізики набуває особливої значущості у процесі формування в учнів цілісного природничо-математичного світогляду. Обидві науки ґрунтуються на поєднанні раціонального мислення, абстрагування та моделювання реальних процесів,

що створює широкі можливості для реалізації інтегрованих тем, завдань і видів діяльності. У шкільній освітній практиці можна виокремити низку тематичних блоків, у яких використання інтегрованого підходу є найбільш доцільним і результативним.

1)Механіка (кінематика та динаміка) + лінійні рівняння, похідна

Одним із найбільш природних напрямів інтеграції є поєднання механіки та математичного аналізу. Механічні явища легко описуються мовою функцій, що дає можливість застосовувати лінійні рівняння, методи диференціювання та графічні інтерпретації.

Приклади інтегрованих завдань:

- дослідити рух тіла за графіком залежності координати від часу, використовуючи поняття похідної для визначення миттєвої швидкості;
- застосувати поняття другої похідної для аналізу прискорення при рівноприскореному русі;
- скласти та розв'язати систему рівнянь для визначення траєкторій двох тіл, що рухаються назустріч або в одному напрямку;
- розв'язати задачу на застосування другого закону Ньютона, де сили представлено у вигляді функцій часу.

Інтегровані вправи такого типу сприяють розвитку уміння працювати з математичними моделями та інтерпретувати їх у фізичному контексті.

2)Оптика + геометрія та тригонометрія

Закони поширення світла мають глибокі зв'язки з геометричними та тригонометричними поняттями. Побудова зображень у лінзах, аналіз кута падіння та кута заломлення, розгляд оптичних шляхів — усе це потребує системного використання геометричних конструкцій.

Приклади інтегрованих завдань:

- побудувати хід променів у тонкій лінзі, використовуючи геометричні правила трансформації фігур;
- визначити фокусну відстань лінзи за допомогою подібності трикутників;

- застосувати формули тригонометрії для розрахунку кута заломлення згідно із законом Снеліуса;
- виконати побудову оптичних систем (лінза + дзеркало) та обчислити положення зображення за допомогою тригонометричних співвідношень.

Такі завдання показують учням, що математична геометрія є дієвим інструментом для пояснення реальних фізичних явищ.

3) Електродинаміка + алгебра та графіки функцій

Розділ електродинаміки широко використовує алгебраїчні та функціональні залежності. Майже всі електрофізичні величини описуються математичними моделями, що робить інтеграцію природною й необхідною.

Приклади інтегрованих завдань:

- побудувати графік залежності сили струму від напруги для різних типів провідників;
- використати систему лінійних рівнянь для визначення струмів у складених електричних колах (метод вузлових потенціалів, закон Кірхгофа);
- застосувати обернені пропорційності для аналізу опору провідників;
- інтерпретувати графіки нелінійних елементів (діод, терморезистор) та побудувати їх математичні моделі.

Такі завдання формують уміння аналізувати функціональні залежності та використовувати графічні методи для розв'язання фізичних проблем.

4) Коливання і хвилі + гармонічні функції

Коливальні процеси є ілюстрацією застосування математичних понять синусоїд, гармонійних коливань та фазових зсувів. Поєднання цих тем сприяє глибшому розумінню періодичних явищ у природі.

Приклади інтегрованих завдань:

- записати рівняння гармонічних коливань для маятника та побудувати відповідний графік;
- дослідити вплив фази та амплітуди на форму графіка синусоїдальної хвилі;
- розрахувати період коливань за математичними формулами та перевірити його експериментально;

- порівняти математичне рівняння коливань пружинного маятника із фізичною моделлю системи.

У таких вправах математика виступає не лише інструментом обчислень, а й засобом опису фізичної природи процесів.

Ці теми можуть викладатися через проєктну діяльність, кейс-уроки, спільні семінари з двома викладачами.

2.4. Вплив інтеграції на розвиток критичного та логічного мислення

Інтегровані уроки активізують аналітичну діяльність учнів, сприяють розвитку критичного мислення та навичок застосування знань у нетипових ситуаціях. Замість фрагментарного засвоєння інформації учні бачать цілісну картину явищ.

Також підвищується пізнавальна мотивація: учень розуміє, *навіщо* йому ті чи інші математичні формули, бачить їхнє практичне застосування.

Інтегроване навчання відіграє суттєву роль у формуванні в учнів критичного та логічного мислення, оскільки поєднання знань із різних предметних галузей створює умови для глибшого аналізу, зіставлення інформації та пошуку оптимальних розв'язків. У процесі інтеграції учні залучаються до видів діяльності, що потребують системного осмислення змісту, вміння інтерпретувати та перевіряти інформацію, а також вибудовувати причинно-наслідкові зв'язки.

Формування критичного мислення відбувається завдяки аналізу міжпредметних зв'язків.

Інтеграція сприяє створенню ситуацій, у яких учні мають:

- співставляти різні джерела інформації;
- перевіряти правильність застосування понять із різних предметів;
- обґрунтовувати вибір методів розв'язання задач;
- оцінювати адекватність математичної моделі у фізичному контексті.

Порівняння та зіставлення різних підходів формують у здобувачів здатність розглядати проблему з кількох точок зору, виокремлювати ключові аспекти та критично оцінювати результати. Наприклад, аналіз розбіжностей між теоретичним результатом (математичний розрахунок) і фактичним експериментальним значенням (фізичний дослід) стимулює розвиток навичок критичної рефлексії.

Посилення логічного мислення забезпечується узгодженими математично-фізичними моделями. Інтеграція математики та фізики робить логічне мислення необхідною складовою навчального процесу. Учні вчаться:

- послідовно будувати логічні міркування для пояснення природних явищ;
- застосовувати правила логічного висновку під час розв'язання задач;
- формулювати та перевіряти гіпотези за допомогою математичних методів;
- використовувати дедуктивні та індуктивні способи мислення.

Побудова математичних моделей фізичних процесів (наприклад, опис руху за допомогою функцій або диференціальних рівнянь) вимагає чіткої логіки, структурованості та аргументованості — саме тих якостей, які становлять основу логічного мислення.

Розвиток уміння працювати з проблемними ситуаціями відбувається тоді, коли учні застосовують знання з різних дисциплін для пошуку рішень та аналізу складних навчальних завдань.

Інтегроване навчання часто ґрунтується на проблемно-орієнтованому підході, що стимулює:

- уміння ставити запитання;
- аналізувати проблему в комплексі;
- визначати суперечності у наявних даних;
- шукати нестандартні шляхи розв'язання.

Проблемні задачі, що поєднують математичні та фізичні аспекти, сприяють розвитку вміння оцінювати різні варіанти рішень та аргументувати вибір оптимального. Саме в такій діяльності критичне мислення розвивається найбільш інтенсивно.

Підтримка логіко-структурованого мислення відбувається через узгоджені концепції.

Інтеграція змісту приводить до формування цілісних концептуальних систем. У процесі навчання учні:

- вибудовують логічні схеми та моделі;
- встановлюють зв'язки між абстрактними поняттями (математика) та їхніми проявами в реальному світі (фізика);
- застосовують понятійний апарат однієї науки для пояснення явищ іншої.

Це сприяє розвитку аналітичного мислення та здатності структурувати складну інформацію.

Підвищення здатності до рефлексії та аргументації виявляється тоді, коли учні осмислюють власні підходи до розв'язання завдань і вміють логічно пояснити обрані рішення.

Інтегровані уроки часто передбачають групову роботу, дискусії, обговорення результатів, що формує навички аргументованої комунікації.

Учні вчаться:

- пояснювати власне міркування;
- критикувати та вдосконалювати моделі;
- обґрунтовувати твердження за допомогою фактів і логічних висновків;
- здійснювати самооцінку та переоцінку своїх рішень.

Таким чином, інтеграція не лише розширює зміст навчання, а й створює можливості для розвитку метапізнавальних умінь.

2.5. Приклади інтегрованих завдань і візуалізація міжпредметних зв'язків

Ефективність інтегрованого підходу найкраще демонструється на конкретних прикладах, де поняття та методи однієї дисципліни використовуються для розв'язання задач іншої. Наведені нижче завдання візуалізують тісний зв'язок між математикою (як інструментом моделювання)

та фізикою (як сферою застосування цих моделей), дозволяючи учням бачити науку не як набір ізольованих фактів, а як єдину систему знань. Такий підхід сприяє поглибленню розуміння теоретичних механізмів і розвитку навичок аналітичного мислення та перенесення знань.

Приклад 1: Рух тіла під дією сили (фізика + алгебра)

Завдання 1: На тіло діє постійна сила. Знайти залежність швидкості від часу та побудувати графік.

Математичні дії:

- Використання рівняння $v(t) = V_0 + at$.
- Побудова графіка прямої залежності.
- Обчислення площі під графіком для визначення переміщення.

Фізичний зміст:

- Аналіз другого закону Ньютона.
- Розуміння поняття прискорення, імпульсу.

Пояснення до прикладу:

На тіло діє постійна сила. Це означає, що прискорення a теж є постійним, згідно з другим законом Ньютона: $F = ma \rightarrow a = \frac{F}{m} = \text{const}$.

Швидкість у будь-який момент часу: $v(t) = v_0 + at$, де $v(t)$ – швидкість часу в момент часу t , v_0 – початкова швидкість, a – прискорення.

Побудова графіка:

Графік залежності $v(t)$ - це пряма лінія (лінійна функція). Площа під графіком $v(t)$ – це переміщення (рис.2.1):

$$S = \int v(t) dt = v_0 t + \frac{1}{2} at^2.$$

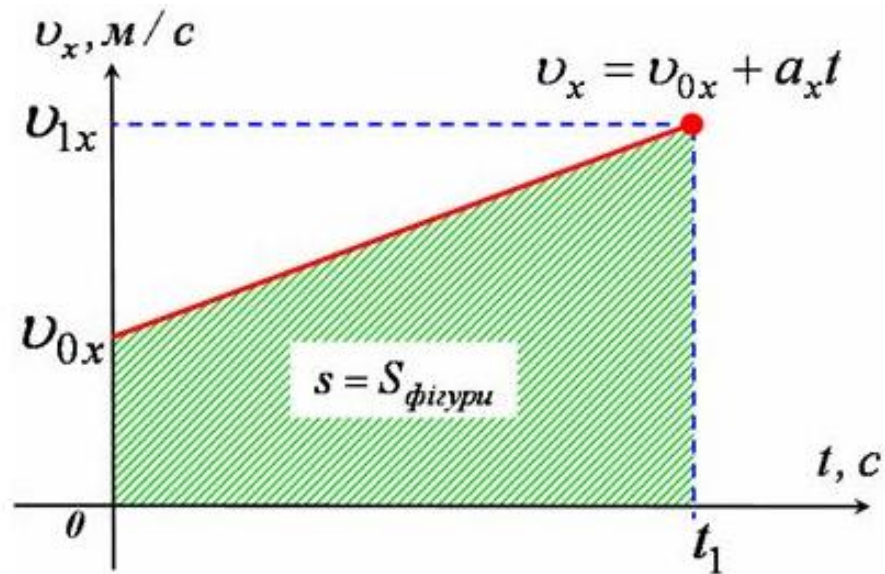


Рис. 2.1. Графік залежності швидкості від часу

Завдання 2:

На тіло діє сила, і воно починає рухатися з нульової швидкості. Побудуйте графік залежності переміщення від часу та знайдіть шлях, пройдений тілом за перші 4 секунди, якщо прискорення становить $a = 2 \text{ м/с}^2$.

Математичні дії:

1. Використати формулу: $S(t) = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$.
 2. Побудувати графік квадратичної функції.
 3. Знайти значення $S(4)$ при $v_0 = 0, a = 2$:
- $$S(4) = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 4^2 = 16 \text{ м.}$$

Фізичний зміст:

1. Пояснити, як рівноприскорений рух пов'язаний із другим законом Ньютона.
2. Інтерпретувати графік $S(t)$ як параболу.

Пояснення до прикладу:

Ось графік залежності переміщення від часу для тіла, що рухається з нульової швидкості під дією постійного прискорення $a = 2 \text{ м/с}^2$. Крива має вигляд параболи (рис.2.2), що відповідає формулі: $S(t) = \frac{1}{2} a t^2$.

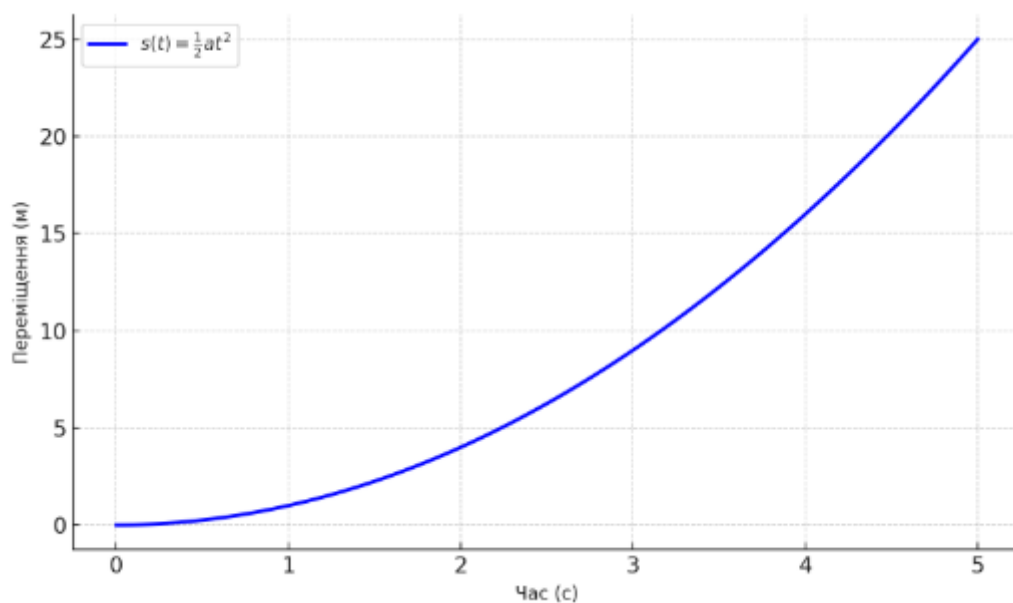


Рис. 2.2. Графік залежності переміщення від часу (рівноприскорений рух)

Це завдання ідеально підходить для інтеграції фізики з алгеброю та геометрією:

- Розвиває навички побудови графіків.
- Допомагає інтерпретувати фізичні процеси через математичні моделі.

Приклад 2: Коливання маятника (фізика + тригонометрія)

Маятник здійснює гармонічні коливання, які описуються формулою:

$$x(t) = A \cos(\omega t + \varphi), \text{ де}$$

$x(t)$ – зміщення маятника в момент часу t ,

$A = 5$ см – амплітуда коливань,

$\omega = 2$ рад/с – циклічна частота,

$\varphi = \frac{\pi}{3}$ – початкова фаза.

Завдання:

1. Знайдіть положення маятника через $t = 2$ с.
2. Знайдіть період коливань.
3. Побудуйте графік функції $x(t)$ на інтервалі $t \in [0; 6]$.

4.Визначте моменти часу, коли маятник проходить через рівноважне положення.

Математичні дії:

- Побудова графіка гармонічної функції.
- Обчислення періоду, частоти, амплітуди.

Розв'язання:

1.Обчислимо положення маятника при $t = 2$ с.

$$x(2) = 5\cos\left(2 \cdot 2 + \frac{\pi}{3}\right) = 5 \cos \cos\left(4 + \frac{\pi}{3}\right)$$

Переводимо в радіани або використовуйте калькулятор:

$$x(2) \approx 5\cos(4 + 1.047) \approx 5 \cos \cos(5.047) \approx 5 \cdot 0.31 \approx 1.55 \text{ см}$$

2.Знаходимо період коливань:

Формула періоду:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{2} = \pi \approx 3.14 \text{ с}$$

3.Графік функції $x(t)$:

Це косинусоїда зі зміщенням фази. Ключові параметри:

- Амплітуда $A = 5$
- Період $T = \pi$
- Початкова фаза $\varphi = \frac{\pi}{3}$

Ось графік функції гармонічного коливання маятника (рис.2.3):

$$x(t) = 5\cos\left(2t + \frac{\pi}{3}\right).$$

4.Час, коли маятник проходить через рівноважне положення:

Маятник проходить рівновагу, коли $x(t) = 0$:

$$5\cos\left(2t + \frac{\pi}{3}\right) = 0 \rightarrow \cos\left(2t + \frac{\pi}{3}\right) = 0$$

$$2t + \frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{2} + \pi n, \quad n \in \mathbb{Z}$$

$$t = \frac{\pi}{12} + \frac{\pi}{3}n \approx 0.26 + 1.57n, \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

Отже, приблизно в моменти: $t_1 \approx 0.26$ с, $t_2 \approx 1.83$ с, $t_3 \approx 3.40$ с тощо.

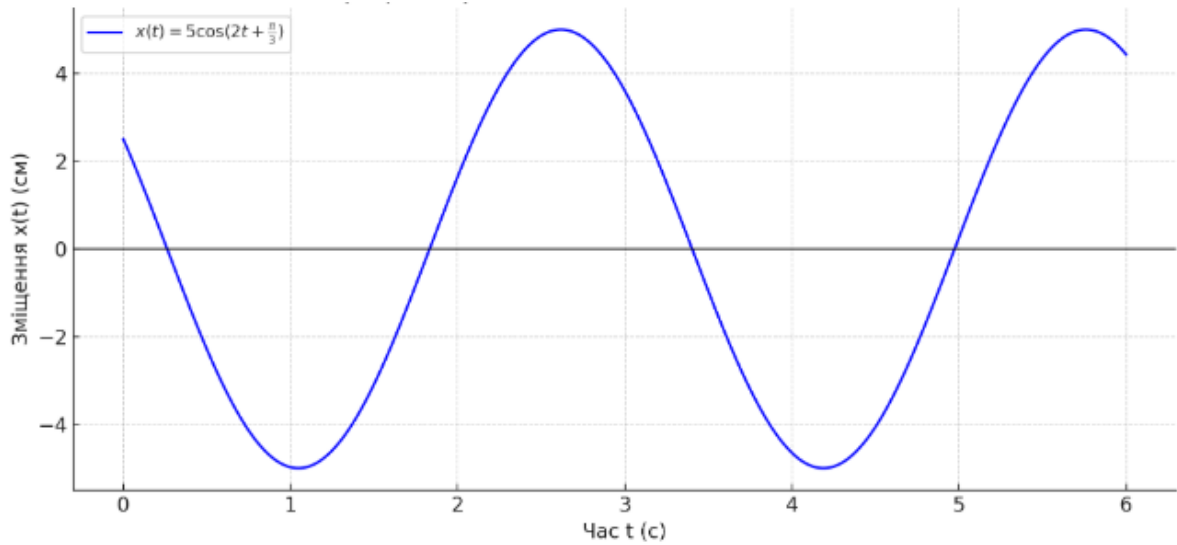


Рис. 2.3. Графік гармонічного коливання маятника

Фізичний зміст:

- Визначення енергії в коливальному русі.
- Аналіз фазових зсувів.

Приклад 3: Закон Ома (фізика + пропорції + графіки функцій)

Завдання: Дослідити залежність сили струму від напруги при сталому опорі.

Фізична

частина:

Закон Ома для ділянки кола формулюється так: $I = \frac{U}{R}$, де

I – сила струму (в амперах, А),

U – напруга (у вольтах, В),

R – опір (в омах, Ом).

Математична частина:

1.Пропорційна залежність:

- Якщо $R = const$, то $I \sim U$ (пряма пропорційність).
- Якщо $U = const$, то $I \sim \frac{1}{R}$ (обернена пропорційність).

2. Приклад числовий:

Нехай $R = 5 \text{ Ом}$.

Розрахуємо I для різних значень U :

Напруга $U \text{ (В)}$	1	2	3	4	5	6
Струм $I \text{ (А)}$	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2

3. Побудуйте графік залежності сили струму I від напруги U при постійному R . Це буде пряма лінія, яка проходить через початок координат, оскільки функція має вигляд:

$$I(U) = \frac{1}{R} \cdot U = 0.2U$$

4. Побудова графіка $I(R) = \frac{10}{R}$ (рис.2.4).

Інший випадок (обернена пропорційність):

Нехай $U = 10 \text{ В}$.

Розрахуємо I для різних значень R :

Опір $R \text{ (Ом)}$	1	2	5	10	20
Струм $I = \frac{10}{R} \text{ (А)}$	10	5	2	1	0.5

Підсумовуючи наведені приклади, бачимо, що інтегровані завдання з фізики та математики не лише демонструють взаємозв'язок природничих і точних наук, а й формують у здобувачів освіти уміння поєднувати абстрактні математичні моделі з реальними фізичними процесами. Учні вчаться інтерпретувати графіки, співвідносити формули з явищами, пояснювати поведінку об'єктів мовою функцій та рівнянь. Це сприяє глибшому розумінню матеріалу, адже математичні дії отримують практичний сенс, а фізичні поняття — точний інструментарій для аналізу.

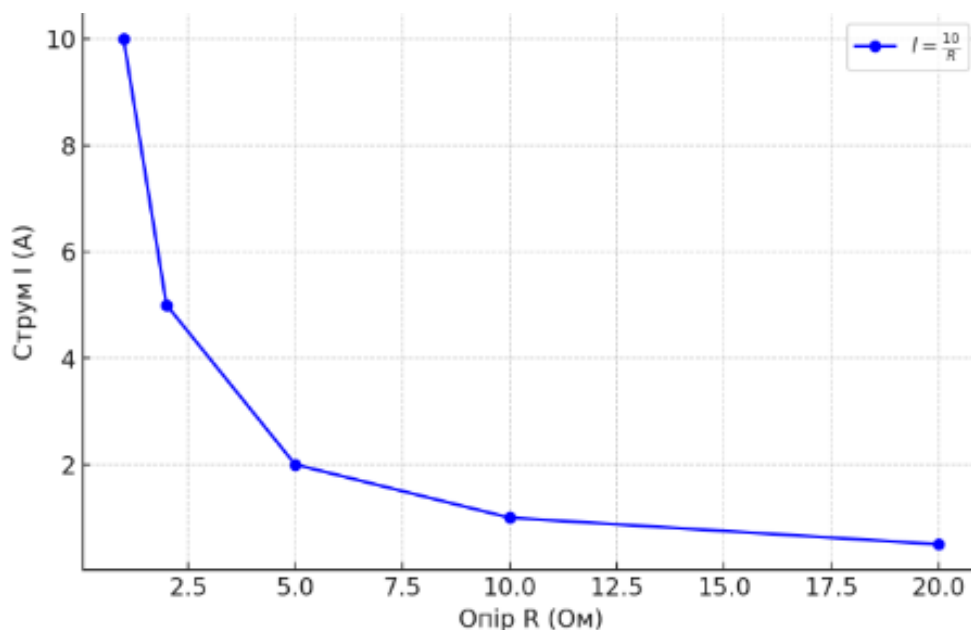


Рис. 2.4. Графік оберненої залежності сили струму від опору

Такі інтегровані завдання також розвивають критичне мислення: учні порівнюють різні типи залежностей, роблять висновки про пропорційність, лінійність чи нелінійність процесів, аналізують, як зміна одного параметра впливає на інші. Завдяки графічним побудовам формується вміння працювати з візуальною інформацією, оцінювати характер руху чи коливань, читати та створювати математичні моделі.

У результаті поєднання фізики та математики в одному навчальному контексті допомагає школярам побачити цілісну картину: замість окремих

розрізнених тем вони опановують єдину систему знань, де закони природи відкриваються через мову чисел, функцій і графіків. Це підсилює мотивацію до навчання та робить засвоєння матеріалу більш осмисленим і результативним.

РОЗДІЛ 3. ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕГРОВАНОГО ПІДХОДУ

3.1. Проєктування інтегрованих уроків

Організація інтегрованого навчання математики та фізики потребує не лише теоретичного обґрунтування, а й розроблення практичних механізмів реалізації цього підходу у закладах загальної середньої освіти. Ефективність інтеграції визначається якісним проєктуванням уроків, методичною підготовкою педагогів, доступністю дидактичних матеріалів, готовністю учнів до роботи з міжпредметним змістом та здатністю вчителя організувати продуктивну пізнавальну діяльність.

Проєктування інтегрованого уроку передбачає системну розробку структури, змісту та методів навчання, що об'єднують математичний та фізичний матеріал у логічно пов'язану педагогічну модель.

Проєктування інтегрованого освітнього контенту є багатоступеневим процесом. Послідовність ключових кроків, необхідних для успішного впровадження інтеграції, наведено нижче (таблиця 3.1).

Таблиця 3.1

Основні етапи проєктування інтегрованих уроків

<i>Етап</i>	<i>Зміст етапу</i>	<i>Мета та результат</i>
-------------	--------------------	--------------------------

Визначення інтегративної мети та компетентностей	Формулювання, які саме знання та уміння з математики та фізики будуть об'єднані.	Розвиток ключових компетентностей: логічне мислення, дослідницькі уміння, здатність будувати моделі.
Добір інтеграційного змісту	Підбір тем, що мають природний міжпредметний зв'язок і дозволяють об'єднати матеріал.	Приклади: Рух і функції (алгебра/фізика), Електрика і пропорційність (фізика/математика), Оптика і геометрія.
Вибір інтегрованих методів і форм роботи	Визначення найбільш доцільних методів, що сприяють активному залученню учнів.	Застосування: проблемно-пошукові завдання, дослідницька діяльність, міні-проекти, робота з графіками та моделями, інтерактивні методи (STEM-лабораторії, симуляції).
Створення інтегрованих завдань	Розробка конкретних завдань, які вимагають застосування елементів обох дисциплін одночасно (аналізу та синтезу знань).	Приклад: «Побудувати графік швидкості тіла на основі експериментальних вимірювань та визначити характер руху».
Планування оцінювання	Розробка критеріїв оцінювання, що відображають комплексний характер роботи.	Врахування не лише правильності розрахунків, а й уміння пояснити модель, зробити аргументований висновок, застосувати знання у нових умовах.
Підготовка дидактичних матеріалів та обладнання	Забезпечення уроку необхідними засобами для реалізації інтеграції.	Використання: графічні планшети, лабораторні комплекти, відеосимуляції, інтерактивні зошити, цифрові моделі.

Приклади інтегрованих уроків математики та фізики

Приклад № 1

Тема уроку: «Рівномірний і нерівномірний рух. Графіки залежності шляху, швидкості та прискорення від часу» (Інтеграція: фізика + алгебра + графічні методи аналізу).

Клас: 9

Тип уроку: Інтегрований урок вивчення нового матеріалу з елементами дослідження та моделювання.

Мета уроку:

Предметна (фізика):

- сформувати уявлення про рівномірний і нерівномірний рух;
- ознайомити учнів із графіками залежності $s(t)$, $v(t)$, $a(t)$;
- розвивати вміння визначати фізичні величини за графіками.

Предметна (математика):

- закріпити вміння будувати та аналізувати графіки функцій;
- застосовувати похідну для опису зміни швидкості;
- розвивати навички роботи з лінійними та нелінійними функціями.

Ключові компетентності:

- уміння моделювати процес руху за допомогою графіків;
- критичне мислення (аналіз графічної інформації);
- математичні та природничі компетентності;
- уміння працювати в групі та аргументувати власні висновки.

Обладнання: комп'ютер/проектор, інтерактивна дошка або планшети, симулятор руху (PhET Moving Man або аналогічний), вимірювальна стрічка, секундомір, картки із завданнями.

Хід уроку

1. Організаційний момент (1–2 хв)

Привітання, налаштування на роботу. Коротке пояснення, що сьогодні учні досліджують рух одночасно з точки зору фізики та математики.

2. Актуалізація опорних знань (5 хв)

Міні-вікторина:

Що таке швидкість?

Як знайти шлях?

Яка формула лінійної функції?

Що показує похідна функції?

Учитель підкреслює: графіки руху — це математичні функції, які описують фізичні величини.

3. Мотивація. Проблемне запитання (3 хв)

Відео або симуляція руху автомобіля.

Учитель запитує:

Чи можна за графіком дізнатися, як рухалося тіло, навіть якщо ми не були свідками руху?

Учні висувують припущення.

4. Вивчення нового матеріалу (15 хв)

4.1. Рівномірний рух (інтеграція фізики й алгебри)

Академічне

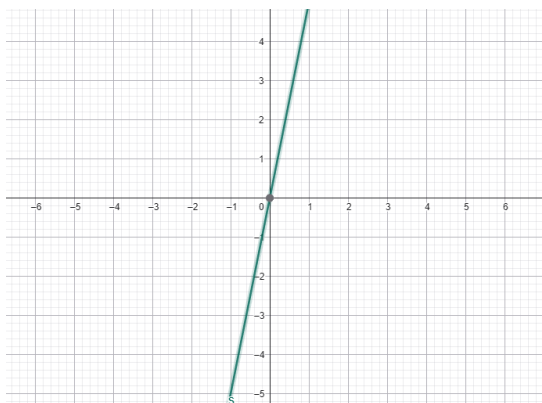
пояснення

формули:

$s=vt \Rightarrow$ графік – пряма.

Аналіз прикладу: $s(t)=5t$

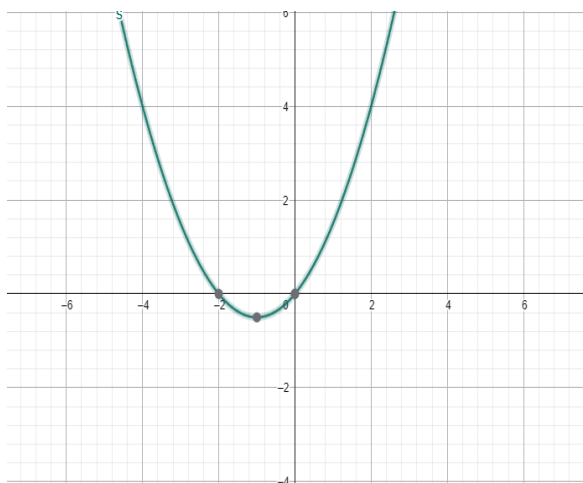
Графік будує вчитель математики.



Учні роблять висновок: за нахилом прямої можна визначити швидкість.

4.2. Нерівномірний рух (інтеграція з математичними функціями)

Пояснення: $V = V_0 + at$, $S = V_0t + \frac{at^2}{2}$ — парабола.



Графік параболи будується вчителем математики, учні визначають характер руху.

5. Дослідницька діяльність (15 хв)

Експеримент «Рух учня по коридору»

Учні працюють у групах:

Один учень рухається 10 метрів.

Другий — вимірює час (секундомір).

Група будує таблицю «час – координата».

Наносять точки на графік → визначають тип руху.

Роблять висновки:

Чи був рух рівномірним?

Як це видно на графіку?

Яка приблизна швидкість?

Порівняння з комп'ютерною симуляцією.

6. Закріплення матеріалу (10 хв)

Інтегровані завдання:

Завдання

1

(графічне):

На графіку швидкості зображено рух тіла. Визначити:

- ділянки рівномірного руху;
- прискорення на кожній ділянці;
- побудувати відповідний графік $s(t)$.

Завдання

2

(аналітичне):

Дано:

$$s(t) = 4t + t^2.$$

Знайти:

- швидкість;
- прискорення;
- побудувати графіки.

Завдання 3 (інтерпретаційне):

Пояснити, чому похилий відрізок графіка $s(t)$ відповідає певній швидкості, а параболічна крива — змінній швидкості.

7. Рефлексія (3 хв)

Учні відповідають на запитання:

Що нового я дізнався на уроці?

Як математика допомагає аналізувати рух у фізиці?

У чому перевага графічного методу перед формулами?

8. Домашнє завдання (диференційоване)

Базовий рівень:

Побудувати графік рівномірного руху за власними даними (пройти 10 м, виміряти час).

Середній рівень:

За функцією $s(t) = t^2 + 3t$ знайти швидкість і прискорення; побудувати три графіки.

Високий рівень (творче):

Створити коротку відео-демонстрацію руху (телефоном) та побудувати за ним графік швидкості в GeoGebra.

Очікувані результати уроку

Після уроку учні зможуть:

- будувати та аналізувати графіки руху;
- визначати за графіком швидкість і прискорення;

- встановлювати взаємозв'язок між функціями $s(t)$, $v(t)$, $a(t)$;
- застосовувати математичний апарат для опису фізичних процесів;
- робити висновки на основі експериментальних даних.

Приклад № 2 (фрагмент уроку)

Тема: Лінійна залежність між величинами. Рух тіла з постійною швидкістю.

Предмети: математика + фізика

Клас: 7

Тип уроку: формування нових знань через міжпредметну інтеграцію.

Форма: практико-орієнтований, діяльнісний, з елементами STEAM.

Мета уроку:

Математика:

- Формувати вміння будувати графік лінійної залежності.
- Пояснювати зміст коефіцієнтів у рівнянні лінійної функції.
- Використовувати математичні моделі для розв'язування задач фізичного змісту.

Фізика:

- Пояснювати рівномірний рух тіла: $v = \frac{s}{t}$.
- Будувати графіки залежності шляху від часу.
- Визначати швидкість руху за графіком.

Інтегровані компетентності:

- Уміння створювати математичні моделі реальних процесів.
- Аналіз даних, робота в групах, інтерпретація графічної інформації.
- Використання цифрових інструментів (калькулятор, графічні середовища).

Обладнання: Вимірювальна стрічка або рулетка, секундомір, лінійка, маркери, ноутбук/телефон з Desmos/GeoGebra (за наявності), схеми, картки із завданнями.

Хід уроку

1. Організаційний момент (2 хв.)

Вчитель оголошує тему: "Сьогодні ми дослідимо, як математика допомагає описувати фізичний рух".

2. Актуалізація знань (5 хв.)

Математика: пригадати лінійну функцію $y=kx+b$.

Фізика: формула рівномірного руху $S=Vt$.

Вчитель ставить інтегруюче запитання:
Яка формула з математики нагадує формулу рівномірного руху?

3. Мотивація (3 хв.)

Вчитель показує коротке відео/слайд: рух авто по трасі зі сталою швидкістю.

Запитання:

Чи можна передбачити, де буде авто через 5 хвилин?

Як це описати математично?

Приклад № 3

Тема уроку: Пряма пропорційність. Закон Гука (сила пружності)

Тип уроку: Комбінований інтегрований урок (відкриття нових знань + практичне застосування).

Мета уроку:

Предметна (фізика):

- сформулювати поняття сили пружності;
- ознайомити з законом Гука та залежністю сили пружності від деформації;
- навчити користуватися динамометром.

Предметна (математика):

- повторити та поглибити поняття прямої пропорційності;
- навчити будувати графік прямої пропорційності;
- розвивати вміння аналізувати лінійні залежності.

Інтегровані компетентності:

- застосування математичних моделей для опису фізичного явища;

- уміння проводити експеримент, збирати дані, аналізувати та узагальнювати результати;
- розвиток критичного мислення (аналіз графіка, виявлення закономірностей).

Обладнання: пружини різної жорсткості; штативи; набори гирь; динамометри; лінійки; смартфон/планшет для побудови графіка (GeoGebra, Desmos) або міліметровий папір.

Міжпредметна логіка уроку:

Математика: **пряма пропорційність** $\rightarrow y = kx$.

Фізика: сила пружності $F_{\text{пр}} = k \cdot \Delta x$ (аналог прямої пропорційності).

Учень бачить, що закон Гука — це пряма пропорційність, де k — жорсткість.

Хід уроку

I. Організаційний момент (1–2 хв)

Учитель створює проблемну ситуацію:
«Чому пружина розтягується рівномірно? Як передбачити її поведінку за допомогою математики?»

II. Актуалізація математичних знань (математика, 5 хв)

Повторення поняття пряма пропорційність: y прямо пропорційна x , якщо $y = kx$; графік — пряма, що проходить через початок координат.

Приклади прямої пропорційності з життя:

- вартість товару;
- шлях при рівномірному русі;
- маса води залежно від об'єму.

Учитель наголошує: сьогодні ми дослідимо ще одну пряму пропорційність — у фізиці.

III. Вивчення нового матеріалу (фізика, 10 хв)

Деформація та пружність. Види деформації: розтяг, стиск, згин. Пружні та пластичні деформації. Сила пружності виникає при деформації тіла; напрямлена проти деформації.

Закон Гука: $F_{\text{пруж}} = k\Delta x$, де:
 k — жорсткість пружини,
 Δx — видовження.

Учитель робить акцент:

Формула закону Гука має вигляд прямої пропорційності: F прямо пропорційна Δx .

IV. Інтегрований експеримент (фізика + математика, 15 хв)

Учні працюють у групах.

1) Проведення досліду.

На штативі закріплена пружина.

Учні:

- вимірюють початкову довжину пружини;
- підвішують гири (наприклад, 50 г, 100 г, 150 г, 200 г);
- для кожної гири вимірюють видовження Δx ;
- обчислюють силу F (як вагу): $F=mg$

2) Створення таблиці

Маса m , кг	Сила F , Н	Видовження Δx , м
0.05	0.5	0.01
0.10	1.0	0.02
...	...	...

3) Побудова графіка $F(\Delta x)$

Учні будують графік: у зошиті або у GeoGebra / Desmos.

4) Аналітичні запитання:

Чи проходить графік через початок координат?

Чи є залежність прямою?

Яка величина k (кутовий коефіцієнт)?

5) Висновок групи:

«Сила пружності прямо пропорційна видовженню пружини. k — жорсткість пружини.»

V. Інтегровані практичні завдання (10 хв)

Завдання 1 (математика + фізика)

Пружина видовжилась на 2 см при силі 0.6 Н. Визначити жорсткість k .

Завдання 2 (гібридне, компетентнісне)

Побудувати графік залежності видовження від сили для пружини

$$k = 25 \text{ Н/м.}$$

Зробити висновок про пропорційність.

Завдання 3 (підвищений рівень)

Чи може графік сили пружності мати вигляд кривої?
(→ пояснити межі застосування закону Гука: після межі пружності залежність НЕ є лінійною.)

VI. Рефлексія (3 хв)

Метод «Мікрофон»:

Що нового дізналися?

Яку роль відіграла математика у розумінні фізичного явища?

Що буде, якщо перевищити межу пружності?

VII. Оцінювання результатів

Критерії:

- точність проведення експерименту;
- правильність заповнення таблиці;
- побудова графіка;
- аналіз залежності;
- формулювання висновку.

Домашнє завдання

Обов'язкове. Розв'язати задачі:

- Пружина видовжилась на 3 см при силі 0.9 Н. Знайти k .
- Для пружини $k = 50 \text{ Н/м}$ знайти видовження при $F = 2 \text{ Н}$.

Творче (опційно):

Створити схему або постер «Закон Гука як пряма пропорційність».

Очікувані результати

Після уроку учні:

- розуміють суть прямої пропорційності та її графічний зміст;
- вміють пояснити закон Гука через математичну модель;
- можуть будувати та аналізувати графік $F(\Delta x)$;
- застосовують знання для дослідження реальних фізичних процесів.

3.2. Методичні рекомендації для вчителів

Ефективне впровадження інтегрованих уроків можливе лише за умови якісної методичної підготовки педагогів та використання сучасних освітніх технологій.

Рекомендації:

- Створювати спільні плани уроків між учителями математики та фізики. Важливо узгоджувати терміни вивчення тем, щоб забезпечити логічну послідовність подання матеріалу.
- Використовувати спільний понятійно-категоріальний апарат. Наприклад, поняття “функція”, “графік”, “модель”, “залежність” мають однаково тлумачитися на обох предметах.
- Організовувати дослідницьку діяльність. Експерименти з подальшим математичним аналізом (обробка даних, апроксимація, побудова графіків) є основою інтеграції.
- Залучати цифрові технології. Сучасні симулятори (PhET, GeoGebra), віртуальні лабораторії та сенсорні вимірювальні прилади значно розширюють можливості інтеграції.
- Створювати навчальні ситуації, що потребують аргументації. Обговорення результатів, групові проекти та дискусії сприяють розвитку критичного мислення.

- Поступово ускладнювати рівень інтегрованих завдань. Від простих міжпредметних зв'язків — до комплексних задач, що охоплюють кілька тем.
- Враховувати індивідуальні освітні потреби учнів. Інтеграція дозволяє диференціювати завдання: одні учні можуть працювати з експериментом, інші — з аналітичними моделями.

3.3. Структура та критерії оцінки ефективності інтегрованого підходу

Характеристика динаміки змін у навчальному процесі є ключовим етапом для визначення рівня ефективності впровадження інтегрованого підходу. Такий аналіз необхідний для обґрунтування методики та окреслення напрямів подальшого вдосконалення. Особливо цінним є поєднання кількісних показників (успішності, темпу виконання завдань) з якісними (мотивацією, рефлексією учнів, спостереженнями вчителів).

Оцінювання починається з навчальних результатів, які є базовим індикатором успіху: тут враховується не лише зміна середнього балу, а й стабільне зростання успішності з математики та фізики, збільшення здатності учнів до роботи з графічними та математичними моделями, а також покращення вмінь розв'язувати комбіновані задачі. Успішна інтеграція проявляється у виборі учнями більш складних стратегій та глибшому розумінні теоретичних механізмів.

Наступний важливий аспект – розвиток ключових компетентностей, де інтеграція сприяє формуванню вміння встановлювати міжпредметні зв'язки (переносити знання, наприклад, властивості функцій на рівномірний рух), поглибленню критичного і логічного мислення та розвитку дослідницьких умінь (висунення гіпотез, аналіз помилок). Цей компетентнісний розвиток є найціннішим, оскільки забезпечує реальне застосування знань.

Не менш чутливим маркером змін є мотиваційні зміни, що виражаються у зростанні інтересу до природничо-математичного циклу завдяки баченню

практичного сенсу, активнішій участі у проєктній діяльності та зростанні самостійності й ініціативи.

Водночас, важливим є фіксація та аналіз труднощів та складнощів у виконанні завдань. Фіксація цих «слабких місць» дозволяє вчителю адаптувати темп і методичні прийоми майбутніх уроків.

Завершується аналіз збором відгуків учнів та вчителів: учні відзначають, що уроки стають зрозумілішими та цікавішими, а вчителі підкреслюють зростання навчальної активності, але часто вказують на потребу у додатковому методичному та наочному забезпеченні.

Опрацювання всіх цих відгуків та показників дозволяє комплексно оцінити ефективність впровадження та скоригувати подальшу траєкторію розвитку інтегрованого підходу.

На схемі «Складові оцінювання результативності інтеграції» наочно представлено п'ять ключових аспектів, комплексний аналіз яких дозволяє всебічно оцінити ефективність інтегрованого підходу в освітньому процесі (рис.3.1).



Рис. 3.1. Складові оцінювання результативності інтеграції

Представлена структура оцінювання підтверджує, що для визначення ефективності інтеграції необхідно аналізувати не лише академічні показники, але й динаміку компетентнісного та мотиваційного розвитку учнів. Комплексний аналіз всіх п'яти аспектів, включаючи виявлення труднощів та збір відгуків, забезпечує повну картину успіху підходу. На основі цих критеріїв стає можливим обґрунтоване корегування методики викладання та подальше її вдосконалення.

3.4. Проблеми та перспективи впровадження інтегрованого навчання

При реалізації інтегрованого підходу виникає низка основних проблем, які потребують уваги та вирішення.

Передусім, це недостатня методична підготовка педагогів, оскільки багато вчителів не мають достатнього досвіду викладання інтегрованих курсів або ефективної міжпредметної співпраці.

Другою значною перешкодою є брак часу для спільного планування уроків: через високе навчальне навантаження педагоги часто обмежені в можливостях кооперації.

Крім того, відчувається недостатня кількість готових інтегрованих навчальних матеріалів, і вчителям часто доводиться самотійно створювати унікальні завдання та моделі.

Ще однією проблемою є різний рівень підготовки учнів, оскільки інтегровані уроки можуть викликати значні труднощі у дітей зі слабкою математичною або фізичною базою.

Нарешті, успішне впровадження часто стримується матеріально-технічними обмеженнями, адже не всі школи забезпечені необхідним обладнанням, таким як цифрові лабораторії, сенсорні вимірювачі чи інше сучасне технічне забезпечення.

Перспективи:

- Розвиток STEM- та STEAM-освіти, яка природно передбачає інтеграцію навчальних галузей.
- Створення мережових спільнот педагогів, які обмінюватимуться інтегрованими матеріалами, календарними планами, методичними розробками.
- Розширення цифрових ресурсів, що підтримують інтеграцію (GeoGebra, симулятори PhET, цифрові лабораторії).
- Запровадження інтегрованих модулів у Типових освітніх програмах та модельних навчальних програмах.
- Підвищення кваліфікації педагогів через курси, тренінги, майстер-класи з розробки інтегрованих уроків.
- Науково-методичне обґрунтування ефективності інтеграції, що сприятиме її ширшому впровадженню.

ВИСНОВКИ

Підсумок основних результатів

У магістерському дослідженні було комплексно проаналізовано теоретичні засади, методичні особливості та практичні результати застосування інтегрованого підходу у процесі викладання математики та фізики в закладах загальної середньої освіти. Проведена робота дала змогу виявити сутність інтеграційних процесів в освіті, встановити їх значення для формування цілісних знань учнів, а також окреслити перспективи подальшого удосконалення міжпредметної взаємодії.

Під час дослідження з'ясовано, що інтеграція у педагогіці є багатовимірним явищем, яке охоплює змістовий, методичний, організаційний та психологічний аспекти освітнього процесу. Інтегроване навчання передбачає поєднання елементів різних галузей з метою створення єдиної, логічно узгодженої системи знань, що дозволяє учневі глибше усвідомити сутність досліджуваних понять, явищ і закономірностей. Особливе місце у

цьому процесі займає природничо-математична інтеграція, у якій поєднання математики та фізики є найбільш природним, оскільки обидві дисципліни спираються на спільні методи пізнання, концептуальні основи та універсальні моделі опису реальності.

Аналіз теоретичних джерел дозволив встановити, що існують різні види та рівні інтеграції — від елементарної міжпредметної взаємодії до глибокої трансдисциплінарності. У межах навчального процесу найбільш ефективними виявилися такі форми інтеграції, як: тематична інтеграція, модульні курси, проблемно-орієнтовані завдання, проєктна діяльність, STEAM-підхід. Використання таких моделей забезпечує підвищення мотивації учнів, формування критичного, логічного і системного мислення, розвиток дослідницьких компетентностей.

У другому розділі роботи доведено, що взаємозв'язок математики та фізики є не лише методичним прийомом, а й фундаментальною основою природничої освіти. Математика виступає мовою фізики, а фізика наповнює математичні структури реальним змістом, що значно підвищує інтерес учнів до обох предметів. Практичний аналіз типових тем (рух, пропорційні величини, графіки, похідні, тригонометрія, закони Ньютона, електромагнетизм тощо) показав, що їх інтегроване вивчення сприяє глибшому розумінню природи математичних моделей та фізичних законів.

У ході дослідницької роботи встановлено, що систематичне використання інтегрованих уроків позитивно впливає на навчальні досягнення учнів, їхню пізнавальну активність, уміння застосовувати знання у практично орієнтованих ситуаціях. Учні показали значно вищі результати у завданнях, що потребували міжпредметного аналізу, математичного обґрунтування фізичних явищ або фізичного інтерпретування математичних конструкцій. Також було зафіксовано зростання рівня мотивації завдяки більш усвідомленому розумінню практичної значущості навчального матеріалу.

Разом із тим дослідження виявило певні труднощі та проблеми впровадження інтегрованого навчання, серед яких: недостатня

підготовленість педагогів до міжпредметної взаємодії, обмеженість навчально-методичних матеріалів, перевантаженість навчальних програм, потреба у модернізації матеріально-технічної бази (особливо для проведення експериментів та досліджень). Однак ці проблеми можуть бути вирішені за умови цілеспрямованої методичної підтримки вчителів, створення інтегрованих підручників, використання цифрових лабораторій та інтерактивних платформ.

Сформульовані у роботі висновки і рекомендації мають значне практичне значення та можуть бути використані:

- у плануванні інтегрованих уроків математики та фізики;
- у розробці навчально-методичних комплексів;
- у підготовці вчителів до реалізації міжпредметної інтеграції;
- у формуванні компетентнісно орієнтованого освітнього середовища;
- для удосконалення моделі природничо-математичної освіти НУШ.

Загалом проведене дослідження підтвердило, що інтегрований підхід є ефективним засобом модернізації сучасної освіти, який дозволяє формувати універсальні компетентності, мислення високого рівня, здатність учнів до аналізу складних систем і явищ. У поєднанні з інноваційними педагогічними технологіями інтеграція математики та фізики відкриває нові можливості для підвищення якості навчання, його практичної спрямованості та відповідності потребам сучасного суспільства.

Перспективи подальших досліджень

Перспективними напрямками розвитку теми є:

- створення розширених моделей інтегрованих курсів у профільній школі;
- застосування цифрових технологій та віртуальних лабораторій у інтегрованому навчанні;
- розробка діагностичних інструментів для оцінювання рівня сформованості міжпредметних компетентностей;

- дослідження впливу інтеграції на результати міжнародних оцінювань (PISA, TIMSS);
- формування методики підготовки вчителя до інтеграційних практик у педагогічних університетах.

Таким чином, інтегроване навчання математики та фізики є перспективною педагогічною стратегією, що сприяє формуванню цілісного наукового світогляду учнів, розвитку ключових компетентностей і забезпечує умови для сучасної та якісної освіти.

Декларація використання ГШІ (GAIDeT)

Розкриття факту делегування завдань генеративному ШІ

Автори заявляють про використання генеративного ШІ у процесі дослідження та підготовки рукопису. Відповідно до таксономії GAIDeT (2025), наведені нижче завдання були делеговані інструментам генеративного ШІ за повного людського нагляду:

- Визначення мети дослідження
- Пошук і систематизація літератури
- Вичитування та редагування
- Переклад
- Реформатування

Використаний інструмент генеративного ШІ: chatgpt-5.

Повну відповідальність за фінальний рукопис несуть автори.

Інструменти генеративного ШІ не зазначаються як автори та не несуть відповідальності за кінцеві результати.

Декларацію подав(ла): Грибняк Юрій

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

Державні стандарти, програми, офіційні документи

1. Державний стандарт базової середньої освіти: затв. наказом МОН України від 30.09.2020 р. № 898. Київ: МОН України, 2020.
2. Концепція «Нова українська школа». Київ: МОН України, 2016.
3. Типові освітні програми закладів загальної середньої освіти (5–9 класи). Київ: МОН України.
4. Навчальна програма з фізики для закладів загальної середньої освіти (оновлена). Київ: МОН України.
5. Навчальна програма з математики (алгебра, геометрія) для 5–11 класів. Київ: МОН України.
6. Професійний стандарт «Учитель закладу загальної середньої освіти». Київ: МОН України, 2020.

Психолого-педагогічні праці з інтеграції освіти

7. Бугайов О. І. *Міжпредметні зв'язки у навчанні*. Київ: Радянська школа, 1983.

8. Гончаренко С. У. *Педагогічні технології та міжпредметна інтеграція*. Київ, 1997.
9. Донченко М. Т. *Інтегративний підхід до навчання природничих дисциплін*. Київ, 2010.
10. Калапуша Л. Р. *Інтеграція змісту природничо-математичної освіти: теорія і практика*. Київ: Педагогічна думка, 2018.

Методика викладання фізики та математики

11. Бевз В. Г., Бевз Г. П. *Методика навчання математики*. Київ: Знання, 2012.
12. Дік Ю. М. *Міжпредметні зв'язки фізики та математики в старшій школі*. Київ, 2008.
13. Красунька О. Л. Інтеграція фізики і математики у процесі розв'язування задач // *Наукові записки РДГУ*. 2017.

Наукові статті з проблеми міжпредметної інтеграції

14. Ляшенко О. І. Міжпредметна інтеграція як педагогічна технологія. *Педагогіка і психологія*. 2015.
15. Слободянюк О. В. Інтеграція природничих дисциплін у контексті STEM-освіти. *Фізико-математична освіта*. 2019.
16. Руденко Л. В. Застосування математичних моделей у навчанні фізики. *Науковий часопис НПУ*. 2018.
17. Школьник І. Інтегративні підходи до викладання фізики та математики. *Освіта і розвиток обдарованої особистості*. 2020.
18. Тарасов Л. В. *Інтегровано-гуманітарний підхід у навчанні*. 1995.

Електронні ресурси

19. Електронна бібліотека МОН України. *Офіційний сайт МОН України*.
Режим доступу: <https://mon.gov.ua>
20. Google Scholar: база наукових статей. Режим доступу :
<https://scholar.google.com>

21. ResearchGate: наукова соціальна платформа. Режим доступу : <https://www.researchgate.net>
22. Платформа «НУШ». Режим доступу: <https://nus.org.ua>
23. Платформа EdEra. Матеріали з інтегрованого навчання та STEM. Режим доступу: <https://www.ed-era.com>

Додаткові джерела

24. Планк М. *Вибіркові праці*: Наука, 1975.