

Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка

Фізико-математичний факультет

Кафедра математики, фізики та методик їх навчання

Сюй Ціфа

ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДИ У НАВЧАННІ ФІЗИКИ

Спеціальність 014 Середня освіта (Фізика та астрономія)

Галузь знань: 01 Освіта/Педагогіка

Кваліфікаційна робота
на здобуття освітнього ступеню магістр

Науковий керівник

_____ Д.І. Салтиков

доктор філософії (природничі науки),

ст. викладач кафедри математики,

фізики та методик їх навчання

«___» _____ 2025 року

Виконавець

_____ Ціфа Сюй

«___» _____ 2025 року

Суми 2025

ЗМІСТ

	стор.
ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДІВ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ФІЗИКИ	6
1.1. Сутність та класифікація фундаментальних дослідів у фізиці.....	6
1.2. Історичний розвиток фундаментальних експериментів: від класичних до сучасних.....	8
1.3. Дидактична функція експерименту в навчанні фізики.....	11
1.4. Класифікація фізичних експериментів у навчанні фізики.....	13
1.5. Методологічні аспекти формування наукового світогляду на основі фундаментальних дослідів.....	16
Висновки до розділу 1.....	18
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ВПРОВАДЖЕННЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДІВ У НАВЧАННЯ ФІЗИКИ СТАРШОКЛАСНИКІВ	20
2.1. Принципи добору змісту і методів подання фундаментальних дослідів у старшій школі.....	20
2.2. Програми і підручники фізики старшої школи: потенціал для використання фундаментальних дослідів.....	23
2.3. Використання мультимедійних засобів і віртуальних симуляцій для візуалізації складних дослідів.....	29
2.4. Вимоги до підготовки вчителя щодо реалізації теоретичного потенціалу експерименту.....	32
Висновки до розділу 2.....	34
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАННЯ ОПТИКИ НА ОСНОВІ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДІВ	37
3.1. Принципи добору змісту і методів подання фундаментальних дослідів з оптики.....	37
3.2. Методика використання фундаментальних дослідів при вивченні теми «Оптика».....	38
3.3. Розробка системи уроків з теми «Оптика» з використанням фундаментальних дослідів.....	40
3.4. Дослідження впливу використання фундаментальних дослідів на зацікавленість учнів.....	42
3.5. Опитувальник для учнів 11 класу.....	43
Висновки до розділу 3.....	44
ВИСНОВКИ	47
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	49

ВСТУП

Сучасна система загальної середньої освіти орієнтована на формування компетентнісної особистості, здатної застосовувати наукові знання у практичних ситуаціях, критично мислити та здійснювати дослідницьку діяльність. У курсі фізики провідним засобом реалізації цих завдань є навчальний експеримент, який забезпечує поєднання теоретичного мислення з практичною діяльністю та дає можливість учням самостійно відкривати закономірності природи. Особливе місце серед різноманітних видів експериментів посідають фундаментальні дослідження, що становлять основу фізичної науки та слугують методологічним підґрунтям для формування наукового світогляду здобувачів освіти[1].

Шкільний курс фізики, згідно з вимогами Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти, має забезпечувати розвиток дослідницьких умінь, формування природничо-наукової компетентності та розуміння фундаментальних принципів побудови фізичної картини світу. Однак, аналіз освітньої практики свідчить про те, що фундаментальні дослідження недостатньо системно інтегровані в освітній процес. У багатьох випадках вони подаються фрагментарно, без належної методичної підтримки або замінюються демонстраціями, що спрощують сутність явищ. Це знижує рівень усвідомленого засвоєння основоположних фізичних законів і обмежує можливості розвитку дослідницьких навичок учнів.

Актуальність теми дослідження зумовлена необхідністю оновлення методики навчання фізики старшокласників відповідно до сучасних наукових досягнень, дидактичних підходів та цифрових технологій. Використання фундаментальних дослідів відкриває широкі можливості для реалізації діяльнісного підходу, упровадження STEM-компонентів, розвитку критичного мислення та підвищення мотивації учнів до вивчення фізики. Особливо значущими ці аспекти стають під час вивчення розділу «Оптика», у якому провідну роль відіграють експериментальні методи пізнання.

Об'єкт дослідження – процес навчання фізики в закладах загальної середньої освіти.

Предмет дослідження – методичні засади використання фундаментальних дослідів у навчанні фізики старшокласників (на прикладі теми «Оптика»).

Мета дослідження – теоретично обґрунтувати та показати методику використання фундаментальних дослідів у навчанні фізики на прикладі вивчення розділу оптика в 11 класі, визначити їх вплив на зацікавленість та пізнавальну активність учнів.

Для досягнення поставленої мети передбачено виконання таких **завдань**:

1. Проаналізувати сутність, класифікацію та історичний розвиток фундаментальних дослідів у фізиці.
2. Дослідити дидактичні функції навчального експерименту та визначити його місце у формуванні наукового світогляду учнів.
3. Оцінити змістове й методичне забезпечення шкільного курсу фізики старшої школи щодо потенціалу використання фундаментальних дослідів.
4. Визначити можливості застосування мультимедійних технологій та віртуальних симуляцій у процесі візуалізації фундаментальних експериментів.
5. Розробити методику використання фундаментальних дослідів на уроках з теми «Оптика» та створити систему уроків.
6. Провести педагогічне дослідження щодо впливу використання фундаментальних дослідів на зацікавленість та пізнавальну активність учнів старшої школи.

Методи дослідження: аналіз і узагальнення психолого-педагогічної та методичної літератури; порівняльний аналіз навчальних програм і підручників; педагогічне моделювання; спостереження; анкетування; педагогічний експеримент; статистична обробка результатів.

Наукова новизна роботи полягає в уточненні дидактичного потенціалу фундаментальних дослідів у навчанні фізики, обґрунтуванні методологічних

засад їх використання у старшій школі та розробці системи уроків з теми «Оптика», що інтегрує традиційні та сучасні експериментальні засоби (мультимедійні симуляції, відеодосліди, цифрові вимірювання).

Практичне значення отриманих результатів полягає у створенні методичних рекомендацій щодо впровадження фундаментальних дослідів у освітній процес, які можуть бути використані вчителями фізики, авторами освітніх ресурсів та педагогами-практиками. Розроблена система уроків може слугувати готовим інструментарієм для підвищення ефективності вивчення розділу «Оптика».

Апробація результатів. Основні положення та результати дослідження були представлені для обговорення на XI Всеукраїнській науково-практичній конференції з міжнародною участю «Сучасні проблеми експериментальної, теоретичної фізики та методики навчання фізики» (2025), VI Всеукраїнській науково-методичній інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «ІТМ*плюс-2025 Форум молодих дослідників» (2025).

Публікації. Основні результати дослідження опубліковані в збірнику матеріалів X Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «Сучасні проблеми експериментальної, теоретичної фізики та методики навчання фізики» (14-16 квітня 2025 року) та збірнику матеріалів VI Всеукраїнської науково-методичної інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «ІТМ*плюс-2025 Форум молодих дослідників» (28 листопада 2025 року).

Структура магістерської роботи відповідає логіці дослідження та складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДІВ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ФІЗИКИ

1.1. Сутність та класифікація фундаментальних дослідів у фізиці

Фундаментальні дослідів у фізиці — це експерименти, результати яких стали підґрунтям для відкриття або підтвердження основних фізичних законів, принципів і теорій. Вони є опорними точками в історії розвитку фізичної науки, оскільки саме через експеримент людство переходило від спостереження явищ до розуміння глибинних закономірностей природи.

Сутність фундаментального дослідів полягає не лише в демонстрації певного фізичного ефекту, а у здатності експерименту стати відправною точкою для теоретичного узагальнення, зміни або уточнення наукових уявлень про світ. Такі дослідів мають методологічне та світоглядне значення: вони показують, як наука рухається від емпіричного спостереження до формування нової парадигми. Наприклад, дослідів Галілея з вивчення вільного падіння тіл поклали початок сучасній механіці, а експеримент Майкельсона–Морлі став підґрунтям для формування спеціальної теорії відносності Ейнштейна.

Фундаментальні експерименти відіграють особливу роль і в навчанні фізики, оскільки вони сприяють формуванню наукового мислення учнів. Демонстрація подібних дослідів у шкільному курсі дозволяє поєднати історичний, теоретичний і практичний аспекти навчання, показуючи, як формувалася наука через дослідів, спостереження і логічний аналіз результатів

Класифікацію фундаментальних дослідів можна здійснити за кількома ознаками[2]. Ось декілька підходів.

1. За розділом фізики

- Механіка. Дослідів Галілея з падіння тіл, експерименти Ньютона з обертальним рухом, маятником та інерцією стали основою класичної механіки.

- Електрика і магнетизм. Досліди Ерстеда (вплив електричного струму на магнітну стрілку) та Ампера (взаємодія струмів) відкрили шлях до електродинаміки.

- Оптика. Класичними фундаментальними є досліди Юнга з інтерференції світла, Френеля з дифракції, Фуко зі швидкості світла у воді, які довели хвильову природу світла.

- Термодинаміка. Досліди Джоуля, Майєра, Клапейрона підтвердили закон збереження енергії та взаємозв'язок між теплотою і роботою.

- Атомна і ядерна фізика. Дослід Резерфорда з розсіювання α -частинок дозволив відкрити ядрову модель атома, а експерименти Франка і Герца підтвердили квантування енергії електронів.

- Квантова фізика. Досліди Комптона, Стрнґа і Девіссона–Гермера стали фундаментом для розвитку хвильово-корпускулярного дуалізму та квантової механіки.

2. За призначенням експерименту

- Підтверджувальні досліди — емпірично перевіряють існуючу теорію (наприклад, перевірка закону всесвітнього тяжіння Кавендішем).

- Відкривальні досліди — виявляють нові закономірності або явища, що раніше не були описані (наприклад, відкриття фотоефекту Герцем).

- Спростовувальні досліди — ставлять під сумнів або коригують усталені наукові уявлення (наприклад, дослід Майкельсона–Морлі, що спростував існування ефіру).

3. За типом реалізації

- Реальні фізичні експерименти. Це лабораторні або польові досліди, які можна відтворити на практиці.

- Мисленні експерименти. Їх використовували Ейнштейн, Шредінгер, Галілей для аналізу гіпотетичних ситуацій, що допомагали зрозуміти глибинний зміст фізичних законів.

- Віртуальні або чисельні моделі. Сучасна наука активно застосовує комп'ютерні симуляції, що дозволяють моделювати процеси, недоступні для

прямого експерименту (наприклад, поведінку частинок у прискорювачах або умови раннього Всесвіту).

У шкільному курсі фізики особливу увагу слід приділяти фундаментальним дослідом із високою дидактичною цінністю, тобто таким, які не лише демонструють закон, а й стимулюють пізнавальний інтерес, допомагають учням зрозуміти логіку наукового пошуку. Наприклад, дослід Торрічеллі про існування атмосферного тиску чи експеримент Ерстеда можна провести у спрощеній формі в шкільних умовах, що робить їх доступними для старшокласників.

Педагогічна цінність фундаментальних дослідів полягає також у розвитку критичного та наукового мислення, вміння робити висновки на основі спостережень і даних, формуванні уявлень про роль експерименту в науці. Використання історичних прикладів дає змогу поєднати навчання фізики з історією науки, філософією та світоглядом учнів.

Демонстрація фундаментальних дослідів у навчанні сприяє формуванню не лише знань, а й наукової культури майбутнього вчителя, адже експеримент у фізиці — це не лише метод перевірки, а й спосіб мислення.

Отже, фундаментальні дослід у фізиці — це своєрідні «віхи» розвитку науки, що мають не лише наукову, а й дидактичну цінність. Їх осмислення в навчальному процесі формує у студентів та учнів цілісне бачення фізичної картини світу, розуміння методів пізнання природи і значення експерименту в розвитку науки.

1.2. Історичний розвиток фундаментальних експериментів: від класичних до сучасних

Історія розвитку фізики невіддільна від еволюції експериментального методу. Ще в античності Арістотель (384–322 рр. до н.е.) намагався пояснити природні явища, спираючись на спостереження та логічні міркування, однак його підхід не передбачав перевірки гіпотез за допомогою дослідів. Лише з епохи Відродження та на початку Нового часу формується експериментальна

фізика у сучасному розумінні цього слова. Значний внесок у становлення наукового методу зробив Галілео Галілей (1564–1642), який вперше поєднав спостереження, експеримент і математичний аналіз. Його дослід з падінням тіл на похилій площині, вимірюванням прискорення та руху маятника стали не лише основою класичної механіки, а й прикладом фундаментальних експериментів, що розкривали універсальні закономірності природи.

Період XVII–XVIII століть позначився активним становленням експериментальної науки. У цей час проводяться класичні дослід, які сьогодні розглядають як фундаментальні — ті, що дали початок цілим розділам фізики. Ісаак Ньютон (1643–1727) не лише сформулював закони механіки та всесвітнього тяжіння, а й здійснив серію оптичних експериментів із розкладання білого світла в спектр, що підтвердило хвильову природу кольору. У галузі електрики важливу роль відіграли Бенджамін Франклін (1706–1790), який дослідив природу електричних розрядів, і Шарль Кулон (1736–1806), котрий експериментально встановив закон взаємодії електричних зарядів за допомогою крутильних терезів[3].

У термодинаміці визначальними стали дослід Роберта Бойля (1627–1691) та Джеймса Джоуля (1818–1889), які довели зв'язок між теплом і механічною роботою. Експеримент Джоуля з обертанням лопатей у воді став одним із перших кількісних підтверджень закону збереження енергії. Усі ці дослід відзначаються простотою побудови, наочністю та глибоким змістом, тому їх адаптація для навчального процесу є надзвичайно цінною для розвитку експериментального мислення учнів.

XIX століття стало «золотою епохою» експериментальної фізики. Саме тоді було здійснено низку дослідів, що підтвердили хвильову природу світла та взаємозв'язок електрики й магнетизму. Томас Юнг у 1801 році продемонстрував інтерференцію світла, що стало переконливим доказом хвильової теорії. Огюстен Френель і Йозеф Фраунгофер розвинули ці ідеї, створивши основи фізичної оптики. Водночас Майкл Фарадей відкрив явище електромагнітної індукції, а Генріх Герц у 1887 році експериментально

підтвердив існування електромагнітних хвиль, передбачених Джеймсом Клерком Максвеллом теоретично.

Такі експерименти не лише розширили межі наукових знань, але й показали, що фундаментальні досліді є інструментом перевірки й уточнення теоретичних побудов. Вони навчили науковців і педагогів важливому принципу: істинність будь-якої фізичної гіпотези перевіряється лише експериментом.

У XX столітті фізика вступила в нову еру — еру квантових і релятивістських відкриттів. Фундаментальні експерименти цього періоду змінили уявлення про природу матерії та енергії. Фотоелектричний ефект, досліджений Альбертом Ейнштейном у 1905 році, довів корпускулярні властивості світла. Експеримент Комптона (1923) підтвердив існування квантів енергії, а досліді Резерфорда (1911) з розсіяння α -частинок на золотій фользі заклали основи сучасної ядерної фізики. Важливими стали експерименти Франка і Герца (1914), які довели квантування енергетичних рівнів атома, а також інтерференційні досліді з електронами, що показали їхню хвильову природу[4].

Після середини XX століття фізика стала наукою великих установок. Досліді, які колись проводилися на лабораторному столі, перетворилися на проекти міжнародного масштабу. Створення прискорювачів частинок, таких як Великий адронний колайдер (CERN), дозволило експериментально підтвердити існування бозона Гігса у 2012 році. Іншим визначним досягненням сучасної експериментальної фізики стало виявлення гравітаційних хвиль у 2015 році в обсерваторії LIGO, що підтвердило передбачення загальної теорії відносності.

Попри надзвичайну складність сучасних досліджень, принципи, що лежать в їх основі, можуть бути відтворені у навчальному процесі через моделювання, шкільні експерименти та комп'ютерні симуляції. Наприклад, демонстрації інтерференції хвиль на воді чи моделювання фотоелектричного ефекту дозволяють старшокласникам досягнути суті квантових явищ. Такі

спрощені версії фундаментальних експериментів не лише сприяють кращому засвоєнню матеріалу, а й формують у здобувачів освіти розуміння ролі експерименту як головного критерію істини у науці.

Отже, історичний розвиток фундаментальних дослідів — це не просто послідовність технічних відкриттів, а еволюція методів пізнання природи. Від простих спостережень до складних міжнародних експериментів — кожен етап демонструє, як науковий експеримент став основою не лише відкриттів, а й формування світогляду людини. Для сучасного викладання фізики важливо не лише ознайомити учнів із результатами цих дослідів, а й показати логіку їх постановки, методику вимірювання та значення для розуміння законів природи.

1.3. Дидактична функція експерименту в навчанні фізики

Експеримент є центральним елементом методики навчання фізики, адже саме через практичне дослідження учні отримують безпосереднє уявлення про фізичні явища, закономірності та способи наукового пізнання. Як зазначає О. М. Федчишина[5], фізичний експеримент у навчальному процесі не лише є джерелом знань, а й виступає інструментом розвитку логічного, критичного та творчого мислення школярів.

У процесі виконання експериментів учні залучають різні види діяльності: спостереження, вимірювання, аналіз, узагальнення. Це активізує різні канали сприйняття інформації — зоровий, слуховий, моторний, що значно підвищує ефективність засвоєння навчального матеріалу. Експериментальна діяльність формує в учнів не лише знання, а й уміння застосовувати їх у нових ситуаціях, що є ключовою компетентністю сучасної освіти.

З дидактичної точки зору експеримент виконує кілька важливих функцій:

- Ілюстративна функція — полягає у демонстрації фізичних явищ і законів. Наприклад, показ досліду Торрічеллі або явища індукції Фарадея

допомагає учням безпосередньо побачити дію фізичних закономірностей, які описуються теоретично.

- Евристична функція — спрямована на спонукання учнів до самостійного відкриття закономірностей. Експеримент може виконуватись частково-пошуковим методом, коли учень формулює гіпотези, перевіряє їх та робить висновки.

- Контрольно-діагностична функція — забезпечує перевірку гіпотез, аналіз результатів, виявлення рівня сформованості експериментальних умінь. У ході практичних і лабораторних робіт учень вчиться співставляти результати вимірювань із теоретичними прогнозами.

- Мотиваційна функція — полягає у викликанні пізнавального інтересу. Самостійне виконання навіть простих експериментів створює ситуацію успіху, що стимулює інтерес до подальшого вивчення фізики.

- Розвивальна функція — експеримент сприяє розвитку наукового стилю мислення, критичності, допитливості, аналітичних умінь. Дослідницька діяльність учнів формує культуру наукового мислення, виховує відповідальність і точність.

Особливу роль у навчанні відіграють фундаментальні дослідження, оскільки вони допомагають учням зрозуміти сутність базових фізичних законів і принципів — причинно-наслідкові зв'язки, ідею моделювання, взаємозалежність теорії та практики. Навіть якщо дослідження не можуть бути проведені безпосередньо у шкільному кабінеті, використання їх описів, схем, відеодемонстрацій чи віртуальних симуляцій забезпечує глибоке розуміння фізичних процесів.

Таким чином, дидактична функція експерименту полягає не лише у підтвердженні теоретичних знань, а й у розвитку пізнавальної активності, самостійності мислення та формуванні наукового світогляду. Фундаментальні експерименти, будучи опорою сучасного курсу фізики, сприяють цілісному розумінню природи. Фундаментальні дослідження особливо важливі для розуміння сутнісних ідей фізики: причинно-наслідкових зв'язків, моделювання,

взаємозалежності теорії та практики. Навіть у теоретичній формі (аналіз схеми, відео, опис ходу) вони сприяють розвитку мислення в учнів.

1.4. Класифікація фізичних експериментів у навчанні фізики

Фізичний експеримент у навчальному процесі є багатограним явищем, яке виконує пізнавальну, виховну й розвивальну функції. Його ефективність залежить не лише від методики проведення, а й від цільового призначення, змісту та форми організації[6]. Саме тому важливо розробити науково обґрунтовану класифікацію фізичних експериментів, яка дозволяє педагогові свідомо обирати тип досліду відповідно до етапу навчання, рівня підготовки учнів і дидактичних завдань.

У методиці навчання фізики існують різні підходи до класифікації експериментів (рис. 1). Найчастіше виділяють такі основні критерії:

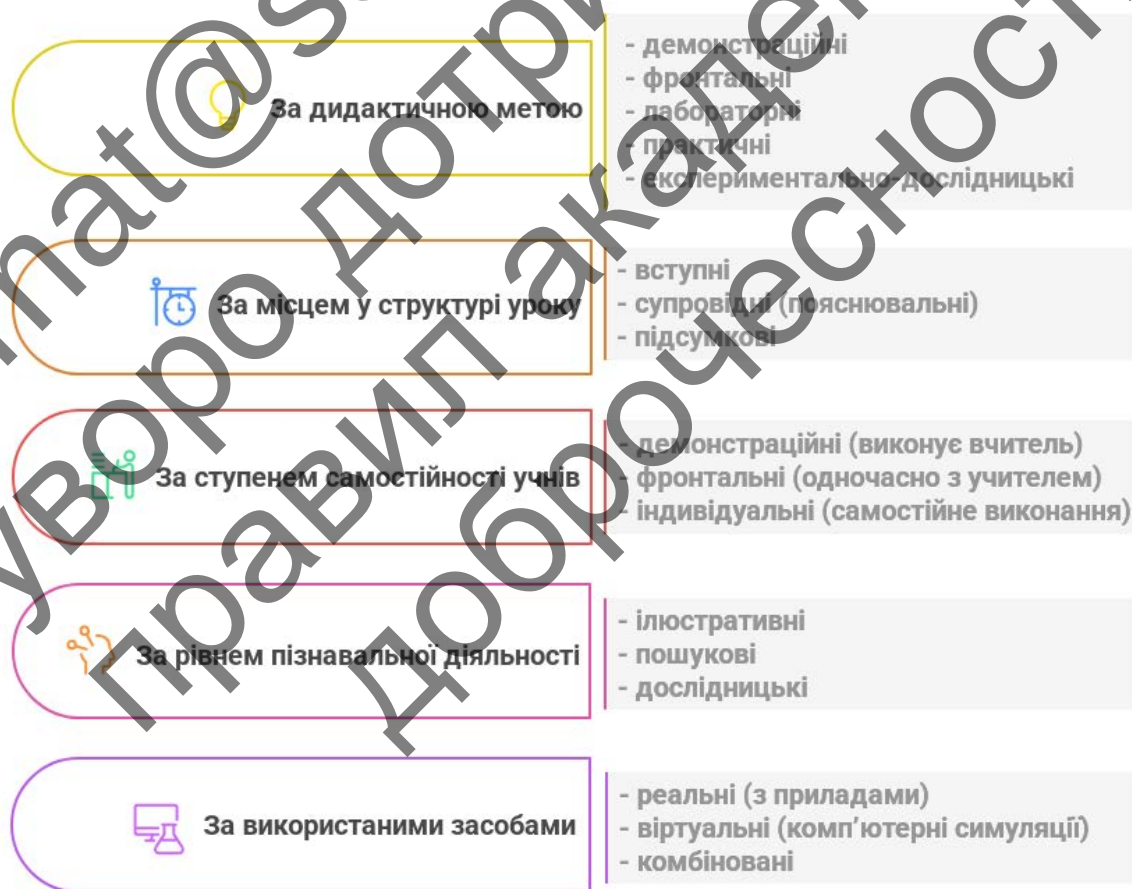


Рис.1. Класифікація експериментів.

Ми поділяємо такий підхід та стверджуємо, що класифікація експериментів повинна відображати їхню педагогічну функцію у процесі навчання, а не лише технічні характеристики.

Демонстраційний експеримент. Це найпоширеніший тип навчального експерименту, що проводиться вчителем перед класом з метою наочного пояснення явища або закону. Демонстраційний дослід створює уявлення про фізичний процес і забезпечує емоційне залучення учнів. Його особливістю є лаконічність, наочність і чітка логіка постановки. Демонстраційні експерименти — це «зорові моделі фізичних законів», що формують у свідомості учнів зв'язок між теоретичним формулюванням і реальним спостереженням.

Дидактична ефективність демонстраційного експерименту залежить від умінь вчителя поставити проблему, спонукати учнів до передбачення результату, а після проведення — обговорити отримані дані. Саме тоді експеримент виконує не лише ілюстративну, а й евристичну функцію, сприяючи розвитку аналітичного мислення.

Лабораторний експеримент. Лабораторні роботи — це форма самостійної діяльності учнів, спрямована на закріплення знань і формування експериментальних умінь. Учень виступає не пасивним спостерігачем, а активним учасником процесу дослідження. Лабораторна робота є основним засобом розвитку навичок вимірювання, планування експерименту та обробки результатів.

Важливою особливістю лабораторних занять є їх дослідницький характер: учень повинен спостерігати, порівнювати, робити висновки, визначати похибки вимірювань. У сучасній школі лабораторні роботи набувають нових форм завдяки цифровим датчикам, мікроконтролерам (Arduino, Pasco) та віртуальним лабораторіям, що дозволяють проводити експерименти у змішаному або дистанційному форматі.

Практичний і фронтальний експеримент. Практичні роботи спрямовані на застосування знань у стандартних ситуаціях: визначення

густини, сили струму, періоду коливань тощо. Вони формують у школярів уміння діяти за інструкцією, правильно користуватись приладами та розвивають технічне мислення. Фронтальний експеримент виконується всіма учнями одночасно за єдиною методикою — під контролем учителя. Така форма особливо ефективна на етапі формування базових навичок.

Дослідницький (пошуковий) експеримент. Цей тип експерименту має найбільший розвивальний потенціал, адже передбачає виконання завдань творчого характеру. Учні самостійно висувують гіпотезу, добирають обладнання, планують хід роботи та аналізують результати. Саме через дослідницьку діяльність формується науковий стиль мислення та елементи критичного мислення — уміння перевіряти припущення, бачити суперечності, аргументувати висновки.

Дослідницькі експерименти можуть бути як міні-проектами, так і елементами МАНівської роботи. У такій формі експеримент стає не лише засобом навчання, а й інструментом розвитку наукової компетентності учнів, що відповідає сучасним вимогам НУШ і концепції STEM/STEAM-освіти.

Особливу групу становлять фундаментальні експерименти, які відтворюють або моделюють ключові фізичні явища — падіння тіл, електромагнітна індукція, фотоелектричний ефект, дифракція світла тощо. Їх можна включати до будь-якої з наведених форм: вони можуть бути демонстраційними, лабораторними або дослідницькими, залежно від мети уроку. Головна їхня особливість — універсальність і глибина змісту, адже вони відображають базові закони природи й формують уявлення про методологію фізики.

Сучасна методика фізики розширює традиційну класифікацію за рахунок цифрового експерименту — діяльності, пов'язаної з використанням датчиків, цифрових лабораторій, онлайн-симуляторів. Такі інструменти, як *PhET Interactive Simulations* (Університет Колорадо), *Crocodile Physics*, *Algodoo*, дозволяють учням експериментувати в безпечному середовищі, змінювати параметри явищ і спостерігати результати в реальному часі.

Дослідники (зокрема, А.Н. Петриця [7], Г.В. Войтків [8]) відзначають, що цифровий експеримент не замінює реальний, а доповнює його, створюючи нові можливості для інтерактивного навчання та формування дослідницької компетентності.

Отже, класифікація фізичних експериментів відображає структуру навчально-пізнавальної діяльності учнів. Кожен тип дослідів має своє місце в системі навчання: демонстраційний — забезпечує наочність і мотивацію, лабораторний — формує практичні вміння, дослідницький — розвиває творче мислення. Сучасні тенденції розвитку освіти вимагають інтеграції класичних і цифрових форм експерименту, що забезпечує більш повне розкриття дидактичного потенціалу фізики як науки.

1.5. Методологічні аспекти формування наукового світогляду на основі фундаментальних дослідів

Формування наукового світогляду є одним із головних завдань навчання фізики в старшій школі. Воно передбачає розвиток у здобувачів освіти системного, критичного та доказового мислення, здатності пояснювати природні явища на основі наукових законів і принципів. Фізика є тією дисципліною, що формує "каркас" наукового бачення світу, вчить мислити логічно та експериментально[9].

У цьому контексті фундаментальні дослідів відіграють методологічно визначальну роль. Вони не лише ілюструють ключові фізичні закономірності, а й демонструють сам спосіб наукового пізнання — шлях від спостереження до висновку, від гіпотези до теорії. Саме через аналіз класичних дослідів учні засвоюють уявлення про науковий метод як універсальний спосіб здобуття знань.

Слід указати на методологічні особливості використання фундаментальних дослідів для формування світогляду. Акцентуємо увагу на такому.

1. Доказовість та експериментальна перевірка. Учні усвідомлюють, що наукові істини не є догмами — вони підтверджуються дослідом. Класичні експерименти Галілея, Ньютона, Резерфорда, Юнга, а також сучасні досліди, як-от спостереження гравітаційних хвиль (LIGO), демонструють, що наука розвивається завдяки доказам, перевірці та уточненню теорій. Експеримент виступає «основою наукової достовірності» у навчанні фізики.

2. Роль спостереження і вимірювання. Систематичне спостереження та вимірювання параметрів дозволяє учням зрозуміти принципи об'єктивності наукових знань. Важливим є акцент на точності, повторюваності результатів, умінні усунути вплив суб'єктивних чинників. Такі навички є складовими наукової культури мислення, що формується через експериментальну діяльність.

3. Формування причинно-наслідкових зв'язків. Аналізуючи, як змінюється результат експерименту при варіюванні умов, учні навчаються виявляти закономірності, формулювати гіпотези та робити обґрунтовані висновки. Це сприяє розвитку системного мислення, усвідомленню того, що фізичні процеси взаємопов'язані.

4. Зв'язок з історією науки. Фундаментальні експерименти відображають етапи становлення наукового світогляду людства — від механістичних уявлень класичної фізики до квантово-релятивістської картини світу. Наприклад, досліди Фраунгофера та Герца підготували ґрунт для створення теорії електромагнітних хвиль Максвеллом, а фотоелектричний ефект відкрив шлях до розвитку квантової фізики. Ознайомлення учнів із цими прикладами розвиває розуміння еволюції наукового знання

5. Побудова гіпотез і моделей. Кожен експеримент передбачає висунення гіпотези, побудову моделі явища, перевірку її адекватності. Учні навчаються розуміти, що будь-яка теорія має межі застосування, а моделі — спрощене відображення реальності. Такий підхід формує критичне ставлення до наукової інформації, здатність оцінювати достовірність джерел і висновків.

Отже, використання фундаментальних дослідів у навчальному процесі сприяє не лише засвоєнню конкретних фізичних законів, а й формує у школярів науковий тип мислення, повагу до доказової аргументації, розуміння природи науки та її ролі в суспільному розвитку. Це є важливою умовою становлення осмисленого громадянства в технологічному світі, де наукові знання стають основою прийняття раціональних рішень.

Висновки до розділу 1

У першому розділі було здійснено теоретичний аналіз сутності, ролі та дидактичного значення фундаментальних дослідів у шкільному курсі фізики. Дослідження показало, що фундаментальні експерименти становлять основу розвитку фізики як науки, оскільки саме вони забезпечили формулювання ключових законів та принципів, які визначили подальший розвиток природознавства. У педагогічному аспекті фундаментальні досліді виступають важливим засобом формування наукового світогляду, розуміння природи фізичних явищ та розвитку мислення учнів.

Проаналізована класифікація фундаментальних дослідів дозволила виокремити їх змістові, історичні та методичні ознаки. Фундаментальний експеримент характеризується високою доказовою силою, відтворюваністю результатів і здатністю демонструвати базові закономірності природи у доступній для учнів формі. У роботі з'ясовано, що фундаментальні досліді можуть бути представлені як у класичному (натурному) вигляді, так і у вигляді моделювання — відеоекспериментів, комп'ютерних симуляцій та цифрових лабораторій.

Історичний аналіз розвитку фундаментальних експериментів показав, що становлення сучасної фізичної картини світу неможливе без таких дослідів, як експерименти Галілея, Ньютона, Юнга, Фарадея, Герца, Майкельсона, Резерфорда та інших. Включення їх у навчання забезпечує логічний зв'язок між розвитком науки і формуванням змісту фізичної освіти.

У роботі було визначено дидактичні функції навчального експерименту: ілюстративну, дослідницьку, евристичну, розвивальну та мотиваційну. Встановлено, що фундаментальні дослід найбільш повно реалізують усі ці функції, оскільки ознайомлюють учнів із способом наукового пізнання та забезпечують формування ключових компетентностей — уміння спостерігати, вимірювати, аналізувати, робити висновки.

Розглянута класифікація фізичних експериментів у навчанні фізики підтвердила, що фундаментальні дослід займають особливе місце серед демонстраційних, лабораторних та практичних робіт. Вони здатні слугувати опорою для побудови всієї системи шкільного експерименту, оскільки мають значний методологічний потенціал.

Узагальнення методологічних аспектів формування наукового світогляду дозволило зробити висновок, що саме фундаментальні експерименти є найефективнішим засобом демонстрації універсальності фізичних законів, надійності експериментального методу та зв'язку між теорією й практикою. Їх використання сприяє розвитку критичного мислення, цілісного сприйняття фізичних явищ та усвідомленню логіки наукового пізнання.

Отже, у першому розділі доведено, що фундаментальні дослід мають високу дидактичну, методологічну та світоглядну цінність і повинні стати невід'ємною складовою навчання фізики старшокласників. Теоретичні

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ВПРОВАДЖЕННЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДІВ У НАВЧАННЯ ФІЗИКИ СТАРШОКЛАСНИКІВ

2.1. Принципи добору змісту і методів подання фундаментальних дослідів у старшій школі

Ефективне викладання фізики в старшій школі вимагає науково обґрунтованого підходу до добору змісту навчального матеріалу, зокрема до вибору фундаментальних дослідів, які відіграють провідну роль у формуванні в учнів наукового світогляду, ключових фізичних понять і закономірностей. Фундаментальні досліди виступають не лише ілюстрацією певного фізичного закону, а й є засобом розвитку пізнавальної діяльності, критичного мислення та експериментальних умінь учнів. Їх правильний добір і методично виважене подання сприяють глибшому усвідомленню учнями логіки розвитку фізичної науки, зв'язку між спостереженням, експериментом і теорією.

Добір фундаментальних дослідів до навчального процесу має спиратися на систему принципів, які забезпечують науковість, цілісність і педагогічну ефективність змісту фізичної освіти. Серед основних принципів виокремлюють:

1. Принцип науковості – добір дослідів повинен ґрунтуватися на сучасному рівні розвитку фізичної науки, відображати достовірні закономірності природи, які мають фундаментальний характер і не суперечать сучасним науковим теоріям. Наприклад, досліди Ерстеда, Фарадея, Герца, Томсона, Міллікена чи Резерфорда демонструють етапи розвитку електродинаміки та атомної фізики й дозволяють простежити шлях від емпіричних фактів до створення наукових теорій.

2. Принцип системності та послідовності – досліди повинні логічно вписуватись у структуру навчальної програми, забезпечуючи поступовий розвиток понять. Важливо, щоб демонстрації створювали систему дослідних фактів, які разом утворюють цілісну модель фізичної картини світу.

3. Принцип доступності та наочності – рівень складності досліду має відповідати віковим особливостям учнів старшої школи. Учні повинні мати змогу зрозуміти не лише спостережуване явище, а й причинно-наслідкові зв'язки, що його зумовлюють. Використання відеоекспериментів, цифрових датчиків та комп'ютерного моделювання дозволяє зробити навіть складні фізичні процеси наочними та зрозумілими.

4. Принцип практичної значущості – фундаментальні дослідження мають показувати зв'язок фізичних законів із повсякденним життям, технікою, екологічними проблемами. Наприклад, демонстрація фотоелектричного ефекту може бути пов'язана з роботою сонячних батарей, що підсилює мотивацію учнів до вивчення теми.

5. Принцип історико-наукової обґрунтованості – доцільно включати ті дослідження, що мають визначальне значення для становлення наукових теорій. Історичний контекст дозволяє учням зрозуміти, як через експеримент людство пізнавало природу, як розвивалися наукові ідеї. Класичні приклади – дослідження Ньютона з розкладання світла, Юнга з інтерференції, Фуко з вимірювання швидкості світла, Кулона з вивчення електричних взаємодій.

6. Принцип світоглядної орієнтації – фундаментальні дослідження мають сприяти формуванню наукового способу мислення, переконань у пізнаваності природи, єдності матеріального світу, закономірності явищ. Через експеримент учні переконуються, що знання здобуваються на основі спостереження, вимірювання й логічного узагальнення, що є сутністю наукового методу.

Для забезпечення відповідності обраних дослідів зазначеним принципам доцільно використовувати низку критеріїв добору (рис.2.)

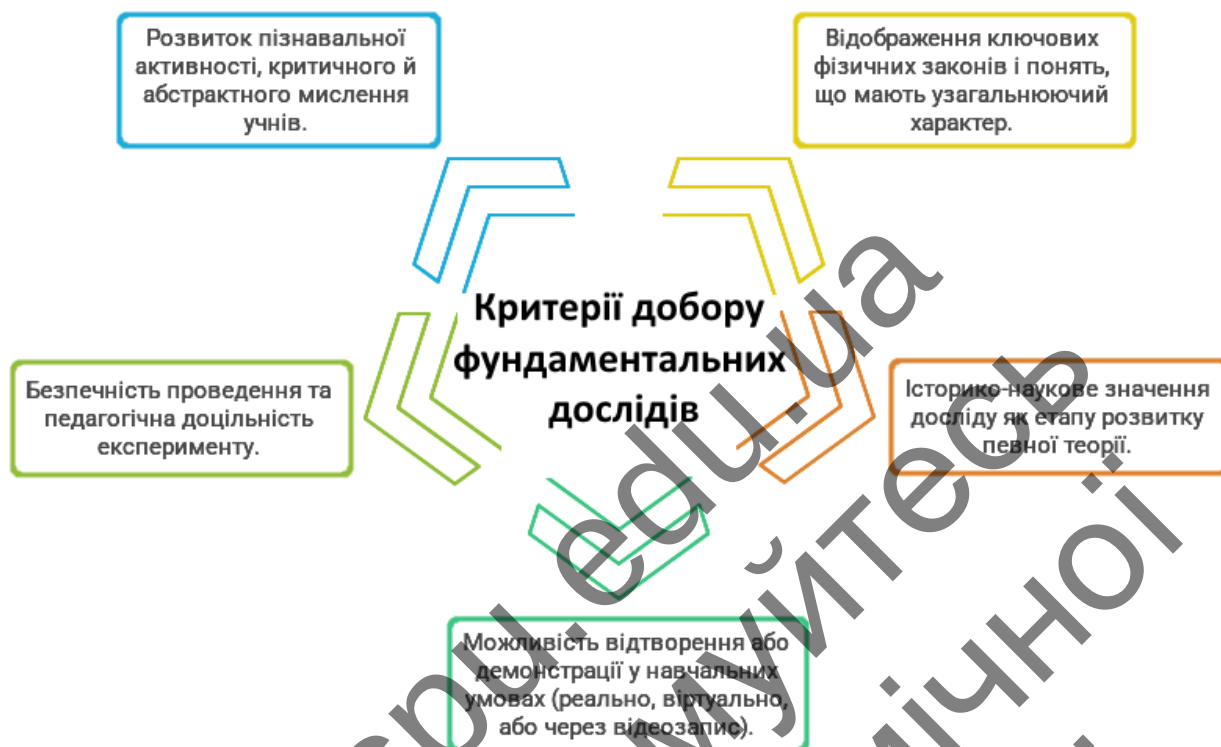


Рис. 2. Критерії добору фундаментальних дослідів

Методи подання фундаментальних дослідів залежать від цілей уроку, рівня підготовки учнів і наявного обладнання. У сучасній методиці навчання фізики застосовують такі підходи:

- Описовий метод, який полягає у поясненні суті дослідів з одночасним демонструванням його ходу. Доцільний для засвоєння базових законів і явищ.
- Проблемний метод – створення проблемної ситуації перед демонстрацією або після неї для стимулювання аналітичного мислення.
- Історичний підхід – розкриття значення дослідів через призму розвитку фізики як науки, формування уявлення про еволюцію наукових ідей.
- Індуктивно-дедуктивний підхід – використовується для встановлення зв'язку між окремими фактами і загальними законами.
- Дистанційні та цифрові методи подання – у разі відсутності лабораторного обладнання ефективними є віртуальні лабораторії, відеоексперименти, комп'ютерні симуляції, зокрема ресурси PhET Interactive

Simulations, YouTube-канали з фізичними експериментами, цифрові лабораторії Einstein Lab, Arduino [10].

У практиці старшої школи дедалі більшого значення набуває поєднання традиційних демонстраційних експериментів із цифровими технологіями, що не лише розширює можливості спостереження, а й забезпечує індивідуалізацію навчання. Учні можуть самостійно повторювати експеримент у віртуальному середовищі, аналізувати отримані результати, робити висновки, що сприяє формуванню дослідницьких компетентностей і наукового стилю мислення [11].

Отже, добір фундаментальних дослідів у старшій школі повинен бути методично виваженим і базуватися на сукупності принципів, що забезпечують науковість, системність, історичну та світоглядну значущість навчання фізики. Раціональне поєднання традиційних і цифрових форм подання дослідів сприяє не лише засвоєнню фізичних знань, а й розвитку в учнів умінь мислити логічно, критично, експериментувати, формувати власну наукову картину світу.

2.2. Програми і підручники фізики старшої школи: потенціал для використання фундаментальних дослідів

У чинних навчальних програмах з фізики для 10–11 класів, затверджених Міністерством освіти і науки України, особлива увага приділяється формуванню наукового світогляду, розвитку експериментальних умінь та дослідницьких компетентностей учнів. Зміст програм передбачає значну кількість тем, що можуть бути ефективно розкриті через фундаментальні дослідів, які історично стали основою формування фізичних законів.

Аналіз підручників (наприклад, авторів Бар'яхтара, Божинової, Коршака, Сиротюка) показує, що в них подано описи класичних експериментів Галілея, Ньютона, Ома, Юнга, Герца, Резерфорда, Планка, які, проте, часто обмежуються теоретичним розглядом або демонстраційними

дослідами вчителя [12]. Це свідчить про наявність значного, але недостатньо реалізованого потенціалу для залучення учнів до безпосереднього експериментування.

Фундаментальні дослідження сприяють глибшому розумінню фізичних законів, розвитку критичного мислення та формуванню уявлення про фізику як експериментальну науку. Тому важливо переорієнтувати навчальний процес із репродуктивного засвоєння фактів на активне експериментальне пізнання.

Розглянемо курс фізики для 10-11 класів (рівень стандарту) за програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В. М., за якою передбачено 3 години на тиждень, що дає загалом приблизно 105 годин за рік [13]. Навчальна програма визначає основну мету — формування в учнів цілісного уявлення про фізичну картину світу, розвиток наукового мислення, дослідницьких і експериментальних умінь. Особливу увагу приділено практичному аспекту навчання: проведенню демонстраційних і лабораторних робіт, а також використанню сучасних цифрових вимірювальних комплексів та віртуальних симуляцій.

Зміст програми побудований відповідно до логіки розвитку фізичної науки: від класичної механіки до сучасних квантових уявлень.

У таблиці 1 наведено приклади фундаментальних дослідів для тем механіки, електрики, оптики, квантової фізики з вказівкою на формат: демонстрація, лабораторна робота, віртуальна/симуляційна реалізація.

Таблиця 1

Приклади фундаментальних дослідів у різних розділах фізики

Розділ фізики	№	Фундаментальний дослід	Формат подання
Механіка	1	Дослід Г. Галілея з вільного падіння тіл на похилій площині – виявлення незалежності прискорення від маси.	демонстрація та лабораторна робота з похилою площиною, вимірювання прискорення.

Механіка	2	Дослід Р. Гука з вимірювання прискорення вільного падіння за допомогою маятника.	лабораторна робота, збір даних, аналіз залежностей
Механіка	3	Вивчення законів збереження імпульсу і енергії на прикладі зіткнень куль.	лабораторна робота (кульки на гладкій поверхні) та віртуальна симуляція для підсилення розуміння.
Електрика	4	Дослід Г. Ома – визначення залежності сили струму від напруги.	лабораторна робота з реостатом, амперметром, вольтметром.
Електрика	5	Дослід Х.К. Ерстеда з виявлення зв'язку між електричним струмом і магнітним полем.	демонстрація (струм у провіднику, магнітна стрілка) та лабораторна робота.
Електрика	6	Дослід Ш.О. Кулона по визначенню сили взаємодії між електричними зарядами.	лабораторна робота або віртуальна симуляція (у разі обмежень матеріальної бази).
Оптика	7	Дослід І. Ньютона по спостереженню інтерференції на клині. (Кільця Ньютона)	лабораторна робота (інтерференція тонких плівок) або комп'ютерна симуляція.
Оптика	8	Дослід Т. Юнга з двома щілинами – підтвердження хвильової природи світла.	лабораторна або демонстраційна робота + симуляція.
Оптика	9	Вивчення дисперсії світла за допомогою призми.	лабораторна робота з призмою, спектром,

			вимірювання кутів.
Квантова фізика	10	Дослід Г. Герца і Ф. Ленарда з вивчення фотоефекту.	демонстрація або відео-експеримент з обговоренням результатів.
Квантова фізика	11	Дослід Е. Резерфорда з відкриття атомного ядра.	відео-демонстрація та симуляція.
Квантова фізика	12	Дослід Й. Франка і Г. Герца з підтвердженням квантової природи енергії атомів.	віртуальна лабораторія та аналіз переходів з рівня на рівень

Реалізація таких дослідів у навчальному процесі дає змогу поєднати історичну основу, експериментальний підхід та теоретичне пояснення. При цьому важливо передбачати форму: демонстрація (учителем), лабораторна робота (учнями), віртуальна/симуляційна робота (у випадках обмеженої матеріальної бази).

Це дає підґрунтя для впровадження фундаментальних дослідів у процес навчання, які допомагають зробити теорію досвідченою і наочною. Приблизне календарне планування з акцентом на досліді подано в таблиці 2.

Таблиця 2

Приблизне календарно-тематичне планування з акцентом на фундаментальні досліді

№	Тема уроку / розділу	Вид досліді	Формат реалізації	Методичні коментарі
10 клас				
1	Вступ. Історія розвитку фізики.	Демонстрація дослідів Архімеда, Галілея	Відео/демонстрація	Підводити до розуміння ролі експерименту у науці.
2–5	Кінематика. Рівноприскорений рух.	Дослід Галілея похилою площиною	Лабораторна робота / симуляція PhET	Учні визначають прискорення руху тіл, порівнюють із теорією.

№	Тема уроку / розділу	Вид дослід	Формат реалізації	Методичні коментарі
6–9	Динаміка. Закони Ньютона.	Досліди інерцією, маятником, тертям	Демонстрація лабораторна	Формування уявлення про дію сил.
10–12	Закони збереження енергії та імпульсу	Зіткнення кульок, маятник Ньютона	Лабораторна робота	Аналіз збереження механічної енергії.
13–17	Механічні коливання і хвилі	Маятникові коливання, стоячі хвилі	Лабораторна відеодослід	Використання датчика руху або комп'ютерної моделі.
18–24	Молекулярна фізика	Дослід Броунівського руху, дослід Бойля–Маріотта	Віртуальна лабораторія реальний експеримент	Використання цифрових датчиків тиску, температури.
11 клас				
1–5	Електричне поле, електричний струм	Дослід Ома, Дослід Ерстеда	Лабораторна демонстрація	Вимірювання сили струму, напруги, побудова графіка I(U).
6–8	Магнітне поле	Досліди Ампера Ерстеда і	Демонстрація симуляція +	Виявлення дії магнітного поля на струм.
9–13	Електромагнітна індукція	Дослід Фарадея	Демонстрація віртуальний експеримент	Пояснення явища ЕРС індукції.
14–18	Електромагнітні хвилі	Дослід Герца	Відео/VR-симуляція	Підтвердження існування ЕМ-хвиль.
19–24	Оптика	Досліди Ньютона, Юнга, Френеля	Лабораторна віртуальна	Інтерференція, дифракція, дисперсія світла.
25–30	Квантова фізика	Досліди Герца–Ленарда, Резерфорда,	Віртуальні лабораторії відеодемонстрації	Аналіз квантових явищ, обговорення

№	Тема уроку / розділу	Вид досліду	Формат реалізації	Методичні коментарі
		Франка–Герца		значення відкриттів.

Ще раз акцентуємо увагу на форматі реалізації фундаментальних дослідів. Демонстраційні досліди учитель застосовує на етапах пояснення нового матеріалу або узагальнення. Вони забезпечують візуалізацію складних процесів (індукція, інтерференція, фотоефект). Лабораторні роботи проводяться для формування в учнів практичних умінь: вимірювання, аналіз похибок, побудова графіків, інтерпретація результатів. Наприклад:

- Вимірювання прискорення вільного падіння маятником;
- Дослідження залежності сили струму від напруги;
- Вивчення дисперсії світла.

Віртуальні та мультимедійні симуляції доцільно використовувати, якщо реальний дослід складний або небезпечний. Використовуються програми PhET Interactive Simulations, Crocodile Physics, Yenka Physics, Algodoo, EinblickLab. Наприклад:

- Модель досліду Юнга з двома щілинами;
- Віртуальний фотоефект;
- Моделювання досліду Резерфорда.

Можна виокремити методичні рекомендації щодо реалізації програми, а саме

1. Інтеграція історичного аспекту. Учитель має пояснювати значення кожного фундаментального досліду для розвитку науки, демонструючи зв'язок між експериментом і відкриттям закону.

2. Диференціація за рівнем підготовки. Для учнів з базовим рівнем — спрощені демонстрації, для мотивованих — самостійні вимірювання чи робота у віртуальній лабораторії.

3. Поєднання реального та цифрового експерименту. Оптимальним є використання обох форматів — наприклад, провести реальний дослід Ома й порівняти результати із симуляцією PhET.

4. Рефлексія після експерименту. Після кожного фундаментального дослідження учні мають обговорити спостережуване явище, сформулювати висновок і визначити, який фізичний закон підтверджено.

Таким чином, програма з фізики за редакцією В. М. Локтева має значний потенціал для впровадження фундаментальних дослідів у навчальний процес. Їх системне використання — у реальному, віртуальному чи комбінованому форматі — дозволяє перетворити вивчення фізики на активне дослідження природи, сприяє формуванню в учнів наукового світогляду, творчого мислення й сталого інтересу до предмета.

2.3. Використання мультимедійних засобів і віртуальних симуляцій для візуалізації складних дослідів

Сучасний етап розвитку освіти характеризується активним впровадженням інформаційно-комунікаційних технологій у навчальний процес [14]. У навчанні фізики ці технології відіграють особливо важливу роль, оскільки сприяють подоланню однієї з головних труднощів — неможливості безпосереднього спостереження за більшістю фізичних явищ. Використання мультимедійних засобів та віртуальних симуляцій дозволяє створити навчальне середовище, у якому учень може експериментувати, спостерігати, моделювати й аналізувати фізичні процеси без ризику, значних матеріальних витрат чи часових обмежень.

Однією з основних переваг мультимедійних технологій є можливість інтеграції різних видів наочності: графіки, відео, звуку, тривимірних моделей, анімації. Це дозволяє візуалізувати такі явища, які в реальних умовах залишаються недоступними для сприйняття — рух атомів і молекул, поширення електромагнітних хвиль, процеси у мікро- та макросвіті. Поєднання експерименту й мультимедійної візуалізації підсилює

пізнавальний інтерес учнів, стимулює їхню дослідницьку активність і сприяє глибшому осмисленню теоретичного матеріалу [15].

Серед програмних продуктів, які ефективно використовуються у шкільному курсі фізики, особливої уваги заслуговує PhET Interactive Simulations, розроблений Університетом Колорадо. Цей ресурс містить велику кількість інтерактивних моделей із механіки, електрики, оптики, квантової фізики, що дають змогу в реальному часі змінювати параметри досліду, спостерігати результати, робити вимірювання. Наприклад, у симуляції «Омів закон» учні можуть змінювати напругу і опір, спостерігаючи зміну сили струму, а також графічно аналізувати залежність $I(U)$. Такі моделі дозволяють учням активно включатися у процес пізнання, формувати причинно-наслідкові зв'язки та самостійно робити висновки [16].

Іншим популярним середовищем є Algodoo — програма для моделювання механічних процесів. Вона дозволяє створювати фізичні системи з реалістичними законами руху, сили тяжіння, тертя, пружності. Учні можуть проводити віртуальні експерименти з вільного падіння тіл, коливань маятника, зіткнень куль тощо, що робить процес навчання наближеним до реальної дослідницької діяльності. Подібні програмні засоби розвивають просторове мислення, уміння прогнозувати результати та перевіряти їх експериментально.

Крім симуляцій, у навчанні фізики дедалі активніше застосовуються мультимедійні презентації, інтерактивні відеолекції та навчальні фільми. Вони дозволяють демонструвати класичні експерименти (наприклад, досліди Герца, Резерфорда, Юнга) у високій якості з коментарями, уповільненими повтореннями, графічним аналізом процесів. Це особливо важливо під час вивчення складних тем, коли технічні або часові обмеження не дають змоги провести реальний експеримент. Використання відеодослідів у поєднанні з аналітичними завданнями дозволяє розвивати в учнів уміння працювати з експериментальними даними, робити висновки, оцінювати похибки.

В останні роки у навчанні фізики зростає інтерес до технологій доповненої (AR) та віртуальної реальності (VR). За їхньою допомогою учні можуть занурюватися у тривимірне навчальне середовище: спостерігати за траєкторіями руху частинок, «всередині» атома чи електромагнітного поля, бачити хвильові процеси у просторі. Такі технології сприяють формуванню стійких просторових уявлень і знижують абстрактність сприйняття складних понять. Застосування VR-симуляцій у навчанні фізики підвищує рівень засвоєння матеріалу на 20–25 %, а також стимулює інтерес до природничих наук [17].

Однак упровадження мультимедійних технологій не повинно замінювати реальний експеримент, а лише доповнювати його, коли це доцільно. Віртуальні симуляції особливо ефективні на етапах пояснення нового матеріалу та закріплення знань, але важливо поєднувати їх із реальними спостереженнями, практичними роботами й самостійним вимірюванням. Комп'ютерна модель має виконувати функцію інструмента пізнання, а не пасивного демонстраційного засобу.

Ефективність використання мультимедійних засобів у навчанні фізики залежить від педагогічної майстерності вчителя [18]. Викладач має вміти інтегрувати цифрові ресурси в структуру уроку, визначати дидактичну мету їхнього застосування, стимулювати учнів до самостійних досліджень. Важливо не просто показати симуляцію, а організувати обговорення, формулювання гіпотези, аналіз отриманих результатів. Такий підхід перетворює навчання на активний дослідницький процес, що розвиває наукове мислення, креативність і самостійність старшокласників.

Отже, мультимедійні засоби і віртуальні симуляції є потужним інструментом модернізації шкільного курсу фізики. Вони підвищують наочність, доступність і мотивацію до навчання, дозволяють розкрити експериментальну сутність фізичних законів навіть за умов обмеженої матеріально-технічної бази школи. Їх доцільне використання вимагає від

учителя високої інформаційної культури, методичної підготовки та розуміння педагогічних можливостей сучасних цифрових технологій.

2.4. Вимоги до підготовки вчителя щодо реалізації теоретичного потенціалу експерименту

Ефективне впровадження фундаментальних дослідів у навчальний процес із фізики безпосередньо залежить від рівня професійної підготовки вчителя [19]. Сучасний педагог має бути не лише носієм знань, а й організатором пізнавальної діяльності учнів, здатним створювати умови для їхньої дослідницької активності, розвивати навички наукового мислення, вміння спостерігати, вимірювати, аналізувати результати експериментів.

Зміст підготовки майбутнього вчителя фізики у закладах вищої освіти має включати три ключові компоненти: фаховий (предметний), методичний та інформаційно-технологічний. Фахова складова забезпечує ґрунтовне розуміння фізичних явищ, закономірностей і теоретичних моделей, без яких неможливе осмислене проведення експерименту. Методична складова формує вміння організовувати навчальний процес, добирати оптимальні методи і засоби навчання. Інформаційно-технологічна складова відповідає за готовність учителя застосовувати сучасні цифрові інструменти — мультимедійні демонстрації, віртуальні лабораторії, комп'ютерні вимірювальні комплекси, системи збору та аналізу експериментальних даних.

Педагог має володіти методикою організації навчального експерименту, яка передбачає:

- добір дослідів відповідно до навчальної теми, вікових особливостей та рівня підготовки учнів;
- володіння технікою безпеки під час проведення демонстраційних і фронтальних експериментів;
- уміння використовувати цифрові лабораторії, сенсорні вимірювальні прилади, датчики руху, температури, освітленості, тиску, що забезпечують точність і наочність експерименту;

- застосування програмного забезпечення для обробки та візуалізації результатів, побудови графіків, статистичного аналізу вимірювань;
- розвиток у школярів дослідницьких умінь — формулювання гіпотез, визначення змінних, проведення серій вимірювань, аналіз похибок і формулювання висновків.

Лише той педагог, який сам мислить експериментально, здатен сформувати у своїх учнів інтерес до фізичних досліджень [18]. У цьому контексті важливо, щоб майбутні вчителі фізики під час навчання у вищій школі активно залучалися до лабораторних і проектно-дослідницьких робіт, створювали власні демонстраційні моделі, опановували цифрові прилади типу Arduino, PASCO, EinblickLab, що дає змогу поєднати традиційну експериментальну культуру з інноваційними технологіями.

В умовах цифровізації освіти одним із важливих аспектів професійної компетентності стає інформаційно-комунікаційна компетентність учителя фізики. Вона передбачає здатність педагога критично оцінювати інформаційні ресурси, добирати доцільні електронні засоби для проведення експериментів і навчання, створювати мультимедійні матеріали, інтегрувати онлайн-симуляції в навчальний процес. Особливу увагу слід приділяти поєднанню традиційних і цифрових методів експериментування: наприклад, проведення реального дослід з вимірювання прискорення тіла із паралельною комп'ютерною обробкою результатів за допомогою програм Excel чи Logger Pro.

Сучасний учитель має також розуміти психолого-педагогічні аспекти організації експерименту. Необхідно вміти підтримувати мотивацію учнів, заохочувати до самостійного пошуку, створювати ситуації успіху, коли навіть невдалий дослід розглядається як корисний досвід. Важливо розвивати в учнів терпіння, точність, уважність, критичність мислення — ті риси, що є основою наукової діяльності [19].

Значну роль відіграє рефлексивна компетентність учителя — здатність аналізувати власну діяльність, оцінювати ефективність проведеного

експерименту, коригувати методику відповідно до навчальних результатів учнів. Педагог, який систематично осмислює свою практику і вдосконалює її, формує у школярів стійке ставлення до фізики як до живої, дослідницької науки, а не набору формул.

Підготовка сучасного вчителя фізики має ґрунтуватися на принципах науковості, практичної спрямованості, інтеграції науки й освіти. Вчитель повинен не лише відтворювати відомі досліди, а й адаптувати їх, модифікувати під умови конкретного навчального середовища, створювати власні навчальні експерименти, що базуються на доступних матеріалах або цифрових інструментах [20].

Таким чином, реалізація теоретичного потенціалу експерименту в навчанні фізики можлива лише за умови високої професійної підготовки вчителя, який поєднує глибокі знання фізики з методичною майстерністю, експериментальною культурою та цифровими компетентностями. Саме такий педагог здатний сформувати у старшокласників наукове мислення, інтерес до фізичних досліджень і розуміння експерименту як головного шляху пізнання природи.

Висновки до розділу 2

У другому розділі було здійснено аналіз можливостей упровадження фундаментальних дослідів у навчання фізики старшокласників з урахуванням змістових, організаційних і технологічних чинників. Результати проведеного дослідження дають підстави стверджувати, що сучасний шкільний курс фізики має достатній потенціал для системного використання фундаментальних експериментів, однак їх практична реалізація залежить від обґрунтованого добору змісту, професійної підготовки вчителя та забезпечення необхідними дидактичними засобами.

Проаналізовані принципи добору змісту та методів подання фундаментальних дослідів показали, що в основі ефективної організації експериментальної діяльності мають бути покладені науковість, доступність,

проблемність, міждисциплінарність та орієнтація на формування дослідницької компетентності. Саме ці принципи забезпечують логічний зв'язок між класичними науковими відкриттями та навчальними цілями сучасної фізичної освіти.

Дослідження програм і підручників фізики для старшої школи засвідчило, що вони містять значний потенціал для включення фундаментальних дослідів як у межах окремих тем, так і під час узагальнення навчального матеріалу. Утім, подання таких експериментів у навчально-методичній літературі часто є фрагментарним або спрощеним, що потребує доопрацювання методичного апарату та розробки додаткових матеріалів для вчителя.

Окрему увагу було приділено сучасним мультимедійним засобам і віртуальним симуляціям, які нині виступають важливим інструментом доповнення або навіть заміни складних фундаментальних дослідів. Використання цифрових лабораторій, інтерактивних моделей, відеодослідів та VR-симуляцій дозволяє реалізувати принцип наочності, підвищує мотивацію учнів і забезпечує можливість вивчення явищ, які важко або неможливо відтворити в шкільних умовах. Таким чином, мультимедійні засоби істотно розширюють спектр доступних форм організації експериментальної діяльності.

Аналіз вимог до професійної підготовки вчителя фізики показав, що педагог повинен володіти не лише знаннями змісту фундаментальних дослідів, а й умінням адаптувати їх до вікових особливостей старшокласників, використовувати традиційні та цифрові інструменти, організовувати дослідницьку діяльність і формувати в учнів науковий стиль мислення. Ефективне впровадження фундаментальних дослідів можливе лише за умови належної методичної підготовки педагога та його здатності працювати з сучасними технологіями.

Узагальнюючи проведений аналіз, можна стверджувати, що впровадження фундаментальних дослідів у навчання фізики старшокласників

є перспективним напрямом модернізації освітнього процесу. Воно сприяє розвитку дослідницької компетентності, підвищенню мотивації та формуванню глибокого розуміння фізичних закономірностей. Установлені теоретичні положення створюють основу для розробки практичної моделі навчання оптики на основі фундаментальних дослідів, що детально розглядається у розділі 3.

fizmat@sspi.edu.ua
суворо дотримуйтесь
правил академічної
добросовісності

РОЗДІЛ 3. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАННЯ ОПТИКИ НА ОСНОВІ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДІВ

3.1. Принципи добору змісту і методів подання фундаментальних дослідів з оптики

Ефективне викладання фізики в старшій школі вимагає науково обґрунтованого підходу до добору змісту навчального матеріалу, зокрема до вибору фундаментальних дослідів, які відіграють ключову роль у формуванні фізичних понять, законів і уявлень про закономірності природи [21]. Фундаментальні досліді забезпечують не лише наочність, а й глибину розуміння теоретичного матеріалу, сприяють розвитку пізнавальної активності учнів, формуванню критичного мислення та наукової картини світу.

Добір фундаментальних дослідів з оптики для учнів 11 класу (за програмою рівня стандарт, автор Локтев В. М. [13]) має ґрунтуватися на низці принципів, серед яких: науковість, системність, доступність, історизм, практична спрямованість і світоглядна значущість. Зміст демонстрацій і лабораторних експериментів повинен відповідати навчальним цілям теми, рівню підготовленості учнів та дидактичним можливостям школи.

Фундаментальні досліді мають відображати ключові закономірності оптики: прямолінійне поширення світла, закони відбиття та заломлення, явища інтерференції, дифракції, поляризації, дисперсії. Під час відбору враховуються також історико-наукове значення експериментів — наприклад, досліді Ньютона з розкладання світла, дослід Юнга з інтерференції, Фуко з визначення швидкості світла, Малюса з поляризації тощо [22].

Методи подання фундаментальних дослідів можуть бути різноманітними: демонстраційні, проблемні, історико-логічні, індуктивно-дедуктивні, комп'ютерно-моделювальні. У сучасних умовах, коли доступ до обладнання обмежений, доцільним є використання цифрових лабораторій,

відеоекспериментів, віртуальних симуляцій PhET, що підсилюють наочність і залучають учнів до інтерактивної взаємодії [23].

3.2. Методика використання фундаментальних дослідів при вивченні теми «Оптика»

У навчальній програмі рівня стандарт (Локтев, 11 клас) оптика представлена низкою тем, у яких розглядаються питання пов'язані з розвитком уявлень про природу світла, його поширенням, поглинанням та розсіюванням; геометрична оптика як граничний випадок хвильової, її закони; лінзи, оптичні системи та оптичні прилади; світло як електромагнітна хвиля; інтерференція, дифракція та поляризація світлових хвиль; квантові властивості світла та їх підтвердження; корпускулярно-хвильовий дуалізм світла.

Кожна з цих тем має потенціал для демонстрації фундаментальних дослідів, які допомагають учням зрозуміти фізичну сутність явищ. На рисунку 3 представлений перелік дослідів з оптики, рекомендований програмою Локтева В.М. (рівень стандарту).



Рис. 3. Демонстраційні дослідів з оптики, рекомендовані програмою Локтева В.М. (рівень стандарту)

Розглянемо їх більш детально.

Фундаментальні дослід у темі «Геометрична оптика».

Доцільно використати дослід з вивчення прямолінійного поширення світла (дослід із трьома екранами з отворами), відбиття світла (демонстрація закону відбиття за допомогою дзеркала та лазера), заломлення світла (використання кювети з водою) [24]. Ці дослід можна виконати і за допомогою віртуальної лабораторії PhET “Bending Light”, що дає змогу змінювати параметри середовища, кут падіння та спостерігати поведінку променів у реальному часі (рис.4).

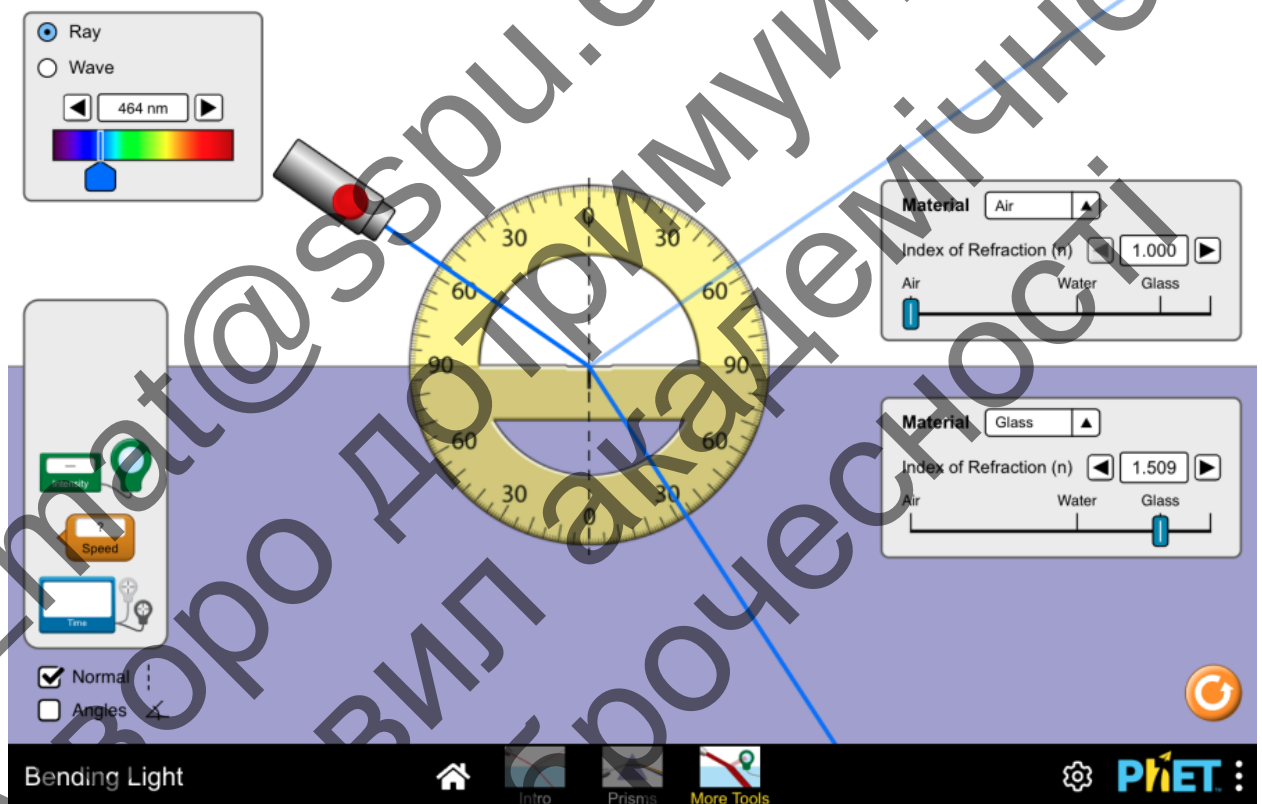


Рис. 4. Демонстрація інтерфейсу віртуальної лабораторії PhET “Bending Light”.

Фундаментальні дослід у темі «Інтерференція і дифракція світла».

Найбільш показовим є дослід Томаса Юнга – спостереження інтерференційної картини від двох щілин. У шкільних умовах його можна замінити цифровою демонстрацією або використати лазер і дві вузькі щілини.

Під час пояснення важливо акцентувати увагу на хвильовій природі світла та взаємодії когерентних хвиль [25].

Дослід з дифракційною ґраткою дозволяє візуалізувати розкладання світла на спектр, що безпосередньо пов'язує цю тему з явищем дисперсії, описаним у дослідях Ньютона [26].

Для активізації пізнавальної діяльності можна рекомендувати:

- ставити проблемні запитання до та після демонстрації («Чому промінь змінює напрям?», «Чому кольори у спектрі розташовані саме в такій послідовності?»);
- пропонувати міні-дослідження: змінити параметр і спостерігати результат (наприклад, заломлення світла при різних середовищах);
- використовувати інтерактивні таблиці та відеоаналіз, де учні описують спостереження, роблять висновки, співвідносять результати з теорією.

Такі методичні прийоми сприяють розвитку дослідницьких умінь, формуванню логічного та критичного мислення.

3.3. Розробка системи уроків з теми «Оптика» з використанням фундаментальних дослідів

Методична система включає п'ять типів уроків:

1. Урок повідомлення нового знання (досліди Ньютона, Фуко, Юнга).
2. Урок закріплення та застосування знань (дослідження законів заломлення).
3. Урок-експеримент (практикум) – виконання учнями простих дослідів з лінзами, дзеркалами, світловими фільтрами.
4. Інтегрований урок – «Світло в природі і техніці» (поєднання фізики, біології, астрономії).

5. Урок узагальнення – аналіз відкриттів, що змінили уявлення про природу світла.

Для прикладу,ведемо структуру уроку «Інтерференція світла» (11 клас, рівень стандарт):

- Мета: показати хвильову природу світла на основі досліду Юнга.
- Обладнання: лазер, пластинка з двома щілинами, екран або PhET-модель.
- Хід уроку:
 1. вступне слово з історії відкриття;
 2. демонстрація досліду, фіксація спостережень;
 3. постановка проблемного питання: чому з'являються світлі та темні смуги;
 4. формулювання висновків;
 5. обговорення практичних застосувань (інтерферометри, голографія).

Приклад структури інтегрованого уроку.

Інтегрований урок «Світло в природі і техніці» (фізика – біологія – астрономія)

Мета уроку:

1. **Пізнавальна:** сформувані цілісне уявлення про природу світла та його роль у живих організмах, природних процесах і технічних пристроях.
2. **Розвивальна:** розвивати вміння інтегрувати знання з різних наук, критично мислити, пояснювати явища на основі наукових закономірностей.
3. **Практична:** навчити застосовувати оптичні закони для пояснення функціонування природних явищ та технічних систем.
4. **Виховна:** формувати науковий світогляд, інтерес до природничих наук, екологічну та технологічну грамотність.

Коротка структура уроку

1. **Організаційний момент.** Оголошення теми, мотивація (приклади явищ світла).
 2. **Актуалізація знань.** Короткі запитання з фізики, біології та астрономії.
 3. **Проблемне питання уроку.** «Чому світло є основою життя і розвитку технологій?»
 4. **Інтегрований блок «Світло у трьох науках»**
 - о Фізика: властивості світла, спектр, оптичні явища.
 - о Біологія: фотосинтез, зір, біоритми.
 - о Астрономія: зоряне світло, спектроскопія, роль Сонця.
 5. **Світло в техніці.** Лінзи, телескопи, мікроскопи, лазери, оптоволокно.
 6. **Практична діяльність.** Групові міні-проекти або демонстраційні дослід.
 7. **Узагальнення.** Створення інтегрованої схеми «Світло: природа — життя — техніка».
 8. **Рефлексія.** «Що нового я дізнався зі сфери фізики / біології / астрономії?»
 9. **Домашнє завдання.** Інфографіка, міні-реферат або STEM-мініпроект.
- Усі розроблені уроки мають світоглядне спрямування: показують учням єдність природних законів, взаємозв'язок експерименту й теорії, роль дослідів у розвитку науки.

3.4. Дослідження впливу використання фундаментальних дослідів на зацікавленість учнів

З метою оцінки ефективності запропонованої методики проведено опитування учнів 11 класу після серії уроків з використанням фундаментальних дослідів (протягом 3 тижнів). Опитування мало на меті з'ясувати:

- рівень інтересу до предмета фізики;
- ставлення до експериментальної діяльності;
- оцінку новизни та зрозумілості матеріалу;

- бажання самостійно проводити досліди або брати участь у міні-проєктах.



Ці дані свідчать, що використання фундаментальних дослідів у навчанні оптики підвищує мотивацію учнів, сприяє формуванню пізнавального інтересу та глибшому розумінню законів світла.

3.5. Опитувальник для учнів 11 класу

Мета: виявити ставлення учнів до використання фундаментальних дослідів у навчанні фізики (оптики).

1. Чи цікавими для вас є уроки, на яких проводяться демонстраційні досліди?
2. Чи допомагають досліди краще зрозуміти закони оптики?
3. Який формат подання дослідів вам найбільше подобається (реальні, відео, віртуальні симуляції)?
4. Чи хотіли б ви самостійно виконувати прості досліди вдома або в лабораторії?

5. Чи пов'язуєте ви знання з оптики з явищами, які спостерігаєте у природі чи техніці?
6. Чи вважаєте ви, що експеримент допомагає розвивати логічне мислення?
7. Які теми з оптики вам хотілося б вивчати глибше?
8. Оцініть за 5-бальною шкалою, наскільки використання дослідів підвищує інтерес до фізики.
9. Що, на вашу думку, можна покращити в подачі експериментів на уроках?
10. Чи хотіли б ви бачити більше міжпредметних зв'язків під час таких уроків?

Висновки до розділу 3

Розроблена методика використання фундаментальних дослідів під час вивчення оптики в 11 класі (за програмою рівня стандарт, автор Локтєв) сприяє глибшому засвоєнню навчального матеріалу, розвитку експериментальних і дослідницьких умінь, формуванню наукового світогляду. Систематичне застосування експериментів — як реальних, так і віртуальних — активізує пізнавальну діяльність учнів, створює умови для осмислення ролі експерименту у становленні наукових знань. Результати анкетування підтверджують, що використання фундаментальних дослідів у навчанні оптики підвищує інтерес до фізики, формує практичні компетентності та позитивне ставлення до предмета.

У третьому розділі було розроблено та теоретично обґрунтовано методичне забезпечення навчання оптики на основі фундаментальних дослідів, а також здійснено оцінку його ефективності в умовах освітнього процесу старшої школи. Результати дослідження підтвердили, що системне використання фундаментальних експериментів у темі «Оптика» забезпечує підвищення якості засвоєння навчального матеріалу, розвиток дослідницької діяльності учнів і формування наукового світогляду.

На основі аналізу принципів добору змісту було визначено, що фундаментальні досліді з оптики — зокрема досліді Юнга, Ньютона, Герца, Френеля, а також експерименти з відбивання, заломлення та дисперсії світла — мають високий пізнавальний потенціал, оскільки демонструють базові закономірності хвильової та геометричної оптики. Встановлено, що їх методично грамотне подання дозволяє поєднати теорію з практикою та забезпечити глибоке розуміння природи світлових явищ.

У результаті розробки методики використання фундаментальних дослідів у вивченні оптики було створено систему уроків, яка включає демонстраційні, лабораторні, фронтальні та дослідницькі форми роботи. Особливу увагу приділено інтеграції мультимедійних засобів — відеодослідів, комп'ютерних симуляцій, цифрових вимірювальних комплексів. Ці інструменти значно розширюють можливості відтворення класичних фундаментальних експериментів у шкільних умовах, підвищують наочність і доступність складних явищ.

Експериментальна робота, проведена в рамках дослідження, засвідчила позитивний вплив запропонованої методичної системи на зацікавленість учнів. Результати анкетування старшокласників демонструють, що використання фундаментальних дослідів підвищує мотивацію до вивчення фізики, сприяє кращому усвідомленню зв'язку теорії та експерименту, формує вміння проводити спостереження, аналізувати результати та робити обґрунтовані висновки.

Опитувальник для учнів 11 класу дозволив отримати додаткові дані щодо ефективності різних видів експериментальних завдань. Учні відзначили, що найбільший інтерес викликають ті досліді, які дають змогу самостійно досліджувати явище, змінювати параметри експерименту та отримувати реальний результат. Це підтверджує доцільність широкого застосування дослідницько-орієнтованих форм навчання.

Узагальнюючи результати, отримані в третьому розділі, можна зробити висновок, що розроблена методика навчання оптики на основі

фундаментальних дослідів є ефективним засобом підвищення якості фізичної освіти старшокласників. Запропонована система уроків може бути використана вчителями фізики як готове практичне рішення для модернізації навчального процесу.

Розділ 3 завершує дослідження й підтверджує, що фундаментальні досліді повинні стати ключовим елементом навчання фізики, оскільки вони забезпечують глибину, науковість і практичну спрямованість фізичної освіти.

ВИСНОВКИ

У магістерській роботі теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено доцільність і ефективність застосування фундаментальних дослідів у навчанні фізики старшокласників. Проведене дослідження дало змогу визначити сутність, класифікацію та дидактичний потенціал фундаментальних експериментів, встановити їх значення у формуванні наукового світогляду, а також розробити практичну методику їх використання під час вивчення розділу «Оптика».

У ході роботи встановлено, що фундаментальні дослідів є не лише історично важливими для розвитку фізики, але й мають потужну навчально-виховну цінність. Вони дозволяють учням зрозуміти логіку наукових відкриттів, простежити взаємозв'язок між теорією та практикою, сформулювати уявлення про експериментальний метод пізнання природи. Фундаментальний експеримент забезпечує глибоке засвоєння ключових закономірностей та розвиток критичного мислення.

Аналіз навчальних програм і підручників засвідчив, що вони містять широкий потенціал для впровадження фундаментальних дослідів, але їх методична реалізація потребує систематизації, уточнення та доповнення сучасними технологічними засобами. Встановлено, що ефективність використання фундаментальних експериментів значною мірою залежить від рівня професійної підготовки вчителя, його вміння організовувати експериментальну діяльність та застосовувати мультимедійні ресурси.

На основі проведеного аналізу було розроблено методичне забезпечення навчання оптики з використанням фундаментальних дослідів. Запропонована система уроків передбачає поєднання традиційного натурного експерименту з відеодослідами, інтерактивними симуляціями, цифровими вимірювальними комплексами, що робить навчальний процес більш доступним, наочним і технологічно сучасним.

Педагогічне дослідження, здійснене за участі учнів старшої школи, підтвердило позитивний вплив запропонованої методики на рівень

зацікавленості та пізнавальної активності. Учні відзначили, що фундаментальні дослідження допомагають краще зрозуміти фізичні явища, сприяють виникненню внутрішньої мотивації до вивчення предмета та підвищують якість виконання навчальних завдань.

Узагальнюючи результати дослідження, можна зробити висновок, що впровадження фундаментальних дослідів у шкільний курс фізики є важливим напрямом модернізації сучасної освіти. Воно сприяє підвищенню якості навчання, розвитку дослідницьких компетентностей та формуванню цілісного наукового світогляду учнів. Запропоноване методичне забезпечення може бути використане у практичній діяльності вчителів фізики та стане підґрунтям для подальших науково-методичних розробок.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Войтків Г. Навчальний фізичний експеримент як основне джерело активізації пізнавальної діяльності учнів з фізики. *Наукові записки. Серія "Педагогічні науки". Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка. 2009. Вип. 82. Ч. 2. С. 303–307.*
2. Лазарчук В. В. Класифікація фундаментальних експериментів з фізики // *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія «Педагогічна». 2011. № 17. С. 40–42. DOI: 10.32626/2307-4507.2011-17.40-42.*
3. Головка М.В. Становлення та розвиток теорії і методики навчання фізики в Україні: монографія. К.: Педагогічна думка, 2020.
4. Пасько О. О., Однорець Л. В. Фундаментальний фізичний експеримент у навчанні фізики : навчальний посібник. / Суми : Сумський державний університет, 2021. 121 с.
5. Федчишина О.М. Навчальний експеримент у системі вивчення фізики в класах суспільно-гуманітарного напрямку. *Вісник Чернігівського державного педагогічного університету ім. Т.Г. Шевченка. Серія: Педагогічні науки: зб. наук. пр. Вип. 89. Чернігів: ЧДПУ, 2011. С. 474–478.*
6. Жуков А. О. Експеримент як основа навчання фізики. *Сучасні проблеми експериментальної, теоретичної фізики та методики навчання фізики: матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю, м. Суми, 24–26 жовтня 2022 р. / за ред. С. О. Лебединського. Суми: ІНФ НАН України, 2022. С. 24–25.*
7. Петриця А. Н. Співвідношення віртуального та реального у навчальному експерименті у процесі вивчення фізики в основній школі : автореф. дис. ... канд. пед. наук : [спец.] 13.00.02 «Теорія та методика навчання (фізика)» / Петриця Андрій Назарович. Кіровоград, 2010. 123 с.

8. Войтків Г. Формування дослідницьких умінь здобувачів освіти засобами шкільного фізичного експерименту. *Фізика та астрономія в рідній школі*. 2019. №1. С. 11-20.
9. Бліндар В., Руденко М. Шкільний фізичний експеримент у сучасних умовах. URL: <http://lkp.ndu.edu.ua/index.php/nz/article/view/437>.
10. Дементієвська Н.П., Соколюк О.М. Віртуальні лабораторні роботи з фізики з використанням інтерактивних комп'ютерних моделювань: збірник навчальних матеріалів. Київ: ЦО НАПН України, 2022. 157 с.
11. Ковмір Н. Методика виконання домашніх експериментальних завдань. *Фізика та астрономія в рідній школі*. 2021. №1. С. 31-36.
12. Бар'яхтар В. Г., Божинова Ф. Я., Довгий С. О. Фізика (рівень стандарту): підр. для 11-го кл. загальноосвіт. навч. закл. Х. : Вид-во «Ранок», 2019. 272 с.
13. Міністерство освіти і науки України. Навчальна програма для 10-11 класів загальноосвітніх навчальних закладів. За авторським колективом під керівництвом Локтева В.М. Рівень стандарту. Режим доступу: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/2018-2019/fizika-10-11-avtorskij-kolektiv-pid-kerivnicztvom-lokteva-vm.pdf>.
14. Соловйова, О. Ю. Використання комп'ютерних технологій у курсі фізики *Фізика в школах України*. 2009. № 3. С. 20.
15. Сучасні інформаційні технології та їхнє використання : лабораторний практикум / Р. С. Гуревич, О. В. Шестопалюк, М. Ю. Кадемія, А. П. Кобися, В. М. Кобися. К., 2006. 130 с.
16. Експеримент на екрані комп'ютера / авт. кол. Ю. О. Жук, С. П. Величко, О. М. Соколюк, І. В. Соколова, П. К. Соколов. За ред.: Жука Ю. О. Київ: Педагогічна думка, 2012. 180 с.
17. Різак В. М., Литвинова С. Г., Соколюк О. М., Чобаль О. І. Шкільний фізичний експеримент з використанням цифрових вимірювальних

комплексів: старша школа: навчально-методичний посібник. Ужгород: УжНУ «Говерла», 2019. 256 с.

18. Корсун І.В. Вдосконалення експериментальної підготовки майбутніх учителів фізики.
[URL: http://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/123456789/4040/1/Korsun.pdf](http://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/123456789/4040/1/Korsun.pdf).
19. Савченко В. Ф., Бойко М. П., Дідович М. М., Закалюжний В. М., Руденко М. П. Навчальний фізичний експеримент. (методичний практикум): навчальний посібник для студентів / заг. ред. В. Ф. Савченка. Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя, 2011. 540 с.
20. Мендерецький В.В. Практикум з навчального експерименту – важливий засіб системної експериментальної підготовки вчителя фізики. URL: <http://radioelektronika.org/index.php/2307-4507/article/viewFile/35271/31367>.
21. Крухмальова І., Чумак М.. Методика формування дослідницьких умінь у процесі вивчення фізики в школі. Фізика та астрономія в рідній школі. 2020. №2. С. 20-25.
22. Садовий М. І. Методика і техніка експерименту з оптики: посіб. [для студ. вищих пед. навч. закладів та вчителів] / Садовий М. І., Сергієнко В. П., Попов І. В. - [2-е вид., перероб. і доп.] - Кіровоград: Сабоніт, 2008. 253 с.
23. Волосюк, М. А. Інтерактивний урок фізики: використання методів моделювання та комп'ютерних технологій / М. А. Волосюк // Фізика в школах України. – 2008. – Травень (№ 9).
24. Дубова Г., Гаркун І. Роль демонстраційного експерименту в мотивації пізнавальної діяльності здобувачів освіти під час викладання фізики. *Фізика та астрономія в рідній школі*. 2020. №1. С. 19-23.
25. Коршак Є.В. Миргородський Б.Ю. Методика і техніка шкільного фізичного експерименту. К.: Рад. школа, 1981. 280 с
26. Давиденко С. М., Кнорозок Л. М., Руденко М. П. Організація виконання творчих лабораторних робіт при навчанні фізики в середній школі. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету імені Т. Г. Шевченка. Серія "Педагогічні науки" Вісник Чернігівського національного*

педагогічного університету імені Т. Г. Шевченка. Серія "Педагогічні науки". Чернігів: ЧНПУ, 2015. Вип. 127. С. 32–34.

27.Павло В.: YouTube канал з уроками фізики. URL:
<https://www.youtube.com/c/pvictor54> (дата звернення: 14.11.2024).

fizmat@sspu.edu.ua
суворо дотримуйтесь
правил академічної
добросовісності