

Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка
Фізико-математичний факультет
Кафедра математики, фізики та методик їх навчання

Алтухов Антон Олександрович

**ДЕМОНСТРАЦІЙНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ З ФІЗИКИ В УМОВАХ
ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ**

Спеціальність: 014 Середня освіта (Фізика)

Галузь знань: 01 Освіта/Педагогіка

Кваліфікаційна робота
на здобуття освітнього ступеня магістра

Науковий керівник:

_____ А.І.Салтикова,

Доцент, кандидат фізико-
математичних наук

«_____» _____ 2023 року

Виконавець:

_____ А.О.Алтухов

«_____» _____ 2023 року

Суми 2023

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені А.С.МАКАРЕНКА

Інститут, факультет фізико-математичний факультет

Кафедра математики, фізики та методик їх навчання

Рівень вищої освіти магістр

Спеціальність 014 Середня освіта (Фізика)

Освітньо-професійна програма Середня освіта (Фізика. Математика)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри математики,

фізики та методик їх навчання

проф. О.С.Чашечникова

(підпис)

(ініціали, прізвище, вчене звання)

« »

20 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Алтухова Антона Олександровича

1. Тема роботи: «Демонстраційний експеримент з фізики в умовах дистанційного навчання»

керівник роботи Салтикова Алла Іванівна, кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри математики, фізики та методик їх навчання
затверджені наказом від «27» жовтня 2022 року, № 595/ст.

2. Об'єктом дослідження є процес навчання фізики в загальноосвітніх школах в умовах дистанційного навчання.

3. Предметом дослідження є проведення демонстраційних експериментів в умовах дистанційного навчання.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
I. Етапи роботи над кваліфікаційним дослідженням			
1.1.	Визначення теми наукової роботи та її затвердження	За планом засідань кафедри	Виконано
1.2.	Підготовка першого варіанту вступу (актуальність, мета, завдання, об'єкт, предмет)	Квітень 2023	
1.3.	Підготовка першого розділу кваліфікаційної роботи	До 01 червня 2023 р.	Виконано
1.4.	Підготовка другого розділу кваліфікаційної роботи	До закінчення педагогічної практики (3 семестр).	Виконано
1.5.	Підготовка висновків кваліфікаційної роботи	За 5 тижнів до захисту	Виконано
1.6.	Укладання списку використаних джерел	За 5 тижнів до захисту...	Виконано
1.7.	Оформлення кваліфікаційної роботи за технічними вимогами	За 5 тижнів до захисту.	Виконано
1.8.	Подання кваліфікаційної роботи на перевірку науковому керівнику, внесення коректив	За 5 тижнів до захисту	Виконано
1.9.	Перевірка кваліфікаційної роботи на плагіат	Протокол аналізу звіту керівником подається на передзахист	Виконано
1.10.	Попередній захист кваліфікаційної роботи	За 3 тижні до захисту	Виконано
1.11.	Внесення коректив, узагальнення результатів кваліфікаційної роботи, її оформлення до захисту	Не пізніше, ніж за 17 днів до захисту	Виконано
1.12.	Подання на рецензування кваліфікаційної роботи	Не пізніше, ніж за 16 днів до захисту	Виконано
1.13.	Захист кваліфікаційної роботи	За розкладом ПА	Виконано
II. Апробація результатів кваліфікаційної роботи			
2.1.	Участь у науково-практичних заходах (конференціях, семінарах та ін.)	До попереднього захисту.	Виконано
2.2.	Публікація матеріалів кваліфікаційного дослідження	До попереднього захисту..	Виконано
2.3.	Впровадження результатів дослідження	В ході педагогічної практики	Виконано

Науковий керівник

(підпис)

доц. А. І. Салтикова

(Ініціали, прізвище, вчене звання)

Студент

(підпис)

А. О. Алтухов

(Ініціали, прізвище)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ОРГАНІЗАЦІЙНО-МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ	8
1.1 Сучасні виклики та актуальність дистанційного навчання в освітньому контексті	8
1.2 Теоретичні засади структурування та організації дистанційного навчального процесу	12
1.3 Методичні підходи до ефективності викладання фізики в дистанційному форматі.....	15
РОЗДІЛ 2. ПОТЕНЦІАЛ ДЕМОНСТРАЦІЙНИХ ЕКСПЕРИМЕНТІВ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ЯКІСНОЇ ФІЗИЧНОЇ ОСВІТИ НА ВІДДАЛЕНОМУ ЕТАПІ	20
2.1 Педагогічні аспекти використання демонстраційних експериментів для поглибленого засвоєння фізичних концепцій.....	20
2.2 Технологічні можливості реалізації демонстраційних експериментів в електронному навчальному середовищі	24
2.3 Аналіз переваг та викликів впровадження демонстраційних експериментів у дистанційний освітній процес.....	31
РОЗДІЛ 3. ПРОЕКТУВАННЯ, РЕАЛІЗАЦІЯ ТА АНАЛІЗ ДЕМОНСТРАЦІЙНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ У ВІДДАЛЕНОМУ РЕЖИМІ	37
3.1 Вибір та обґрунтування методичних аспектів демонстраційного експерименту.....	37
3.2 Розробка технічної інфраструктури для впровадження демонстраційного експерименту на дистанційних платформах	40
3.3 Розробка уроків з теми "Оптика" з реалізацією демонстраційних експериментів	42
ВИСНОВКИ	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	58

ВСТУП

У зв'язку з пандемією COVID-19, війною та іншими складнощами, освіта потерпіла суттєві зміни, зокрема, багато навчальних закладів перейшли на дистанційне навчання, враховуючи безпеку школярів та вчителів. Дистанційне навчання набуває все більшого значення, особливо завдяки технологічним досягненням, які дозволяють учням мати доступ до освітніх ресурсів з власного дому.

Однією з ключових проблем дистанційного навчання є надання школярам можливості здобувати практичний досвід, особливо у предметах природничого циклу, таких як фізика. Однак виявилось, що домашні експерименти та спостереження можуть стати цінним інструментом для вивчення фізики, дозволяючи дітям проводити власні експерименти та спостереження без виходу з дому.

У даній роботі ми розглянемо переваги та обмеження використання домашніх експериментів і спостережень у навчанні фізики в умовах дистанційного навчання. Ми також проведемо аналіз конкретних прикладів та досліджень, що демонструють ефективність цих методів для покращення результатів навчання школярів.

Завдяки зростаючій важливості дистанційного навчання останнім часом, особливо через нинішній стан, демонстраційні експерименти та спостереження виявилися незамінними інструментами для вивчення фізики, особливо у дистанційному форматі. Основною метою цієї роботи є дослідження потенціалу демонстраційних експериментів та спостережень для навчання фізики в умовах дистанційного навчання.

Об'єктом нашого дослідження є процес навчання фізики в загальноосвітніх школах в умовах дистанційного навчання.

Предметом дослідження є проведення демонстраційних експериментів в умовах дистанційного навчання..

Метою нашої роботи є розробка методики формування експериментальних вмінь учнів основної школи під час проведення демонстративних дослідів та спостережень в умовах дистанційного навчання.

Для досягнення цієї мети ми визначили наступні **завдання** дослідження:

1. Аналіз сутності, структури та змісту дослідницької компетентності школярів та визначення шляхів її формування під час проведення демонстраційних дослідів.

2. Розгляд можливостей використання демонстраційного експерименту з фізики як засобу формування експериментальних вмінь учнів.

3. Розробка методики проведення демонстраційних дослідів та спостережень школярів з фізики, спрямованої на формування у них експериментальних вмінь.

4. Подання конкретних завдань для демонстраційних дослідів та спостережень школярів з окремих тем курсу фізики в основній школі.

Наше дослідження базується на теоретичних та емпіричних методах, таких як аналіз науково-методичної літератури, спостереження за навчальним процесом та бесіди з вчителями та школярами.

Результати цього дослідження можуть бути корисними для вчителів фізики та студентів, які вивчають педагогічні спеціальності в закладах вищої освіти.

Апробація результатів та публікації. Висновки, отримані у даній магістерській роботі, підкріплено результатами дослідження під час проведення уроків фізики у закладі загальної середньої освіти I-III ступенів №18 Сумської міської ради. Робота апробована на секційному засіданні VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «Сучасні проблеми експериментальної, теоретичної фізики та методики навчання фізики»; на секційному засіданні Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю студентів, аспірантів і молодих учених «Крок у науку: дослідження у галузі природничо-математичних дисциплін та методик їх навчання».

Структура та обсяг магістерської роботи. Магістерська робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків та використаних джерел. Загальний обсяг магістерської роботи – 60 сторінок. Список використаних джерел містить 32 найменування.

Суворо
дотримуйтесь
принципів академічності
доброчесності
<http://fizmat.ssru.edu.ua>

РОЗДІЛ 1. ОРГАНІЗАЦІЙНО-МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

1.1 Сучасні виклики та актуальність дистанційного навчання в освітньому контексті

Сьогодні спостерігається радикальна трансформація способів розповсюдження та використання інформації, що призводить до еволюції освітніх технологій та сприяє активному впровадженню дистанційного навчання як одного з напрямків реформування освітньої системи України. На сучасному етапі дистанційне навчання набуває все більшого попиту та актуальності. Ця форма навчання стала особливо важливою у зв'язку з останніми подіями в країні, коли пандемія та війна тимчасово призупинили традиційні очні заняття, змушуючи освітній сектор шукати альтернативні рішення. До цього моменту дистанційне навчання переважно використовувалося для дорослих та здобувачів вищої освіти, які мали ціль поглибити свої знання та навички в конкретній галузі [4].

Важливо зазначити, що дистанційне навчання не є повноцінною альтернативою традиційному очному навчанню. Очевидно, що учні повинні відвідувати школу, де вони оточені однолітками, розвиваються, спілкуються та соціалізуються. Однак останні події внесли свої корективи в освітній процес для учнів та вчителів.

Дистанційне навчання потребує створення постійного засобу комунікації та зворотного зв'язку між усіма учасниками навчального процесу. Вчителям доводиться пояснювати навчальний матеріал за допомогою цифрових технологій, контролювати виконання завдань та надавати допомогу в їх розв'язанні. Тому сучасні педагоги мають навчитися використовувати

методику дистанційного навчання, яка постійно розвивається та адаптується до потреб сучасного освітнього процесу [5].

Дистанційне навчання в сучасному розумінні сформувалося недавно і тому ґрунтується на передовому педагогічному та методичному досвіді, накопиченому різними освітніми установами світового рівня, а також на використанні новітніх та оперативних інформаційно-педагогічних технологій, що відповідають потребам сучасної освіти та суспільства загалом. Дистанційне навчання виникло та розвивалося паралельно з розвитком Інтернет-технологій і на сьогоднішній день має власні характеристики, принципи та розроблені методичні підходи [3].

Дистанційне навчання та освіта з використанням дистанційних освітніх технологій набуває все більшої популярності в Україні та розвивається власними шляхами. Важливу роль у сприянні успішній реалізації дистанційного навчання в Україні відіграє державна політика. Протягом незалежних років було прийнято ряд законів та законодавчих актів, що спрямовані на інформатизацію суспільства, включаючи Закон України "Про Національну програму інформатизації", Указ Президента України "Про заходи щодо розвитку національної складової глобальної інформаційної мережі Інтернет та забезпечення широкого доступу до цієї мережі в Україні", "Концепція розвитку дистанційної освіти в Україні", і багато інших [2].

Дефініція "дистанційне навчання" оточена різноманітними тлумаченнями, що вказує на різні підходи до його розуміння. Для деяких дослідників, це передбачає систематичну організацію навчання, що базується на взаємодії між вчителем та учнем, а також інтерактивною взаємодією в межах навчального процесу, яка відбувається завдяки використанню інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ). Однак незалежно від точки зору, дистанційне навчання в Україні продовжує розвиватися та адаптуватися до потреб сучасного освітнього процесу [4].

В. Биков розрізняє різновиди дистанційного навчання наступним чином [1, с. 98-99]:

1. Дистанційне навчання: це специфічна форма навчально-виховного процесу, в якій учасники навчання реалізують навчальну взаємодію, переважно на відстані один від одного та зазвичай поза межами навчального закладу.

2. Традиційне дистанційне навчання: це тип дистанційного навчання, в якому взаємодія між учасниками та ініціаторами навчального процесу відбувається асинхронно в часі. При цьому активно використовуються транспортні системи для доставки навчального матеріалу та інформаційних об'єктів через систему телефонного, телеграфного або поштового зв'язку.

3. Е-дистанційне навчання (е-ДН): це форма дистанційного навчання, яка передбачає індивідуалізовану взаємодію між організаторами та учасниками навчального процесу, як синхронно в часі, так і асинхронно. Для здійснення такої взаємодії переважно використовуються електронні транспортні системи для доставки навчального матеріалу та інших інформаційних об'єктів, а також комп'ютерні мережі Інтернет та інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ).

З урахуванням системного аналізу цих визначень, у нашій роботі ми будемо використовувати визначення дистанційного навчання, яке було затверджено в новому "Положенні про дистанційну форму здобуття повної загальної середньої освіти", наказом МОН від 8 вересня 2020 року №1115. Згідно з цим визначенням, дистанційне навчання - це організація навчального процесу (в формі дистанційного навчання або використання технологій дистанційного навчання в різних формах навчання) в умовах віддаленої взаємодії між його учасниками, яке базується на сучасних освітніх та інформаційно-комунікаційних (цифрових) технологіях [2].

Це Положення також визначає механізм забезпечення здобуття повної загальної середньої освіти через дистанційну форму навчання і використання технологій дистанційного навчання при організації освіти в різних формах у навчальних закладах, які забезпечують повну загальну середню освіту. У

ньому також враховується інтерес учнів під час дистанційного навчання, включаючи такі аспекти:

- Організація освітнього процесу повинна забезпечувати регулярний та насичений контакт учителів з учнями.
- Під час дистанційного навчання мають створюватися умови для повноцінної участі осіб із особливими освітніми потребами, враховуючи їх індивідуальні програми розвитку.
- Навчальний заклад має регулярно відстежувати навчальні досягнення учнів і, за потреби, надавати підтримку в навчальному процесі.
- Організація освітнього процесу повинна дотримуватися вимог щодо захисту персональних даних, а також санітарних правил та норм, що стосуються формування розкладу навчальних занять, вправ для очей і постави, тривалості навчальної діяльності з використанням технічних засобів навчання, часу для виконання домашніх завдань та інших аспектів.
- Для учнів, які з об'єктивних причин не можуть брати участь у синхронних інтеракціях, навчальний заклад має забезпечити доступ до інших засобів комунікації, таких як телефонний зв'язок або пошта.

Для успішного дистанційного навчання необхідний доступ до Інтернету та наявність технічного обладнання (комп'ютери, ноутбуки, планшети, смартфони) у всіх учасників освітнього процесу, а також вміння педагогів використовувати технології дистанційної освіти [3].

Важливо відзначити, що сучасне дистанційне навчання використовує різноманітні технології, які відрізняються за способом подання навчального матеріалу, наявністю посередника в системі навчання або за централізованою формою навчання, ступенем використання телекомунікацій і персональних комп'ютерів, організацією контролю над учбовим процесом, а також впровадженням традиційних методів ведення освітнього процесу та іншими параметрами [5].

У "Положенні про дистанційне навчання" передбачено організацію навчання в режимах як синхронного, так і асинхронного навчання.

1.2 Теоретичні засади структурування та організації дистанційного навчального процесу

Теоретичні підходи до структурування та організації дистанційного навчального процесу з фізики мають свої коріння в ранніх концептуальних теоріях, які акцентують увагу на активній взаємодії школяра з навчальним матеріалом та розглядають вчителя і навчальний заклад як джерело інформації. Першими теоретиками дистанційного навчання в ранньому періоді можна вважати імена Р. Елінга та О. Петерса [7].

Один із підходів, який можна виділити, це теорія автономії та незалежності, яку представив Рудольф Елінг. В цій теорії дистанційне навчання розглядається як складна система, що включає різні аспекти навчального процесу та комунікації за допомогою вітчужних сигналів.

Система дистанційного навчання за теорією Елінга включає наступні виміри [6]:

1. **Школяр:** Як активний учасник навчального процесу, школяр самостійно створює свій навчальний простір та взаємодіє з навчальним матеріалом.

2. **Суспільство:** Цей вимір охоплює всі аспекти суспільства, включаючи законодавство, урядову політику, роль сім'ї та інших чинників.

3. **Заклад дистанційного навчання:** Центр, який забезпечує навчальний процес та здійснює комунікацію між школярами та вчителями.

4. **Мета навчання:** Цей аспект визначає, досягнення яких цілей передбачається під час навчання.

5. **Зміст навчання:** Інформація та матеріали, які передаються школярам для досягнення навчальних цілей.

6. **Результат навчання:** Вимірювання успішності та досягнень школярів.

7. **Відстань:** Відстань, яка розділяє школярів та заклад навчання.

8. **Носій сигналу:** Засоби комунікації, які використовуються для передачі інформації, такі як інтернет та інші технології.

Ця теорія допомагає краще розуміти структуру та організацію дистанційного навчання з фізики та враховувати різні аспекти цього процесу з метою покращення якості освіти [8].

Теоретичні засади структурування та організації дистанційного навчального процесу з фізики базуються на класичних принципах дидактики, але також враховують специфіку цієї освітньої форми. Дистанційне навчання відзначається деякими характерними особливостями, які визначають його організацію та функціонування [10].

Основні класичні принципи дидактики, які також стосуються дистанційного навчання, включають [9]:

1. **Природовідповідність:** Навчальний матеріал повинен відповідати природним законам та основним принципам предмета.

2. **Науковість і доступність:** Всі навчальні матеріали повинні ґрунтуватися на наукових дослідженнях, при цьому мають бути доступними для розуміння учнями.

3. **Наочність:** Використання конкретних прикладів, ілюстрацій та демонстраційних матеріалів для кращого розуміння предмета.

4. **Свідомість та активність:** Школяр повинен бути активним учасником навчального процесу та розуміти вивчену інформацію.

5. **Системність:** Організація навчання повинна бути логічною та структурованою.

6. **Систематичність і послідовність:** Поступове навчання з урахуванням попередніх знань та навичок.

7. **Зв'язок теорії з практикою:** Пов'язаність навчального матеріалу з реальними ситуаціями та практичними використаннями.

Дистанційне навчання також має свої специфічні риси, серед яких:

- **Інформатизація та телекомунікаційні технології:** Дистанційне навчання базується на використанні інформаційних технологій та телекомунікаційних засобів для навчання та комунікації.
- **Інтерактивність:** Взаємодія між вчителем та школярами, а також самостійна активність школярів, є важливою частиною дистанційного навчання.
- **Адаптивність:** Можливість індивідуального підходу до навчання, включаючи вибір темпу, графіку та методів.
- **Гуманістичність:** Спрямованість навчання на розвиток особистості школяра та створення комфортних умов для навчання.
- **Пріоритетність педагогічного підходу:** Зосередження на педагогічних аспектах при розробці та впровадженні дистанційного навчання.
- **Відповідність технологій до навчання:** Використання технологій, які відповідають метам та завданням навчання.
- **Гнучкість і мобільність:** Можливість коригування навчальної програми та доступ до навчання з різних місць та пристроїв.
- **Відповідність дистанційного навчання наявним формам освіти:** Інтеграція дистанційного навчання в загальну систему освіти та врахування потреб ринку праці.
- **Економічність:** Раціональне використання фінансових ресурсів та обґрунтування ефективності дистанційного навчання.

Дотримання цих принципів та адаптація їх для дистанційного навчання з фізики сприятиме покращенню якості навчання та ефективності освіти.

У грудні 2000 року була ухвалена Концепція розвитку дистанційної освіти, яка визначила цю форму навчання як рівноцінну іншим, таким як очна, вечірня, заочна та екстернатна освіта. Дистанційна освіта в основному базується на використанні педагогічних та інформаційних технологій [6].

Педагогічні технології дистанційного навчання орієнтовані на взаємодію вчителів та школярів за допомогою телекомунікаційного зв'язку та індивідуальну роботу школярів з електронними навчальними матеріалами.

Інформаційні технології дистанційного навчання включають створення, передачу та збереження навчального контенту та організацію навчального процесу через телекомунікаційний зв'язок [11].

У сучасному контексті, дистанційне навчання в школах впроваджується на рівні експериментів, що спрямовані на оптимізацію цієї форми навчання в Україні. Ці експерименти охоплюють школи більшості регіонів країни та мають на меті адаптацію дистанційного навчання до освітнього процесу. Однією зі значущих ініціатив є онлайн-система дистанційної підтримки навчання у школах, ліцей та гімназіях України під назвою "Отримання знань." Цей ресурс створено з метою розширення можливостей для учнів та вчителів, надаючи доступ до дистанційних курсів, консультацій та уроків [8].

Важливою перспективою є підготовка вчителів до впровадження дистанційного навчання. Це вимагає не лише технічної грамотності, але й професійної підготовки для використання інноваційних методик та технологій в навчальному процесі. Вчителі повинні опанувати методами та прийомами дистанційного навчання на високому професійному рівні та бути готовими до впровадження цих новаторських підходів у навчальний процес [10].

Усі ці ініціативи та підходи до структурування та організації дистанційного навчання з фізики спрямовані на забезпечення якісної та доступної освіти для учнів, використовуючи сучасні технології та методики.

1.3 Методичні підходи до ефективності викладання фізики в дистанційному форматі

Один із підходів до досягнення ефективності в дистанційному викладанні фізики полягає у створенні програми навчання, яка може бути повністю дистанційною або поєднувати елементи дистанційного та традиційного навчання (гібридне навчання). Важливо розробити програму, яка враховує специфіку предмету фізики та можливості дистанційного навчання.

Масові відкриті онлайн-курси (МООС) також можуть бути корисними для викладання фізики в дистанційному форматі. Вони надають можливість широкій аудиторії отримати доступ до інтерактивного навчання через Інтернет. Важливо розробити МООС, який максимально взаємодіє з учнями та надає їм можливість вивчати фізику в зручному для них темпі [13].

Інтерактивність є ключовим фактором в ефективному дистанційному викладанні фізики. Використання інтерактивних засобів та технологій дозволяє школярам активно взаємодіяти з матеріалом та отримувати зворотний зв'язок від вчителя. Важливо створити спеціалізоване середовище для такої інтерактивної взаємодії, що базується на сучасних інформаційних та комунікаційних технологіях.

Крім того, ефективне дистанційне викладання фізики передбачає індивідуалізацію навчального процесу. Кожен учень має свої темпи та стиль навчання, і важливо надати можливість адаптувати матеріал до потреб кожного школяра. Це може включати в себе створення персоналізованих навчальних планів та засобів оцінювання [15].

Загалом, методичні підходи до ефективності викладання фізики в дистанційному форматі включають розробку програм, використання інтерактивних технологій, створення індивідуалізованих навчальних планів та активну взаємодію зі школярами через Інтернет.

Методичні підходи до ефективності викладання фізики в дистанційному форматі можуть включати різноманітні методи та стратегії для забезпечення якісної освіти через віддалені технології. Давайте розглянемо декілька таких методичних підходів [12]:

1. Заочне навчання: Ця форма дистанційного навчання включає обмін письмовими матеріалами між вчителем та школяром. Спільне використання паперової кореспонденції сприяло розвитку цього методу. Завдяки транспортним технологіям обмін матеріалами став більш доступним.

2. Дистанційне навчання: Цей підхід акцентує на самому процесі навчання та використанні технологій для забезпечення віддаленої освіти. Він

наголошує на взаємодії школярів з навчальним матеріалом та вчителями через електронні комунікаційні засоби.

3. Розподілена освіта: Цей підхід визначає освіту, доступну у будь-якому місці та у будь-який час завдяки електронним технологіям. Він може включати в себе комбінацію методів, включаючи навчання очі-у-очі та використання технологій.

4. Гібридні класи: Цей підхід об'єднує дистанційне навчання та традиційні очні заняття. Наприклад, школяри можуть зустрічатися для лабораторних робіт в класі, а решту матеріалу вивчати онлайн.

5. Відкрите навчання: Термін "відкрите навчання" використовується в країнах Британської Співдружності і походить від Відкритого університету Великобританії. Цей метод надає можливість отримувати освіту для тих, хто не має можливості навчатися у селективних університетах.

6. Онлайн-навчання: Цей термін вказує на дистанційне навчання, де основна частина навчального процесу відбувається через комп'ютер та Інтернет.

7. Електронне навчання: Цей термін, який став популярним на початку 2000-х років, охоплює будь-яку електронну допомогу у навчанні, часто асоціюючи це з використанням комп'ютерів та Інтернету.

Вибір конкретного методу залежить від цілей освіти, технічних можливостей та потреб школярів та вчителів. Важливо розробляти імплементувати методики, які підтримують активне навчання, інтерактивну взаємодію та ефективне засвоєння матеріалу в дистанційному форматі [16].

Методичні підходи до ефективного викладання фізики в дистанційному форматі вимагають спеціалізованих стратегій та урахування педагогічних особливостей цього процесу. Дослідники та освітні вчені в Україні, такі як В.П.Вовкотруб, Ю.М. Галатюк, Є. В. Коршак, О. І. Ляшенко, Ю. М. Орищин, В. Ф. Савченко та інші, роблять акцент на важливості навчального фізичного експерименту.

Навчальний фізичний експеримент включає в себе демонстрацію експериментів, проведення лабораторних робіт та вирішення експериментальних завдань. Цей підхід ставить перед вчителем завдання керувати сприйманням школярів та спрямовувати їх на формування певних понять та переконань шляхом активної практичної діяльності. Навчальний фізичний експеримент може включати в себе спостереження та вимірювання, що дозволяє школярам якісно та кількісно оцінювати фізичні явища та процеси [14].

Лабораторний метод викладання фізики є важливою складовою освітнього процесу. Використовуючи цей метод, вчителі стимулюють учнів самотійно вивчати наукові закони та принципи через проведення власних експериментів. Учні мають можливість самотійно здійснювати експериментальну роботу та висувати гіпотези на основі власних спостережень.

Важливо надати учням належні вказівки та забезпечити лабораторію відповідними засобами та обладнанням для здійснення експериментів. Це включає у себе інструкції та матеріали, необхідні для самотійного проведення досліджень [15].

У результаті використання лабораторного методу, учні мають можливість вивчати фізику в більш інтерактивний та практичний спосіб, сприяючи глибшому розумінню предмету та розвитку наукових навичок.

У контексті дистанційного навчання методичні підходи до ефективного викладання фізики за допомогою лабораторних робіт набувають особливого значення. Лабораторні роботи з фізики можна класифікувати за різними ознаками, що дозволяє більш точно визначити їхню мету та використання в навчальному процесі [13].

1. За змістом: Лабораторні роботи можуть включати в себе різні розділи фізики, такі як механіка, молекулярна фізика, електродинаміка, оптика і багато інших. Вибір конкретного розділу залежить від освітніх цілей та програми.

2. За методами реалізації та обробки результатів: Лабораторні роботи можуть включати в себе спостереження, якісні досліди, вимірювальні роботи та кількісні дослідження функціональних залежностей фізичних величин. Це дозволяє школярам вивчати явища якісно та кількісно.

3. За мірою самостійності учнів: Лабораторні роботи можуть бути перевірочними, евристичними або творчими. Перевірочні роботи служать для перевірки та закріплення вже вивченого матеріалу, евристичні дозволяють учням самостійно розв'язувати завдання, а творчі роботи сприяють розвитку креативного мислення та дослідницьких навичок.

4. За дидактичною метою: Лабораторні роботи можуть бути спрямовані на вивчення нового матеріалу, повторення, закріплення вивченого, спостереження та вивчення фізичних явищ, ознайомлення з фізичними приладами та вимірюванням фізичних величин, а також визначення фізичних констант.

5. За місцем у навчальному процесі: Лабораторні роботи можуть бути попередніми, ілюстративними, підсумковими. Це дозволяє інтегрувати їх у різні етапи навчання.

6. За організаційною ознакою: Лабораторні роботи можуть проводитися фронтально (для всього класу), у формі фізичних практикумів (для окремих груп школярів) або навіть в домашніх умовах.

Класифікація лабораторних робіт за цими ознаками допомагає вчителям ефективно впроваджувати їх у дистанційному навчанні та враховувати потреби школярів у здобутті знань та навичок з фізики.

РОЗДІЛ 2. ПОТЕНЦІАЛ ДЕМОНСТРАЦІЙНИХ ЕКСПЕРИМЕНТІВ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ЯКІСНОЇ ФІЗИЧНОЇ ОСВІТИ НА ВІДДАЛЕНОМУ ЕТАПІ

2.1 Педагогічні аспекти використання демонстраційних експериментів для поглибленого засвоєння фізичних концепцій

Педагогічні аспекти використання демонстраційних експериментів для поглибленого засвоєння фізичних концепцій відіграють важливу роль у сучасному навчанні фізики. Однією з ефективних стратегій є використання комп'ютерних технологій і програмних засобів, які дозволяють створити інтерактивне та захоплююче навчальне середовище.

Застосування комп'ютерних технологій та програм у навчанні фізики відкриває широкий спектр можливостей для покращення процесу освіти. Використання інтерактивних дошок дозволяє вчителям ефективно пояснювати складні фізичні концепції, демонструвати відеоматеріали та анімації, а також проводити інтерактивні вправи та групові заняття. Це забезпечує активну участь учнів у процесі навчання та сприяє кращому розумінню матеріалу [18].

Симулятори та віртуальні лабораторії дозволяють учням проводити експерименти та спостерігати за їх результатами без необхідності фізичного обладнання. Це спрощує проведення дослідів та дозволяє уникнути ризику при роботі з реальними приладами.

Крім того, існують спеціалізовані комп'ютерні програми, які містять інтерактивні вправи, тести та відмінні інструменти для допомоги учням у засвоєнні фізичних концепцій. Ці програми можуть використовуватися як в класі, так і для самостійного навчання [21].

Важливою перевагою використання комп'ютерних технологій є покращення розуміння складних фізичних концепцій завдяки візуалізації та

моделюванню. Учні можуть бачити і аналізувати фізичні явища у віртуальному середовищі, що допомагає їм краще їх розуміти.

Інтернет також надає доступ до великої кількості веб-ресурсів та онлайн-платформ, які сприяють навчанню фізики. Ці ресурси можуть включати веб-сайти з інтерактивними вправами, відеоуроками, електронними підручниками та форумами для обговорення [19].

Узагальнюючи, використання комп'ютерних технологій та програмних засобів у навчанні фізики допомагає зробити процес навчання більш цікавим та доступним для учнів. Вони мають можливість експериментувати, вивчати складні фізичні явища та поглиблювати своє розуміння фізики завдяки інтерактивним та візуальним засобам.

Педагогічні аспекти використання демонстраційних експериментів для поглибленого засвоєння фізичних концепцій включають в себе індивідуалізацію навчання, яка є однією з ключових переваг комп'ютерних технологій. Учні можуть користуватися комп'ютерними програмами та онлайн-ресурсами у власному темпі, враховуючи свої потреби. Вони можуть повторювати матеріал, який їм складно засвоїти, або розширювати свої знання за допомогою додаткових матеріалів. Це сприяє індивідуальному навчанню та задоволенню особистих освітніх потреб кожного учня [17].

Однак, разом з численними перевагами використання комп'ютерних технологій у навчанні фізики виникають і певні виклики. Перший виклик - це необхідність налагодження відповідної інфраструктури та забезпечення доступу до необхідних комп'ютерних пристроїв та програм. Другий виклик пов'язаний з необхідністю підготовки вчителів, щоб вони могли ефективно впроваджувати ці технології у своїх уроках. Третій виклик - це постійне оновлення та адаптація програмних засобів до сучасних вимог та стандартів навчання [20].

Загалом, використання комп'ютерних технологій та програмних засобів у навчанні фізики є потужним засобом, який сприяє залученню учнів до навчання, поліпшенню їх розуміння фізичних концепцій і розвитку навичок.

Проте важливо забезпечити рівний доступ до цих технологій для всіх учнів і надати підтримку вчителям у підготовці до ефективного використання комп'ютерних засобів у навчальному процесі.

Використання віртуальних та допоміжних інструментів у навчанні фізики стає важливим аспектом розвитку сучасної освіти і сприяє кращому засвоєнню фізичних концепцій. Ці інструменти охоплюють віртуальні лабораторії, симулятори, інтерактивні додатки та інші цифрові ресурси, які сприяють збагаченню процесу навчання фізики [24].

1. Віртуальні лабораторії: Використання віртуальних лабораторій дозволяє учням взаємодіяти з віртуальними об'єктами та проводити експерименти з різними параметрами. Це надає можливість безпечно виконувати складні або небезпечні досліди, що можуть бути недоступні в реальних лабораторіях. Віртуальні лабораторії також допомагають учням аналізувати та порівнювати результати, що сприяє глибшому розумінню фізичних законів.

2. Симулятори та моделювання: Використання симуляторів та моделювання дозволяє учням створювати віртуальні моделі та спостерігати за їхнім розвитком. Це дозволяє вивчати складні фізичні процеси, які можуть бути важкими для спостереження у реальному житті. Учні можуть експериментувати з різними параметрами та визначати їх вплив на результати, що сприяє розвитку критичного мислення та навичок проведення досліджень.

3. Інтерактивні додатки та веб-ресурси: Наявність інтерактивних додатків та веб-ресурсів розширює можливості навчання фізики. Учні мають доступ до додаткових матеріалів, відеоуроків, інтерактивних завдань та інших ресурсів, які допомагають зрозуміти складні концепції фізики. Використання таких ресурсів дозволяє персоналізувати навчання, враховуючи індивідуальні потреби та рівень знань учнів.

4. Відкрите навчання: Використання відкритих джерел, таких як відеолекції, вебінари, онлайн-курси, дозволяє учням самостійно досліджувати та вивчати фізику. Вони можуть використовувати різноманітні ресурси, щоб

збільшити свої знання та поглибити розуміння. Відкрите навчання також надає учням можливість вивчати фізику власним темпом та досліджувати теми, які їх цікавлять.

5. Інтерактивні дошки та мультимедійні презентації: Використання інтерактивних дошок та мультимедійних презентацій дозволяє вчителям візуалізувати складні концепції, використовувати анімацію, відео та зображення для пояснення матеріалу. Це допомагає учням зрозуміти абстрактні поняття та створює цікаве навчальне середовище.

Загалом, використання цих цифрових інструментів сприяє поглибленню засвоєння фізичних концепцій і робить навчання фізики більш захоплюючим та ефективним [20].

Впровадження віртуальних інструментів в навчання фізики має значущі педагогічні переваги, зокрема, можливість проведення віртуальних експериментів, які допомагають у поглибленому засвоєнні фізичних концепцій. Віртуальні лабораторії є одним із таких інструментів, які дозволяють учням взаємодіяти з віртуальними об'єктами та проводити експерименти з різними параметрами без потреби в реальних лабораторних заняттях. Це допомагає їм сприймати складні фізичні концепції на більш глибокому рівні.

Крім віртуальних лабораторій, існують інші цифрові інструменти, що доповнюють навчальний процес. Наприклад, симулятори фізичних процесів дозволяють учням моделювати різні ситуації та спостерігати за їх розвитком, що сприяє глибшому розумінню матеріалу. Інтерактивні додатки та веб-ресурси надають доступ до додаткових матеріалів, відеоуроків, завдань та інших ресурсів, що сприяють поглибленню знань та розвитку навичок [22].

Проте важливо враховувати виклики при використанні цих інструментів. Потрібен доступ до відповідного обладнання та програмного забезпечення, а вчителі повинні бути готові та навчені використовувати ці технології в навчанні. Постійне оновлення та адаптація цифрових ресурсів до сучасних вимог є ще одним важливим завданням.

Зрештою, використання віртуальних та допоміжних інструментів у навчанні фізики вимагає від вчителів готовності до інтеграції цих технологій у навчальний процес. Вони повинні мати необхідні знання та навички для ефективного використання цифрових ресурсів та здатність створювати стимулююче і інтерактивне навчальне середовище. Правильне використання цих інструментів може значно покращити якість та ефективність процесу вивчення фізики, сприяючи активному залученню учнів та поглибленому розумінню предмету [23].

2.2 Технологічні можливості реалізації демонстраційних експериментів в електронному навчальному середовищі

При аналізі програмних засобів для віртуальних фізичних експериментів відкрили, що існує багато безкоштовних платформ. Розглянемо декілька найпопулярніших серед них.

Однією з таких платформ є PhET (Physics Education Technology) [29], яка доступна безкоштовно під ліцензією GNU/GPL. Ця програма дозволяє інтерактивно моделювати фізичні явища для навчання. PhET була розроблена Університетом Колорадо і містить віртуальні лабораторії, які демонструють різні явища в областях фізики, хімії, біології, географії та навіть надає інтерактивні математичні інструменти (див. рисунок 2.1).

Симуляції PhET розроблені з використанням технологій Java та HTML5, що дозволяє проводити демонстрації онлайн і вбудовувати аплети на веб-сторінки для дистанційного навчання. Усі ці можливості розглядаються на кожній сторінці демонстрації PhET, які є інтерактивними. Крім того, PhET має віртуальні фізичні лабораторії з інтуїтивним інтерфейсом, що не потребує особливих навичок користувача. В цих віртуальних лабораторіях є завдання та набір необхідних елементів для їх виконання [29]. Головною метою цих демонстрацій є візуалізація і пояснення фізичних явищ, і вони не призначені для оцінювання засвоєння знань школярів.



Рисунок 2.1 – Стартова сторінка платформи PhET.

Окрім PhET, варто звернути увагу на проект VirtuLab [31], який активно використовується в сучасному сегменті Інтернету. VirtuLab містить віртуальні експерименти з різних природничих дисциплін. Основними одиницями цієї колекції є віртуальні експерименти, кожен з яких має навчальну мету та чітко сформульовані завдання. Користувачам надаються всі необхідні інструменти та об'єкти для проведення фізичних експериментів та отримання результатів.

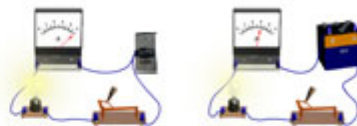
Також, важливо відзначити платформу myPhysicsLab [30], яка, незважаючи на англomовний інтерфейс, надає можливість користувачам використовувати вбудований в браузер перекладач (правою кнопкою миші можна вибрати "переклад на українську мову"). Цей ресурс є відкритим програмним засобом з ліцензією Apache 2.0. Більшість моделей, які доступні на платформі myPhysicsLab, стосуються механічних явищ (див. рисунок 2.3).

Електрометр Брауна



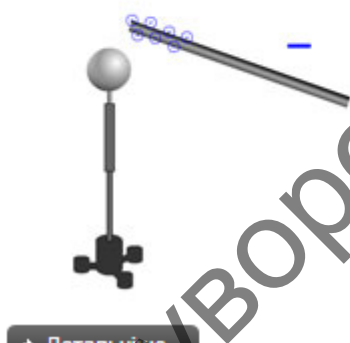
→ Детальніше...

Електрична напруга



→ Детальніше...

Перерозподіл електричних зарядів



→ Детальніше...

Послідовне з'єднання резисторів

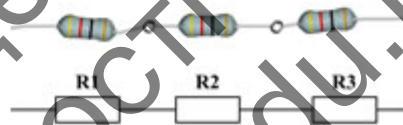


Рисунок 2.2 – стартова сторінка проекту VirtuLab.

На цьому ресурсі представлено понад 50 різних моделей, кожна з яких має приклад-файл для розробки та тестування. Ці моделі можуть також працювати автономно без підключення до Інтернету. Приклади фізичних симуляцій доступні у двох форматах файлів: 1. розширена компіляція - завантажується швидше і доступна для офлайн використання; 2. проста компіляція - надає більше можливостей налаштувань і також доступна для офлайн користування.

Важливо відзначити, що фізичні величини, представлені в моделях myPhysicsLab, не мають одиниць вимірювання. Усі ці фізичні величини є безрозмірними і можуть інтерпретуватися за необхідними потребами, але вони повинні бути коректними в межах конкретної моделі.

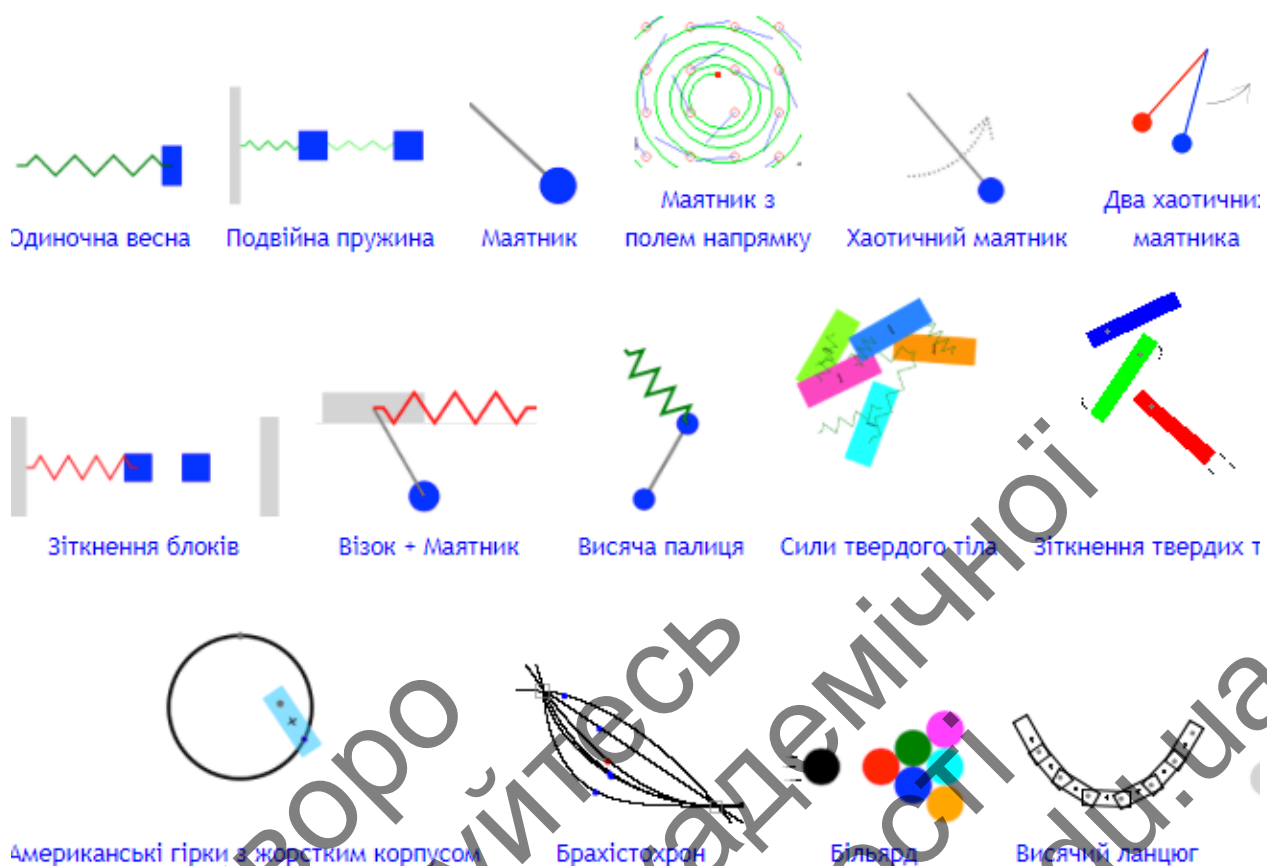


Рисунок 2.3 – Стартова сторінка платформи myPhysicsLab.

Український інтерактивний навчальний контент, доступний для вільного використання на платформі MozaikEducation (див. рисунок 2.4) [28], є дуже цікавим і корисним як для учнів, так і для вчителів. Цей контент включає в себе освітнє презентаційне програмне забезпечення MozaBook, яке оптимізоване для використання на інтерактивних дошках. З його допомогою вчителі та учні можуть створювати презентації і доповнювати їх інтерактивними 3D-анімаціями, освітніми відео та різними зображеннями. MozaBook включає різноманітні навчальні ресурси, такі як тематичні програми, ігри та 3D-анімації, які охоплюють усі предмети, що викладаються в середній освіті. Використання цих ресурсів сприяє підвищенню зацікавленості учнів і допомагає їм краще засвоювати навчальний матеріал.



Рисунок 2.4 – Стартова сторінка платформи MozaikEducation.

Додатки MozaTools включають більше 110 інтерактивних інструментів і ігор, які сприяють поліпшенню візуального сприйняття інформації та дозволяють учням проводити різноманітні експерименти. Після реєстрації учні мають можливість використовувати ці інтерактивні інструменти через платформу дистанційного навчання (див. рисунок 2.5). Розробники інтерактивного ресурсу постійно оновлюють перелік інтерактивних інструментів, щоб надавати користувачам найбільш актуальні засоби для навчання.



Рисунок 2.5 – Інтерактивні інструменти MozaTools.

Крім вищезазначеного, цей ресурс включає в себе 80 відео, що демонструють різноманітні цікаві фізичні експерименти, які можуть бути

використані для візуальної демонстрації фізичних явищ, або як основу для фронтальних або віртуальних експериментів.

Платформа Go-labz [26] включає в себе понад 80 віртуальних симуляцій та містить 60 віртуальних лабораторій, які дають змогу проводити дослідження не лише в області фізики, а також у хімії та біології. Ця платформа симуляцій побудована з використанням системи управління контентом Drupal 8, і вона сумісна та функціонує в усіх сучасних браузерах, що підтримують CSS та JavaScript, включаючи Google Chrome, Firefox, Microsoft Edge, Internet Explorer, Opera та Safari. Go-labz надає можливість безкоштовного використання доступних ресурсів, що сприяє розвитку навчання в природничих науках на принципах STEM-освіти. Крім того, вчителі можуть створювати сценарії віртуального навчання для кожного уроку, які включають онлайн-лабораторії та інший мультимедійний контент. Незважаючи на те, що платформа Go-labz працює англійською мовою, користувач може використовувати вбудований у браузер перекладач (див. рисунок 2.6).



Рисунок 2.6 – Стартова сторінка платформи Go-labz.

Інтерактивний програмний засіб Lab4U [27] надає можливість використовувати онлайн ресурси для навчання фізики, біології та хімії. Учні мають доступ до віртуальної лабораторії та інтерактивних інструментів, таких як акселерометр, камера, сонометр, спідометр та плоттер. Крім цього, вчителі мають на своєму розсуді додаткові ресурси, включаючи вчителський портал, спільноту вчителів і блог для обговорення питань освіти та обміну досвідом (див. рисунок 2.7).

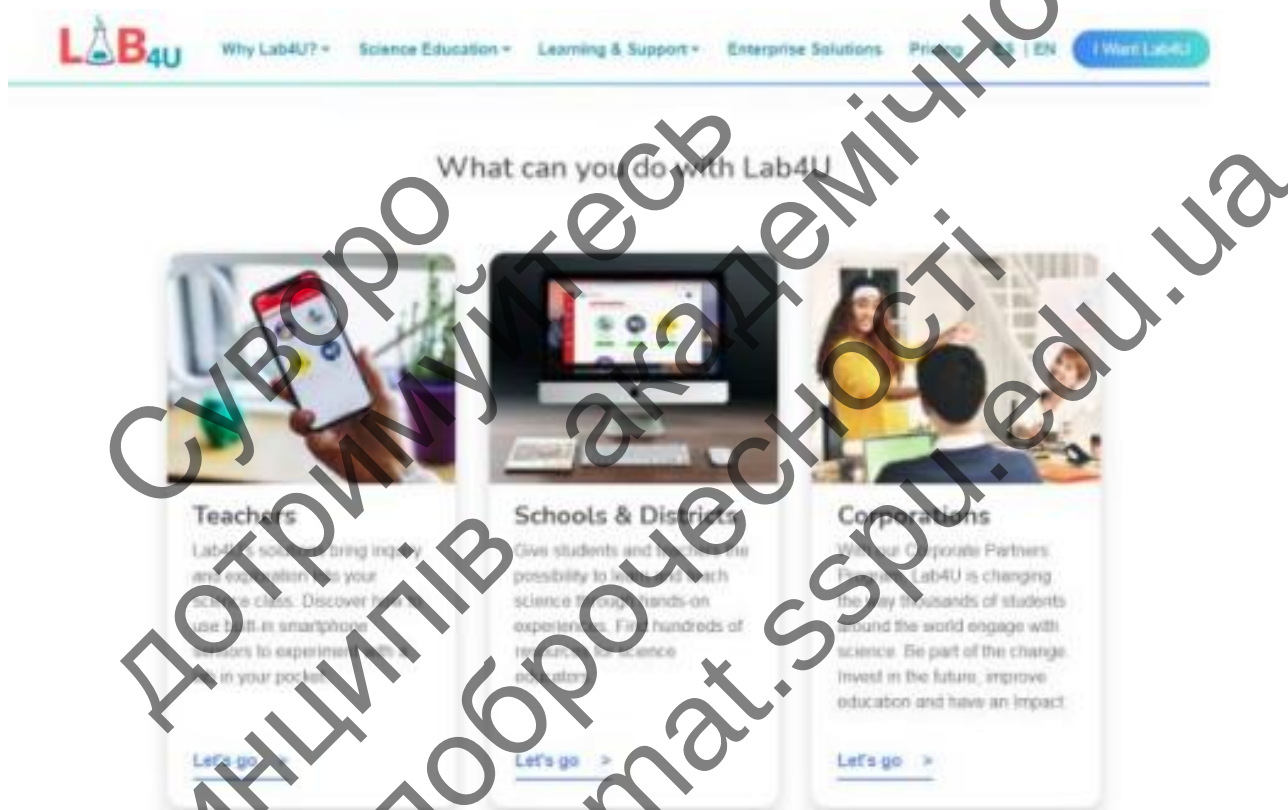


Рисунок 2.7 – Стартова сторінка платформи Lab4U.

Інтерактивний ресурс Apps on Physics Walter Fendt [25] включає в себе додатки з фізики, розділені на 9 категорій: механіка, коливання та хвилі, електродинаміка, оптика, термодинаміка, теорія відносності, фізика атомів, ядерна фізика і фізика твердого тіла (див. рисунок 2.8). Ця платформа симуляцій побудована з використанням HTML5 і дозволяє користувачам працювати з обраним ресурсом у режимі онлайн та змінювати параметри системи.

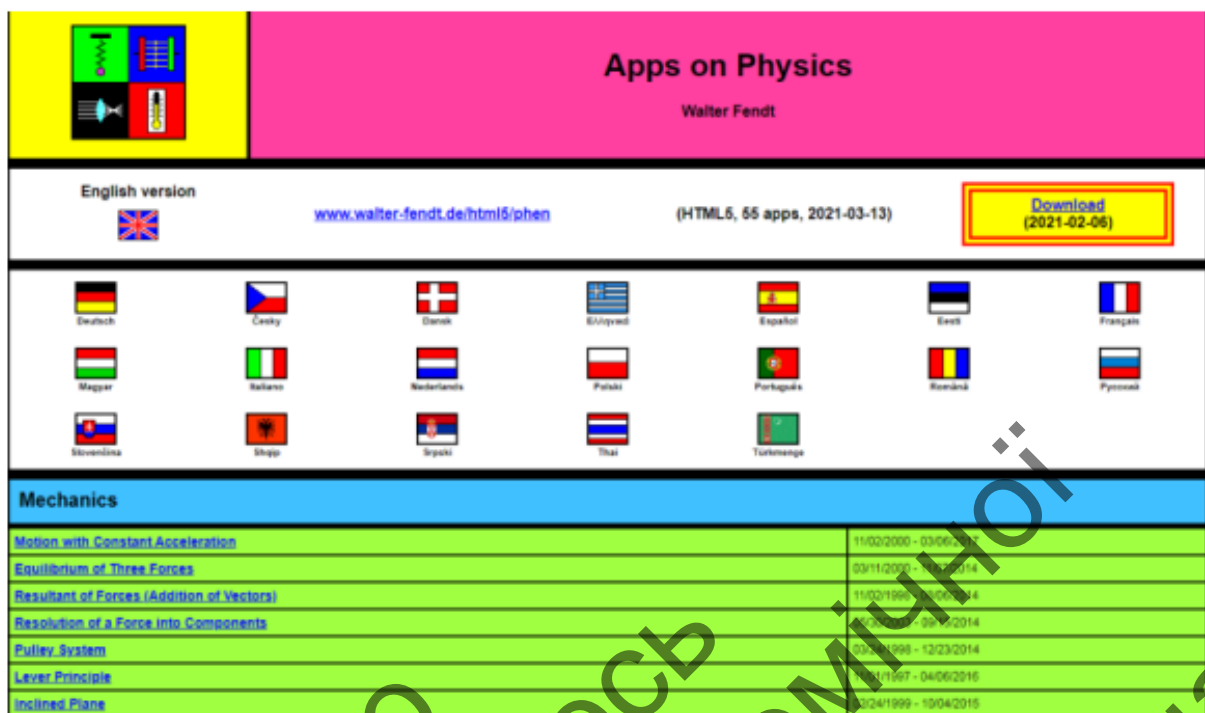


Рисунок 2.8 – Стартова сторінка Apps on Physics Walter Fendt

Загальний висновок є, що на сьогоднішній день існує безліч платформ, доступних для вільного використання, які дозволяють покращити фізичний експеримент або навіть провести його, особливо в умовах відсутності необхідного фізичного обладнання. Ці платформи також сприяють покращенню освітнього процесу з фізики на базовому рівні середньої освіти. Однією з значущих переваг цих ресурсів є відсутність залежності від Adobe Flash Player, який був припинений 31 грудня 2020 року.

2.3 Аналіз переваг та викликів впровадження демонстраційних експериментів у дистанційний освітній процес

У науковій літературі існують різні визначення дистанційного навчання. Проте, спільною рисою для всіх є відсутність необхідності фізичного підключення до кабельних мереж. Основна особливість мобільного навчання в фізиці полягає в тому, що воно надає користувачам більше "ступенів свободи" - більшу інтерактивність і можливість рухатися вільно. Воно сприяє індивідуалізації навчання і надає рівний доступ до навчальної інформації. У

засобів мобільного навчання фізики виділяють такі дидактичні функції: 1) врахування індивідуальних особливостей учнів - невимушене, персоналізоване, ситуативне навчання; 2) створення умов для поєднання індивідуального та групового навчання; 3) забезпечення швидкості виконання завдань (у визначений термін).

Таким чином, ми погоджуємось з думкою західних дослідників Е. Вагнера та П. Вільсона [5], які виокремлюють наступні переваги мобільного навчання: 1) перехід від моделі "командування та контролю" до моделі "співпраці у навчанні"; 2) привабливість навчання; 3) доступність та раціональність навчання - можливість користувачеві легко змінювати робоче місце за допомогою мобільних пристроїв та програм; 4) синхронна миттєва активна комунікація між вчителем та учнями.

Проте, на нашу думку, у системі навчання загалом і в навчанні фізики зокрема використання мобільних пристроїв, крім переваг, має також ряд недоліків: 1) обмежений час автономної роботи мобільних пристроїв через обмежену батарею і дисплей; 2) надмірне навантаження на зір; 3) розфрагментованість навчання - учні можуть бути в ситуаціях, які відволікають їх увагу.

Слід відзначити, що мобільні засоби навчання передбачають як роботу на основі власного програмного забезпечення, так і в мережі Інтернет. У першому випадку можливість використання прикладних програм обмежується об'ємом пам'яті мобільних засобів: 2 Гб для ноутбуку та планшетного ПК, 512 Мб для кишенькового ПК, 32 Мб для смартфона та 4 Мб для мобільного телефону. Тому ми вважаємо, що цю проблему можна вирішити застосуванням мобільних пристроїв з підключенням до Інтернету, тобто здатність працювати в режимі онлайн. Для визначення доцільності використання мобільних засобів у навчанні фізики розглянемо можливості онлайн-навчання на прикладі освітньої платформи All-fizika (див. рисунок 2.9).



Рис. 2.9 Складові освітньої платформи All-fizika

Освітня платформа All-fizika надає вчителям та учням можливість вивчати фізику через ряд зручних функцій:

1. **Пошук матеріалів:** Платформа дозволяє швидкий доступ до електронних ресурсів, таких як зображення, графіки, роздаткові матеріали та медіа-модулі.

2. **Попередній перегляд матеріалів:** Учні можуть ознайомитися з навчальними матеріалами перед використанням.

3. **Інформація про навчальні фільми:** Платформа надає короткий опис навчальних фільмів, вказуючи для яких класів вони призначені, тривалість та основний зміст.

4. **Вправи та тестові завдання:** До навчальних фільмів додаються вправи та тестові завдання для перевірки розуміння матеріалу.

5. **Можливість завантаження матеріалів:** Користувачі можуть скачувати запропоновані навчальні матеріали.

Так як електронне навчання фізики передбачає підключення до Інтернету, можливе використання не лише мобільних пристроїв, але й стаціонарних ПК. Це розширює можливості доступу учнів до навчальної інформації.

Використання електронних засобів у режимі онлайн має декілька переваг для навчання фізики:

1. **Швидкий та легкий доступ до інформації:** Забезпечується швидкий доступ до бази знань, що міститься в мережі Інтернет.

2. **Інтерактивна взаємодія:** Учасники можуть взаємодіяти у формі діалогу, наближаючи це до традиційних навчальних технологій.

3. **Контроль та перевірка знань:** Можливість перевірки знань та навичок учнів у віддаленому режимі.

4. **Віддалений доступ до лабораторного обладнання:** Організація лабораторних практикумів через доступ до реального лабораторного обладнання в мережі.

5. **Індивідуалізація навчання:** Адаптація навчального процесу до потреб кожного учня.

6. **Спільне навчання та обмін контентом:** Можливість спільного навчання та обміну освітнім контентом між користувачами.

Однак онлайн навчання має деякі обмеження та недоліки:

1. **Відсутність прямої взаємодії:** Взаємодія між учасниками здійснюється через електронну пошту, що може вимагати часу на відповідь.

2. **Залежність від Інтернету:** Комунікація можлива лише з точки доступу до Інтернету.

3. **Опосередкованість зворотного зв'язку:** Зворотний зв'язок із вчителем та учнями обмежений та відбувається через електронну пошту.

4. **Обмежений час для оцінювання та контролю знань:** Оцінювання та контроль знань обмежені у стандартних тестових формах.

Це дозволяє нам стверджувати, що між засобами та видами навчання фізики є безпосередній взаємозв'язок, який визначає структуру ДН (рис. 2.10).



Рис.2.10. Запропонований нами фрагмент структури ДН

На мою думку, при виборі методу навчання важливу роль грають як дидактичні цілі, так і можливості прикладних програм з фізики, які використовують відповідні засоби навчання. Зараз існує значна кількість сучасних педагогічних програмних засобів з фізики та навчальних фільмів, доступ до яких можливий як онлайн, так і в автономному режимі роботи технічних засобів навчання. Дехто з цих засобів орієнтований на використання віртуальної реальності.

В термінології науки, "віртуальна реальність" означає створений технічними засобами світ, який сприймається людиною через звичні для сприйняття відчуття матеріального світу. Сучасні системи віртуальної реальності включають в себе візуалізацію в реальному часі, взаємодію з об'єктами віртуальної реальності в тривимірному просторі, моделювання та інтуїтивне введення інформації.

Згідно наведених вище визначень "віртуального навчання", цей підхід ґрунтується на використанні сучасних технічних засобів, що дозволяють спостерігати або взаємодіяти з об'єктами віртуальної реальності.

Відповідно, особливість віртуального навчання фізики на освітній платформі All-fizika полягає в тому, що використовуються переважно ті фізичні процеси, явища, або складові пристрої, які складно демонструвати учням у реальних умовах. All-fizika пропонує вчителям та учням навчальні фільми, які включають тривимірні зображення. Ці навчальні фільми будуються на принципах:

1. Моделювання життєвої ситуації, що демонструє важливість матеріалу, який буде вивчатися.

2. Пояснення нового матеріалу на основі сучасних теорій.

Використання віртуального навчання фізики має свої переваги:

1. Психологічна адаптація учнів: Вчителі не завжди потрібні, що сприяє підвищенню концентрації уваги учнів на навчальних матеріалах та зменшує страх перед відповідями від вчителя.

2. Економічна ефективність: Використання віртуальних навчальних програм не вимагає значних витрат.

3. Вплив на інші види діяльності: Віртуальне навчання стимулює інші пізнавальні та творчі аспекти учнів та сприяє їх розвитку.

4. Дія на всі органи чуття та інтелектуальний розвиток.

Проте віртуальне навчання також має свої обмеження та недоліки:

1. Вплив на психічне та фізичне здоров'я: Продовжена експозиція до віртуальної реальності може впливати на психічне та фізичне здоров'я учнів.

2. Схильність до комп'ютерної залежності: Старшокласники можуть стати схильнішими до комп'ютерної залежності, що може вплинути на їх академічну діяльність та соціальне життя.

3. Нездатність до повного заміщення особистого контакту: Віртуальне навчання не може повністю замінити особистий контакт між учнями та вчителями, інтеракцію та взаємодію в реальному житті.

Таким чином, вибір методу навчання фізики повинен бути обґрунтований як дидактичними цілями, так і можливостями доступу до прикладних програм та ресурсів з використанням віртуальної реальності.

РОЗДІЛ 3. ПРОЕКТУВАННЯ, РЕАЛІЗАЦІЯ ТА АНАЛІЗ ДЕМОНСТРАЦІЙНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ У ВІДДАЛЕНОМУ РЕЖИМІ

3.1 Вибір та обґрунтування методичних аспектів демонстраційного експерименту

Цей тип фізичного експерименту, як вказує його назва, передбачає проведення дослідів на демонстраційному столі вчителя, при цьому усі учні класу мають можливість спостерігати за ними. Отже, експерименти повинні бути організовані так, щоб їх можна було спостерігати з будь-якого робочого місця учня. Цьому меті повинні відповідати певні вимоги [32].

Технологічні вимоги:

- Експеримент повинен дотримуватися всіх технічних та безпеки охорони праці.
- Досліди повинні бути підготовлені та перевірені заздалегідь, передбачаючи можливі поломки та вживши необхідних заходів.
- На демонстраційному столі не повинно бути непотрібних предметів або обладнання.
- При включенні та вимиканні електричних приладів слід дотримуватися певного порядку: спочатку переконатися, що всі стабілізатори напруги перебувають в нульовому положенні, а перемикачі в положенні "вимкнено", потім підключити розетку, а потім перемкнути перемикач, після цього регулятор поступово подає напругу. Якщо регулятора напруги немає, можна використовувати варистор, підключаючи його послідовно до ланцюга або регулюючи струм в ланцюзі, відкриваючи варистор поступово. У першому випадку, положення варистора повинно відповідати мінімальній напрузі в ланцюзі, а в другому - мініимальному струму. Вимкнення проводиться в зворотному порядку.

- Обладнання для дослідження слід вибрати так, щоб воно було сумісним між собою. Вибір приладу здійснюється на основі технічних характеристик, які зазначені на приладі або в його паспорті.

- Рекомендується почати з вибору об'єкта дослідження.

Методичні вимоги до проведення демонстраційних експериментів у фізиці включають кілька аспектів, які необхідно враховувати для забезпечення ефективного та зрозумілого навчального процесу:

1. Зрозумілість експерименту:

- Використовуйте просте та зрозуміле обладнання.
- Розташовуйте обладнання так, щоб воно не перекривалося та було видно з будь-якого місця в аудиторії.

- Установки та схеми повинні бути чітко представлені та добре видимі.

2. Пояснення та підготовка учнів до експерименту:

- Поясніть мету та ідею експерименту перед його проведенням.
- Обговоріть спосіб виконання та очікувані результати.
- Пр продемонструйте роботу обладнання, особливо якщо воно використовується вперше.

3. Ефективність та відчуття реальності:

- Забезпечте помітність ефекту експерименту здалеку для зрозумілості та привабливості.

- Використовуйте підсилювачі, освітлювачі та інші засоби для покращення ефекту.

- Передбачте оптимальні умови для ефективного експерименту.

4. Відповідність результатів меті експерименту:

- Забезпечте, щоб результати експерименту відповідали заявленій меті та сприймалися учнями як переконливі.

5. Естетичність та ефективність:

- Приділяйте увагу зовнішньому вигляду та естетиці обладнання.
- Враховуйте аспекти майстерності та артистизму у викладі.

Дотримання цих вимог сприяє якісному та ефективному проведенню демонстраційних експериментів у навчальному процесі з фізики.

Сучасне проведення шкільних демонстраційних експериментів неможливо без застосування комп'ютерних технологій, які знаходять застосування на кількох етапах цього процесу. Використання комп'ютерних технологій відкриває можливості графічного подання фізичних законів та явищ за допомогою математичних моделей, моделювання фізичних процесів, аналізу їх динаміки та дослідження складних фізико-технічних параметрів.

З використанням аналого-цифрових перетворювачів у якості датчиків, комп'ютер може бути використаний у лабораторних роботах для вимірювання фізичних величин та графічної інтерпретації результатів експериментів, спрощуючи обчислення та обробку даних.

Демонстраційні експерименти можуть бути покращені за допомогою комп'ютерної графіки, що надає безмежні можливості для візуалізації та ілюстрації фізичних концепцій. Ці технології дозволяють створювати різноманітні демонстраційні матеріали, захоплюючі графічні інтерфейси та анімації.

Важливим аспектом є можливість збереження та фіксації інформації в електронному форматі, що дозволяє зручно архівувати та аналізувати результати експериментів. Інтерактивність комп'ютерних програм дозволяє школярам взаємодіяти з матеріалами, що сприяє кращому розумінню фізичних концепцій.

Використання інноваційних технологій може покращити активність школярів, підвищити якість засвоєння навчального матеріалу, а також допомогти зосередити увагу на найважливіших характеристиках об'єкта дослідження з точки зору навчальних цілей.

3.2 Розробка технічної інфраструктури для впровадження демонстраційного експерименту на дистанційних платформах

Розробка технічної інфраструктури для впровадження демонстраційних експериментів у сфері фізики на дистанційних платформах є важливою задачею, яка вимагає систематичного підходу та врахування ряду ключових аспектів. Досягнення цієї мети передбачає вивчення низки фізичних явищ, вибір та впровадження відповідного обладнання та технічних рішень, а також виявлення ефективних методів комунікації і навчання, які б сприяли максимальному засвоєнню знань вашою аудиторією.

1. Постановка цілей і завдань: Важливим етапом є чітке визначення цілей та завдань проекту. Це включає в себе обрання конкретної фізичної тематики для демонстраційних експериментів та визначення очікуваних результатів та сприйняття аудиторією.

2. Вибір обладнання: В процесі визначення необхідного обладнання слід ретельно аналізувати якість та можливості доступного обладнання. Це можуть бути прилади для вимірювань, лазери, оптичні компоненти тощо. Вибір повинен відповідати конкретним експериментальним завданням та бути сумісним із системою відеоконференцій.

3. Вибір платформи та програмного забезпечення: Важливо вибрати платформу для проведення експериментів. Веб-сайти, відеоконференційні системи або спеціалізовані освітні платформи можуть використовуватися для створення віддалених демонстраційних сесій. При цьому, програмне забезпечення для відеострімінгу та інтерактивних опцій повинно бути належним чином обрано та налаштовано.

4. Розробка відеопрезентацій: Створення відеопрезентацій вимагає не лише володіння фізичними знаннями, але й уміннями роботи з відеоредакторами та графічними програмами. Важливо розробити зрозумілі і цікаві відеопояснення, які надихатимуть школярів на вивчення фізичних явищ.

5. Підготовка демонстраційного обладнання: Налаштування і підключення фізичного обладнання до комп'ютера вимагає глибоких знань фізики та обладнання. Важливо, щоб аудиторія мала можливість чітко бачити та слухати опис проведення експериментів.

6. Проведення тестування та оптимізація: Тестування обладнання та платформи для демонстрацій вимагає ретельної перевірки на правильність роботи. Оптимізація процесів передачі даних та відеострімінгу може знадобитися для забезпечення плавної та високоякісної демонстрації.

7. Організація комунікації: Розробка системи зв'язку з аудиторією, включаючи чати, форуми, електронну пошту та інші інтерактивні інструменти для обговорення та відповідей на питання.

8. Підготовка матеріалів для учасників: Підготовка навчальних матеріалів, включаючи докладні пояснення про експерименти, супровідні матеріали, таблиці, схеми та інші інформаційні ресурси для підтримки процесу навчання.

9. Запис демонстрацій: Забезпечення можливості запису всіх демонстраційних сесій для подальшого використання та навчання.

10. Оцінка та зворотній зв'язок: Важливо збирати відгуки від учасників, проводити аналіз рівня розуміння матеріалу та ефективності демонстраційних методів. Зворотній зв'язок допоможе вдосконалювати методи навчання та зміцнювати інтерес аудиторії.

11. Публікація та поширення: Опублікування матеріалів та інформації про демонстраційні експерименти на відповідних платформах та спільнотах для максимального поширення серед зацікавлених осіб.

12. Підтримка та розвиток: Забезпечення подальшої підтримки та розвитку інфраструктури, включаючи додавання нових експериментів, вдосконалення та відповідь на потреби аудиторії.

Цей процес вимагає відчуття відповідальності та відданості науці та освіті, а також наукового підходу до розв'язання завдань. Він відкриває можливості для популяризації фізичних наук та навчання широкої аудиторії,

зокрема у віддалених регіонах або під час екстраординарних обставин, таких як пандемія.

3.3 Розробка уроків з теми "Оптика" з реалізацією демонстраційних експериментів

Використання цифрової лабораторії дозволяє проводити різноманітні дослідження у галузях геометричної та хвильової оптики. У геометричній оптиці ми можемо вивчати формування реальних та уявних зображень, розв'язувати рівняння тонких лінз, досліджувати телескопи, аналізувати вплив діафрагми на інтенсивність світла, досліджувати глибину різкості та застосовувати закон обернених квадратів. Крім того, ми можемо досліджувати явища, пов'язані з сферичними дзеркалами.

У хвильовій оптиці ми маємо можливість вивчати явища дифракції світла на щілині, проводити дослід Юнга, вивчати властивості ґраток, досліджувати дифракцію на отворах та екранах, а також аналізувати поляризацію світла.

Наше обладнання дозволяє створювати нові та цікаві оптичні схеми для виконання досліджень учнями. У цьому розділі ми пропонуємо низку лабораторних досліджень, завдань для фізичного практикуму та демонстраційних експериментів у галузі геометричної та хвильової оптики з використанням цифрових вимірювальних комплексів лабораторії Vernier.

Лабораторна робота **"Визначення головної фокусної відстані лінзи"** спрямована на дослідження взаємозв'язку між різними параметрами, такими як відстань до об'єкта, відстань до зображення та фокусна відстань, які характеризують лінзи. В цьому експерименті розглядаються опуклі та ввігнуті лінзи.

Для проведення досліджень використовуються наступні прилади та матеріали: аналогово-цифровий перетворювач LabQuest2, оптична лава Vernier довжиною 1,2 метри, джерело світла, двоопукла лінза з фокусною

відстанню 10 см, двоопукла лінза з фокусною відстанню 20 см, двоввігнута лінза з фокусною відстанню 15 см та екран.

Важливою теоретичною основою для розуміння лінз є їхня функція перетворення світлових пучків та формування зображень предметів. Лінзи можуть бути як збиральними, так і розсіювальними, а також можуть мати різні форми, такі як опуклі, плоско-опуклі, опукло-вгнуті, вгнуті, плоско-вгнуті та вгнуто-опуклі.

Формула для опису залежності між положенням об'єкта (a), положенням зображення (b) та фокусною відстанню лінзи (f) виражається як $1/a + 1/b = 1/f$. Ця формула визначає, як лінзи формують зображення на основі положень об'єкта та зображення.

Лінійне збільшення лінзи (Γ) визначається як відношення розміру зображення (h') до розміру об'єкта (h) і виражається як $\Gamma = h'/h = b/a$.

Для виконання лабораторної роботи застосовуються аналогово-цифровий перетворювач LabQuest2 та відповідні шаблони, де відстань a позначається як d_o , а відстань b як d_i .

Перед початком експерименту важливо встановити екран на відстані 10 см на оптичній лаві та розмістити лінзи відповідно до завдань. Потім слід регулювати положення лінзи, поки не буде отримано чітке зображення на екрані та описати розмір, форму, колір та орієнтацію отриманого зображення.

Експеримент повторюється для різних лінз і дозволяє визначити взаємні відмінності в налаштуваннях об'єктивів і властивостях отриманих зображень.

Хід роботи А) Визначення фокусної відстані збиральної лінзи

1. Закріпіть джерело світла на оптичній лаві на позначці 10 см. Розмістіть двоопуклу лінзу на лаві приблизно на відстані 50 см. Увімкніть джерело світла. Поставте екран на лаву так, щоб світло від джерела проходило через лінзу і впало на екран (див. рис. 3.1). Обертайте диск джерела світла, доки у вікні не відобразиться цифра "4". Це стане вашим "об'єктом" для цього дослідження. Підгоньте положення об'єкта та екрану так, щоб на екрані з'явилося чітке зображення.



Рис. 3.1. Установка експерименту

2. Зафіксуйте відстань між джерелом світла та об'єктивом як "Відстань до об'єкта" і відстань між об'єктивом та екраном як "Відстань до зображення" у таблиці 3.1. Вимірювання відстаней проводяться за допомогою трикутного вказівника над лінійкою на тримачах оптичних елементів (див. рис. 3.1).

Таблиця 3.1

№	Відстань до об'єкта d_o , см	Відстань до зображення d_i , см
1		
2		
...		

3. Продовжуйте налаштовувати положення об'єктива та екрану для знаходження різних конфігурацій, при яких отримується чітке зображення. Занотуйте 5 пар значень для "Відстань до об'єкта" і "Відстань до зображення" в таблиці.

4. На інтерфейсі для збору даних LabQuest2, перейдіть до меню "Файл" і оберіть "Створити" (див. рис. 3.2). В меню "Таблиця" оберіть заголовок таблиці X, щоб відкрити меню параметрів рядка. Введіть назву "d-o" для позначення відстані до об'єкта (ця величина a в формулі (1)) і натисніть ОК. Далі оберіть заголовок таблиці Y, щоб відкрити меню параметрів стовпця. Введіть назву "d-i" для позначення відстані до зображення об'єкта (ця величина b в формулі (1)) і також натисніть ОК. Запишіть дані з таблиці в відповідні рядки на екрані (для переходу до наступної комірки використовуйте клавішу

Enter). Перейдіть до меню "Графік", щоб візуалізувати залежність відстані до зображення від відстані до об'єкта.

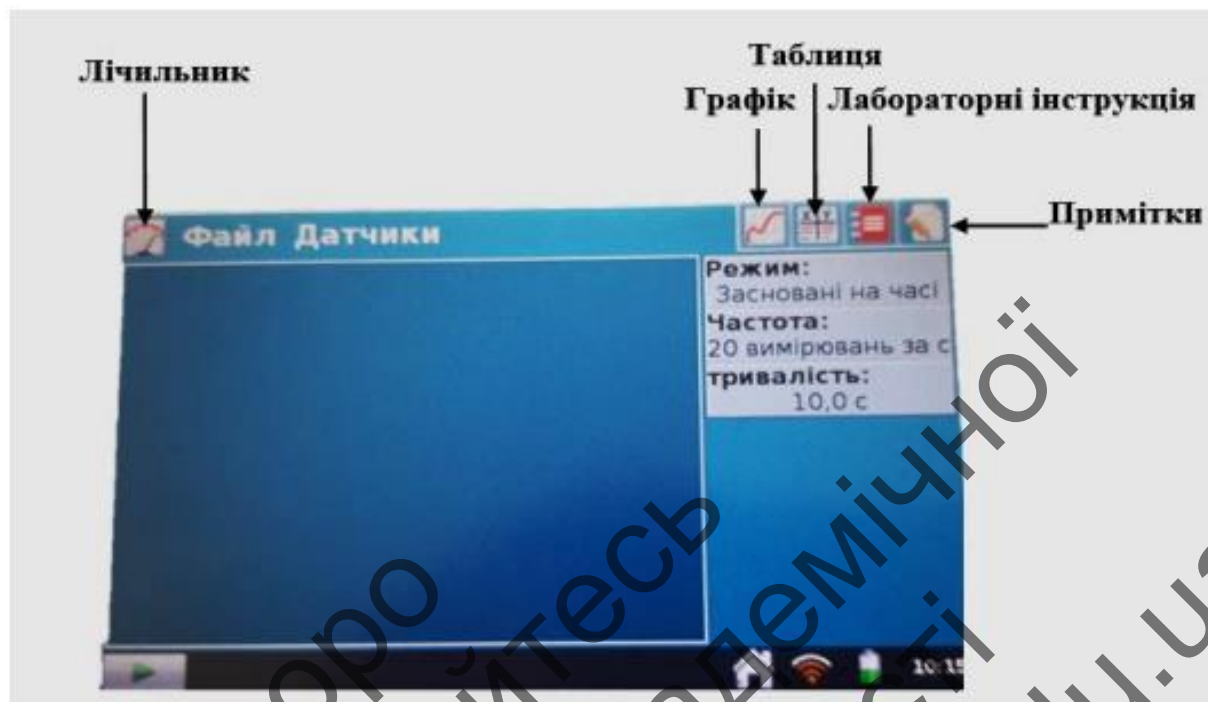


Рис. 3.2 Інтерфейс збору даних LabQuest2.

5. Використовуйте обчислювальні стовпці для створення графіка, що відображає зворотну залежність між відстанню до об'єкта і відстанню до зображення. У меню "Таблиця" виберіть "Створити обчислювальний стовпець". Позначте його як "1/d-o". Оберіть тип рівняння "A / X". Введіть "1/d-o" як стовпець осі X та встановіть параметр A рівним 1. Після цього натисніть ОК. Повторіть ці кроки для стовпця Y, назвавши його "1/d-i".

6. Для виконання лінійної апроксимації виразу (1/d-i) у вигляді функції (1/d-o), використовуйте наступний порядок: перейдіть в меню "Аналіз" і виберіть "Крива Fit". Виберіть стовпець, який є залежною змінною, тобто "1/d-i". Оберіть "Рівняння апроксимації" як "Лінійна" та натисніть ОК. По завершенні цих кроків, на екрані праворуч з'явиться лінійне рівняння апроксимації у вигляді $y=mx+b$ та значення коефіцієнтів m і b (див. рис. 3.3).

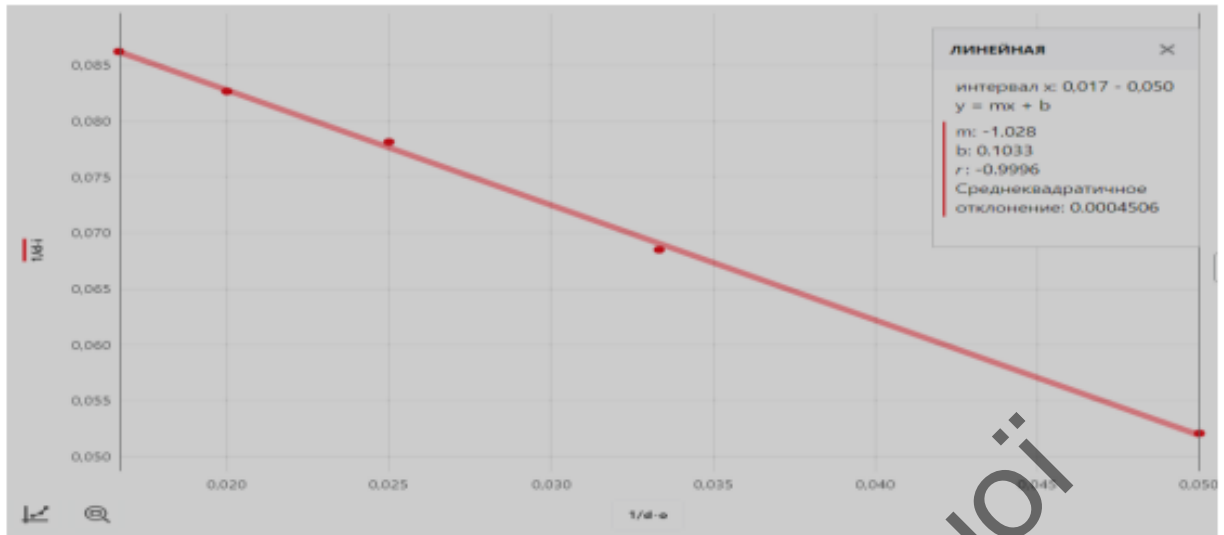


Рис. 3.3. Зв'язок обернених відстаней до об'єкта ($1/d_o$) та зображення ($1/d_i$)

За допомогою лінійної апроксимації залежності ($1/d_i$) від ($1/d_o$), знайдіть точку перетину графіка апроксимації з віссю Y (це відповідає "b" в рівнянні $y=mx+b$). Ця точка представляє собою значення, яке вказує на те, де графік перетинає вісь Y. Зазвичай це означає, що фактична відстань до об'єкта стає нулем, або ж це відстань до зображення, коли об'єкт розташований на нескінченності. Отже, дане значення вказує на фокусну відстань лінзи.

Використовуючи отримані дані, знайдіть фокусну відстань лінзи.

В) Визначення фокусної відстані розсіювальної лінзи. Оскільки розсіювальна лінза не створює реальних зображень предметів на екрані, то для визначення її фокусної відстані необхідно використовувати уявний предмет (концентрований пучок променів), який формується за допомогою збиральної лінзи, розташованої перед розсіювальною лінзою. Подальший шлях променів у такій системі лінз показано на рисунку 3.5. Фокусна відстань розсіювальної лінзи f вважається від'ємною, і лінза має уявний фокус. Зображення S' предмета S створюється на екрані $E1$, коли розсіювальна лінза відсутня. Перемістивши розсіювальну лінзу на певну відстань a від екрану між збиральною лінзою і екраном $E1$, можна отримати дійсне зображення S'' , яке відображається на новому положенні екрана $E2$ на відстані b від розсіювальної лінзи.

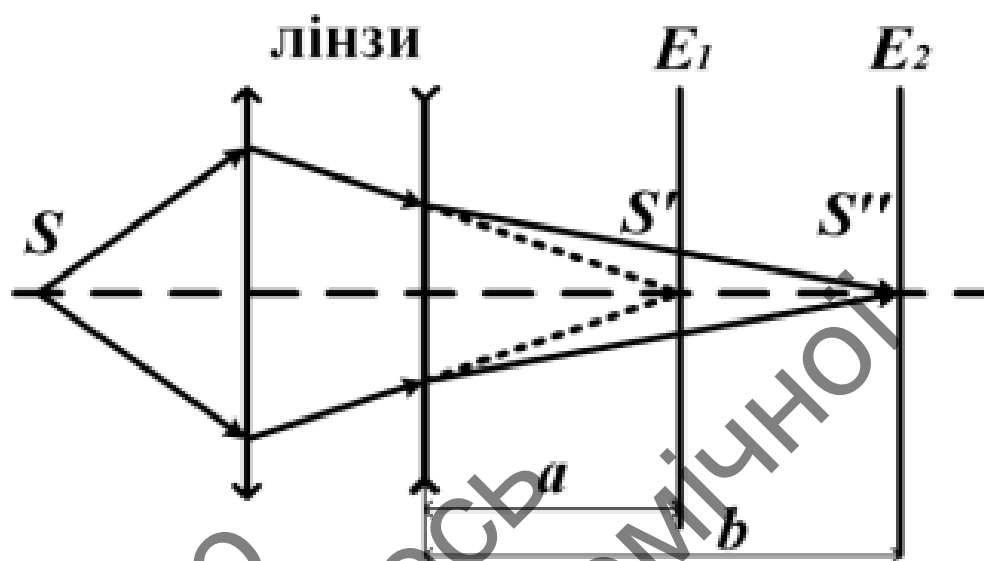


Рис. 3.4. Хід променів у системі двох лінз (збиральної та розсіювальної). Виміряні значення a і b дозволяють знайти фокусну відстань розсіювальної лінзи, аналогічно до пункту А). Ось послідовність дій:

1. Поставте джерело світла на оптичну лаву на позначці 10 см і виберіть об'єкт у вигляді цифри "4".
2. Розмістіть збиральну лінзу (10 см) так, щоб на екрані утворилося зменшене зображення. Зафіксуйте положення екрана E_1 (координату X_1) і не змінюйте положення збиральної лінзи під час досліду.
3. Встановіть розсіювальну лінзу (РЛ) між збиральною лінзою та екраном і визначте відстань до об'єкта $a = d_o = X_1 - X_{РЛ}$.
4. Переміщуйте екран для отримання чіткого зображення S'' відповідно до оптичної схеми, поданої на рисунку 1, і зафіксуйте нове положення екрана (координата X_2).
5. Визначте відстань від РЛ до зображення $b = d_i = X_2 - X_{РЛ}$.
6. Повторіть крок 3, змінюючи положення РЛ між збиральною лінзою і X_1 .
7. Виконайте не менше 5 різних вимірювань і запишіть їх до таблиці 3.2.

8. Для розрахунку фокусної відстані розсіювальної лінзи, повторіть кроки 4 - 8, аналогічно до частини А).

Таблиця 3.2

№	Відстань до об'єкта d_o , см	Відстань до зображення d_i , см
1		
2		
...		

Примітка: Зважаючи на великий обсяг роботи, можна обрати лише один пункт для виконання у лабораторній роботі за вибором вчителя або виконати цю роботу в рамках фізичного практикуму.

Лабораторна робота **"Вивчення дифракції на щілині"** має на меті визначення ширини щілини. Для цього використовується дифракційний апарат, що включає дифракційну ґратку з однією щілиною, лазер, комбінований датчик світла та датчик лінійного положення, а також доріжку для експерименту. Дані збираються та аналізуються за допомогою програми LabQuest App.

Дифракція відбувається, коли відстані між джерелом світла та перешкодою, а також між перешкодою та місцем спостереження є значно більшими за розміри самої перешкоди. Цей тип дифракції відомий як дифракція у дальній зоні або у паралельних променях. Якщо паралельний пучок світла (плоска хвиля) спрямовується на щілину, то після її проходження пучок перестає бути паралельним, але входить в область геометричної тіні. За принципом Гюйгенса можна визначити форму фронту цієї хвилі та розподіл амплітуди дифрагрованої хвилі у просторі за щілиною, що є результатом інтерференції вторинних когерентних сферичних хвиль, які випромінюються в площині щілини (рис 3.5).

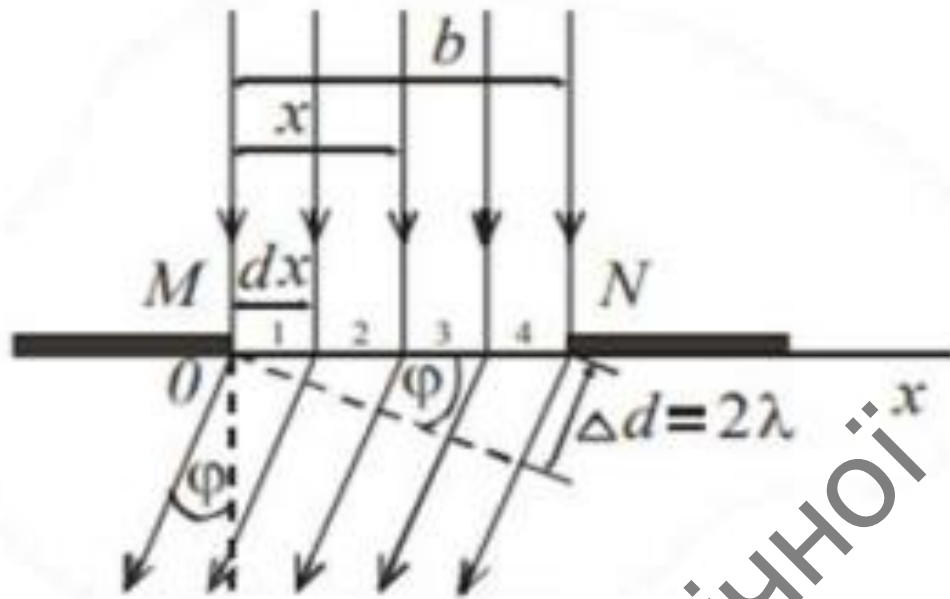


Рис. 3.5. Дифракція на щілині. b – ширина щілини, φ – кут дифракції, Δd – різниця ходу крайніх променів.

З рисунку 3.5 видно, що різниця в пройденому шляху крайніми променями при куті дифракції φ визначається наступним чином:

$$\Delta d = b \cdot \sin(\varphi) \quad (3.4)$$

Якщо ця різниця для крайніх точок щілини дорівнює, наприклад, $\Delta d = b \cdot \sin(\varphi) = 2\lambda$, то між точками, що відповідають кінцям зон 1, 2, 3, 4 (рисунк 3.5), різниця в довжині ходу становить половину довжини хвилі $\lambda/2$. У цьому випадку різниця в ході задовольняє умові мінімуму, і хвилі від цих точок взаємно послаблюють одна одну, що призводить до нульової амплітуди (мінімуму освітленості). Зрозуміло, що в кожній зі зон 1, 2, 3, 4 можна знайти відповідні точки, для яких $\Delta d = \lambda/2$. Таким чином, умовою мінімуму дифракції на щілині є:

$$b \cdot \sin(\varphi) = \pm m\lambda, \text{ де } m = 1, 2, 3, \dots \quad (3.5)$$

На екрані, який розташований на значній відстані від щілини, спостерігається дифракційна картина у формі світлих (максимуми) та темних (мінімуми) смуг, які паралельні щілині. На рисунку 3.6 показано графік інтенсивності світла на екрані.

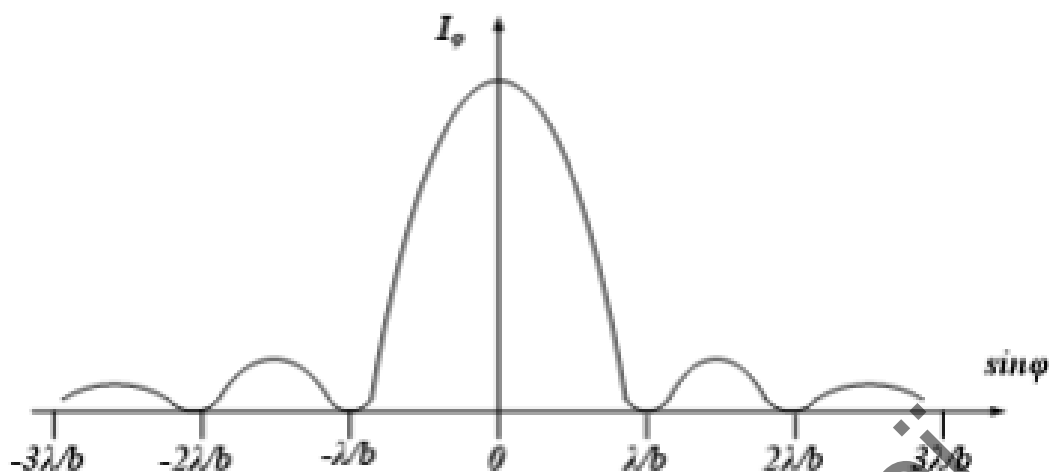


Рис. 3.6. Розподіл інтенсивності світла на екрані.

У цьому експерименті важливо враховувати, що відстань до екрана, L , значно перевищує довжину хвилі і ширину щілини, забезпечуючи умову для спостереження дифракції без потреби в додатковій лінзі. Важливо також зазначити, що для дуже малих порядків дифракції ($m=1,2,3\dots$) кути $\sin(\phi m)$ є дуже малими. Тоді величину $\sin(\phi m)$ можна приблизно рівняти $\text{tg}(\phi m) = x / L$, де x - відстань від центру до m -того мінімуму на дифракційній картині, а L - відстань між щілиною і екраном (див. рисунок 3.7).

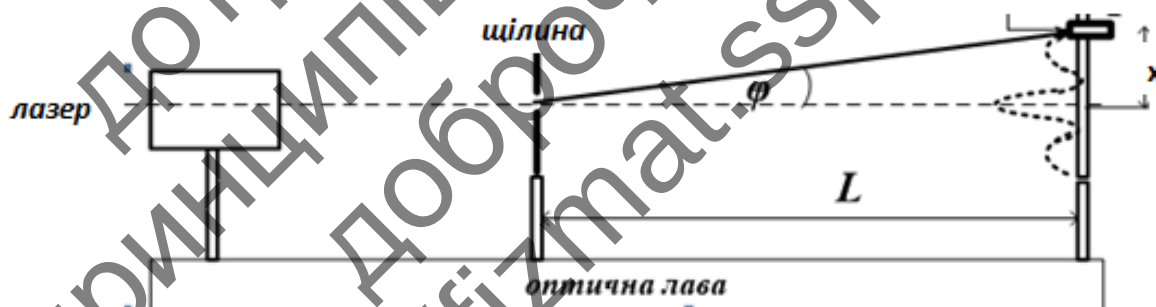


Рис. 3.7. Схема установка.

Хід роботи має наступну послідовність:

1. Закріпіть джерело світла на доріжці та увімкніть його (можна використовувати червоний лазер з довжиною хвилі $\lambda = 635$ нм або зелений лазер з $\lambda = 530$ нм).

2. Підготуйте дифракційний апарат, як було описано вище. При цьому зазначена відстань від щілини до екрана, L , повинна бути приблизно 50 см.

3. Перемістіть датчик положення DAK до правого краю динамічної доріжки.

4. Підключіть датчики до інтерфейсу LabQuest2 та запустіть програму для збору даних.

5. Почніть збір даних.

6. Використовуючи датчик положення, повільно і рівномірно рухайте датчик світла по всій довжині динамічної доріжки. Для цього руху може знадобитися близько 30 секунд. Важливо рухатися помірно, щоб датчик світла встигав реагувати на зміни інтенсивності.

7. Оглядаючи отриману криву, визначте положення основного мінімуму та мінімумів першого та другого порядку, як показано на рисунку 3.8.

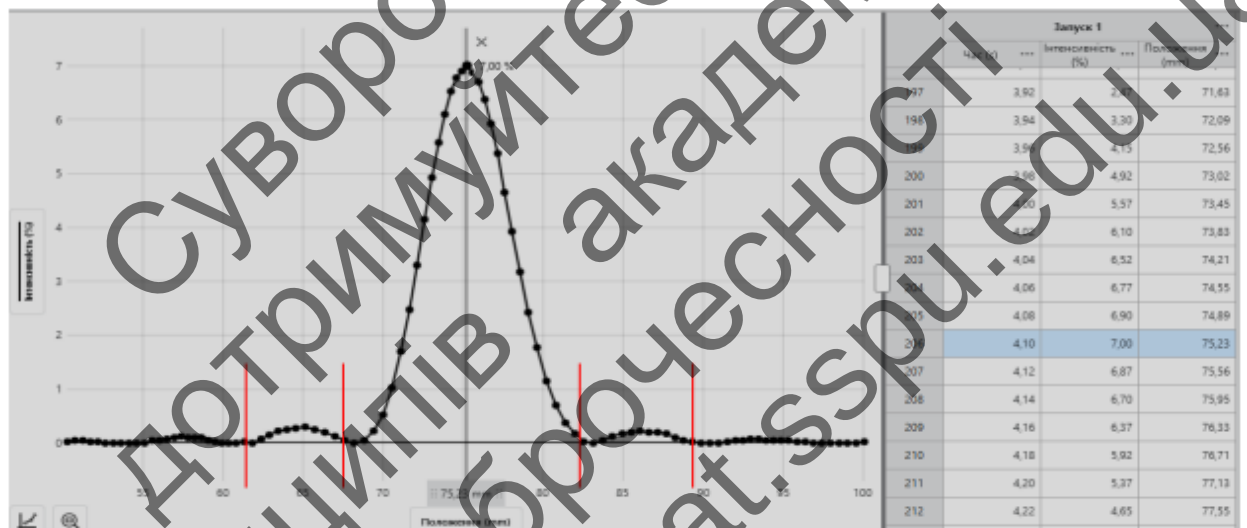


Рис. 3.8. Дифракційна картина від щілини

8. Визначте відстань x від центру до m -го мінімуму дифракційної карти, використовуючи графік або таблицю даних, як $|l_m - l_0| = x$.

9. Розрахуйте ширину щілини b_i для кожного мінімуму, використовуючи формулу 3.6.

10. Запишіть всі вимірювання та обчислення в Таблицю 3.3.

11. Представте результати вимірювань у вигляді $b = b_{\text{сер}} \pm \Delta b$.

Таблиця 3.3

Порядок мінімуму m	Положення головних мінімумів l_m , мм	λ , нм	L , мм	x , мм	b_i , мм	$b_{сер}$, мм

Лабораторна робота "Визначення сталої дифракційної ґратки"

Мета: Визначення сталої дифракційної ґратки.

Обладнання: Дифракційний апарат (дифракційна ґратка з $N=3$ щілини, лазер, комбінований датчик світла та датчик лінійного положення, доріжка), програма для збору та аналізу даних LabQuest App, ноутбук.

Теоретичні відомості: Дифракційна ґратка – це оптичний прилад, який використовує явище дифракції світла для дослідження спектрального складу випромінювання. Вона складається з N регулярно розташованих однакових вузьких щілинів (щілин або виступів), які утворюють періодичну структуру. Загальна ширина ґратки може досягати 10–15 см, а кожний міліметр може містити до 2000 щілинів. При використанні дифракційної ґратки спостерігається дифракція та інтерференція світла на щілинах, що призводить до утворення складної дифракційної картини (рис. 3.9).

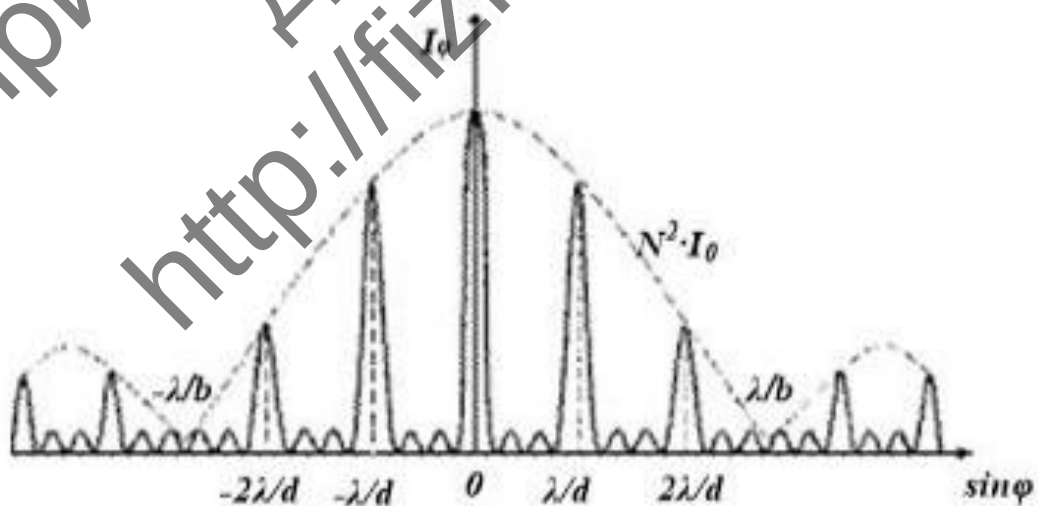


Рис. 3.9. Графік функції $I_{\varphi}(\sin\varphi)$ та її вигляд для кількості щілин N .

Суму ширини однієї щілини b та ширини штриха a називають сталою або періодом ґратки d :

$$d = a + b. (3.7)$$

Також, характеристикою ґратки є n – кількість штрихів на 1 мм:

$$n = 1/d. (3.8)$$

Далі розглянемо шлях променів світла на дифракційній ґратці. Припустимо, що на неї перпендикулярно падає плоска світлова хвиля (пучок паралельних променів) з довжиною хвилі λ (див. рисунок 3.10).

Коли хвиля досягає ґратки, від кожної точки на її щілинах починають розповсюджуватися елементарні вторинні сферичні хвилі, які поширюються в різних напрямках. Ці напрямки характеризуються кутом φ (кутом дифракції), який приймає значення $0 \pm \pi/2$.

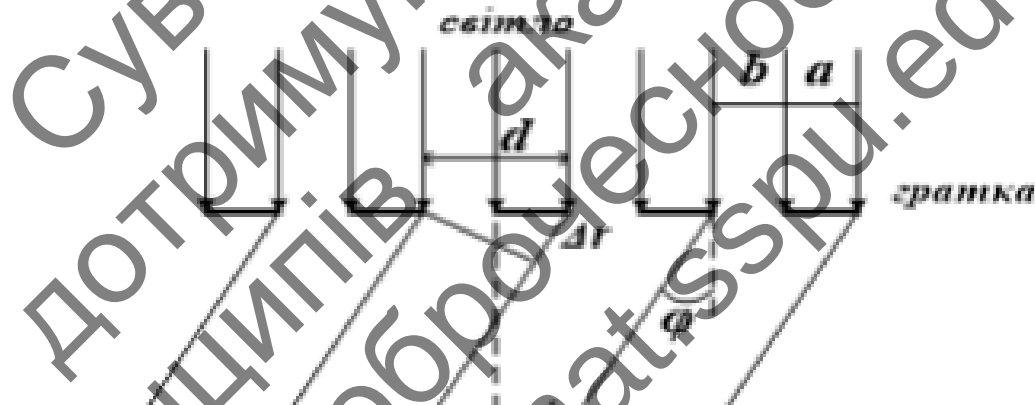


Рис. 3.10. Хід променів світла на дифракційній ґратці.

Якщо світло падає на ґратку перпендикулярно, то кут дифракції $\varphi = 0$, і утворюється дифракційний максимум нульового порядку, оскільки різниця ходу всіх променів тут дорівнює нулю, що задовольняє умову максимуму: $\Delta r = m\lambda$, де $m=0$ (3.9).

Для усіх інших напрямків, що характеризуються кутом дифракції $\varphi \neq 0$, хвилі від сусідніх щілин мають іншу різницю ходу Δr . Знайдемо умову, при якій вторинні хвилі, що йдуть від різних щілин під кутом дифракції φ , підсилюють одна одну. Для сусідніх щілин відстань між відповідними

джерелами сферичних хвиль рівна сталій решітці d , а різниця ходу між ними $\Delta r = d * \sin\varphi$. Якщо на цьому відрізку укладається ціле число довжин хвиль, то хвилі від усіх щілин, що накладаються у точці P на екрані, підсилюють одна одну, утворюючи головні максимуми.

Головні максимуми дифракції будуть спостерігатись при кутах φ , що задовольняють умові:

$$d * \sin(\varphi) = m\lambda, (3.10)$$

де $m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$ — порядок (номер) максимуму.

Положення головних мінімумів знаходять з умови мінімумів на одній щілині:

$$b * \sin(\varphi) = \pm m\lambda, (3.11)$$

де $m = \pm 1, \pm 2, \dots$ — порядок (номер) мінімуму.

У випадку, коли кути дифракції малі, $\sin(\varphi)$ можна апроксимувати як тангенс кута: $\sin(\varphi) \approx \tan(\varphi) \approx x/L$. У такому випадку стала дифракційної ґратки визначається наступною формулою:

$$d = (mm * \lambda * L) / x (3.12)$$

А ширина щітриха визначається наступною формулою:

$$b = (mm * \lambda * L) / x (3.13)$$

Експериментальна установка (рис. 3.11) складається з розташованого на оптичній лаві напівпровідникового червоного лазера ($\lambda=635$ нм), щілини та датчика положення.



Рис. 3.11. Дослідна установка

1. Почнемо експеримент, відповідно до попереднього опису, з встановленням дифракційного апарату. Відстань від ґратки до екрана обираємо $L = 1000$ мм. З наявного асортименту оберемо дифракційну ґратку з кількістю штрихів N від 3 до 5.

2. Переміщуємо датчик положення до правого краю.

3. Підключаємо датчики до інтерфейсу та запускаємо програмне забезпечення для збору даних, яке ми також відображаємо на ноутбучі.

4. За допомогою датчика положення рухаємо датчик світла повільно та плавно вздовж всієї ширини дифракційної площадки. Потрібно пам'ятати, що для виконання руху варто приділяти близько 30 секунд. Якщо рухати датчик світла занадто швидко, датчик не встигатиме реагувати на зміни в інтенсивності світла.

Завдання 1. Визначення сталої дифракційної ґратки:

1. Аналізуючи отриману криву, визначаємо положення головного максимуму для 1-го та 2-го порядку з обох сторін, як показано на рисунку 3.12:

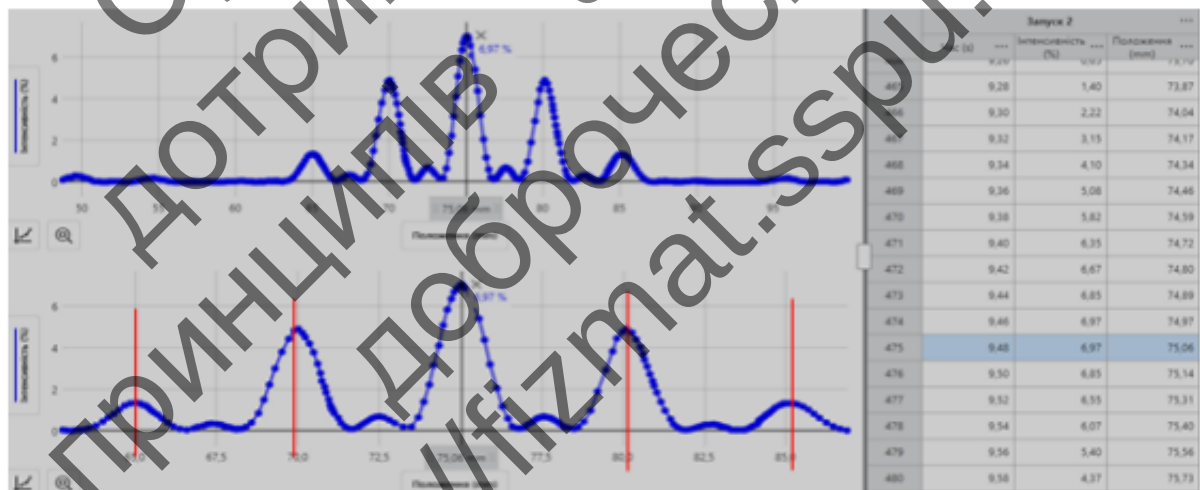


Рис. 3.12. Дифракційна картина від $N=3$ щілини

1. На підставі графіка (або таблиці) визначаємо відстань x від центру до m -го головного максимуму дифракційної картини, розраховуючи як $|l_m - l_0| = x$.

2. Обчислюємо сталу ґратки d для кожного головного максимуму за формулою.

3. Подаємо результат вимірювань у вигляді $d = d_{\text{сер}} \pm \Delta d$.
4. Всі вимірювання та обчислення заносимо до таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Порядок максимума	Положення головних максимумів l_m , мм	Довжина хвилі λ , нм	Відстань до екрана L , мм	Стала дифракційної гратки d_i , мм	Середнє значення сталої гратки $d_{\text{сер}}$, мм

Проаналізуємо отримані дані, порівнявши з параметрами використаних дифракційних елементів.

ВИСНОВКИ

У процесі виконання даної магістерської роботи були розглянуті та досліджені важливі аспекти організації дистанційного навчання та використання демонстраційних експериментів для покращення якості фізичної освіти на віддаленому етапі.

Актуальність впровадження дистанційного навчання в освітній процес була обґрунтована, а також досліджені теоретичні засади структурування та організації дистанційного навчання, що дозволяє ефективно реалізувати фізичну освіту на віддаленому етапі. Розглянуті методичні підходи до підвищення ефективності навчання фізики в дистанційному форматі.

Досліджено потенціал демонстраційних експериментів для поглибленого засвоєння фізичних концепцій та їхні технологічні можливості в електронному навчальному середовищі. Проведений аналіз переваг та викликів впровадження демонстраційних експериментів у дистанційний освітній процес.

Особлива увага була приділена проектуванню, реалізації та аналізу демонстраційних експериментів на віддаленому режимі. Визначені методичні аспекти та розроблена технічна інфраструктура для впровадження демонстраційних експериментів на дистанційних платформах.

Висновки даної магістерської роботи свідчать про те, що використання дистанційного навчання у поєднанні з демонстраційними експериментами є потужним засобом для покращення процесу фізичної освіти учнів. Результати дослідження можуть бути корисними для вчителів фізики та школярів, які вивчають педагогічні спеціальності в закладах вищої освіти. Дана робота є важливим внеском у покращення методик навчання фізики на віддаленому етапі та сприяє розвитку дистанційної освіти в сучасному освітньому контексті.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Биков В. Ю. Моделі організаційних систем відкритої освіти: монографія. Київ: Атіка, 2008. 684 с.
2. Концепція розвитку дистанційної освіти в Україні року: постанова Міністерства освіти і науки України від 20 грудня 2000 р. URL: <http://www.osvita.org.ua/distance/pravo/00.html>.
3. Організація освітнього процесу із застосуванням технологій дистанційного навчання у 2020/2021 навчальному році: методичні рекомендації / за заг. ред. В.І. Шуляра. Миколаїв: ОППО, 2020. 108 с.
4. Положення про дистанційну форму здобуття повної загальної середньої освіти: затверджено наказом МОН від 8 вересня 2020 року №1115. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0703-13#Text>
5. Толочко В.М. Проблемні аспекти дистанційної форми освіти та можливості її використання в Україні: URL: http://www.provisor.com.ua/archive/2009/N11/padfo_119.php.
6. Биков В. Ю. Дистанційне навчання в країнах Європи та США і перспективи для України // Інформаційне забезпечення навчально-виховного процесу: інноваційні засоби технології : монографія / В. Ю. Биков, О. О. Гриценчук, Ю. О. Жук та ін. / Академія педагогічних наук України, Інститут засобів навчання. — К. : Атіка, 2005. — С. 77–140.
7. Клокар Н. Методологічні основи запровадження дистанційного навчання в системі підвищення кваліфікації / Н. Клокар // Шлях освіти. — 2007. — № 4 (46). — С. 38–41.
8. Ковальська К. Р. Дистанційне навчання як перспективна форма розвитку предметно-орієнтованих професійних компетентностей учителів. <http://www.nbuv.gov.ua/e-journals/>
9. Моисеев Е. Дистанционное образование в школе // Директор школы. — 2010. — № 2. Електронні ресурси. Режим доступу:
10. Сайт експерименту з дистанційного навчання школярів (керівник к. т. н. Богачков Ю. М.). [http:// testportal.org.ua/](http://testportal.org.ua/)

11. Відділ дослідження і проектування навчального середовища ІТЗН АПН України. <http://www.ime.edu.ua.net/nauk.html>
12. Думанський Н. О. Класи сучасних технологій дистанційної освіти / Н. О. Думанський // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – 2008. – № 26 (610). – С.119-125.
13. Стефаненко П. В. Теоретичні і методичні засади дистанційного навчання у вищій школі : автореф.дис. на здобуття наук. ступеня док. пед наук : спец. 13.00.04 «Теорія та методика професійної освіти» /П. В. Стефаненко. – К., 2002. – 48 с.
14. Величко С.П. Розвиток системи навчального експерименту та обладнання з фізики у середній школі./ С.П. Величко.– Кіровоград, 1998.– 302с.–С.74
15. Примітки до лабораторного методу викладання природничих наук URL:<https://www.preservearticles.com/notes/notes-on-the-laboratory-method-of-teaching-natural-sciences/18122> (дата звернення: 12.01.2021)
16. Бугаєв А.И. Методика преподавания физики. Теоретические основы. - М.: Просвещение, 1981.- 288с. 12. Бугаев А.И. Методика преподавания физики. Теоретические основы. - М.: Просвещение, 1981.- 288с.
17. Бугайчук К. Л. Гейміфікація у навчанні: сутність, переваги, недоліки / К. Л. Бугайчук // Міжнародна науково-практична конференція Дистаційна освіта України : збірник матеріалів – 2015. – С. 39-43.
18. Іванюк І., Овчарук О., Ветров І. Використання інструментів і ресурсів цифрового освітнього середовища для здійснення дистанційного навчання у закладах загальної середньої освіти: результати досліджень / І. Іванюк, О. Овчарук, І. Ветров // Нова педагогічна думка – 2021. – Т. 108. – №. 4. – С. 24-30.
19. Демянчук М., Боднарук І., Цифровізація освіти як вектор підготовки фахівців ХХІ століття / М. Демянчук, Боднарук І. // Шляхи освіти: педагогікодидактичні дослідження : наукова стаття – 2022. – Т. 1. – №. 4.
20. Хміль Н. А., Кисельова О. Б. Формування у майбутніх учителів навичок використання інтерактивних дошок в освітньому процесі / Н. А. Хміль, О. Б.

Кисельова // Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти : наукові записки – 2016. – Т. 2. – №. 7.

21. Тетерев В. О. Загальні прийоми використання інтерактивних дошок в початковій школі / В. О. Тетерев // : публікація – 2020.

22. Нестерук Т. Використання онлайн платформ та мобільних додатків як додаткове джерело для вивчення англійської мови школярів вищих навчальних закладів / Т. Нестерук // Молодь як стратегічний потенціал розбудови національної економіки : збірник тез доповідей XIII Міжнародної школярської наукової конференції – 2020. – С. 264.

23. Чичикало М. Сучасні засоби навчання школярів англійської мови у процесі самостійної роботи / М. Чичикало // Роль мови в інтелектуальному формуванні особистості : збірник матеріалів – 2017. – С. 333.

24. Перерва В. С. Створення цифрового контенту онлайн-занять гуртка закладу позашкільної освіти / В. С. Перерва // Створення цифрового контенту онлайн-занять гуртка закладу позашкільної освіти : матеріали обласного методикопедагогічного проекту – 2022. – С. 101.

25. Apps on Physics Walter Fendt. URL: <https://www.walterfendt.de/html5/phen/index.html>

26 Go-Lab. URL: <https://www.golabz.eu/>

27. Lab4U. URL: <https://lab4u.co/en/lab-in-your-pocket/lab4physics/>

28. Mozaik Education. URL: <https://www.mozaweb.com/uk/>

29. PhET Interactive Simulations. URL: <https://phet.colorado.edu/uk/simulations/filter?subjects=physics&type=html&sort=alpha&view=grid>

30. Physics Simulation. URL: <https://www.myphysicslab.com/>

31. VirtuLab Виртуальная образовательная лаборатория. URL: <http://www.virtulab.net/>

32. Каленик В.І. Питання загальної методики навчання фізики [Текст] : пробний навчальний посібник / Каленик В.І., Каленик М.В. – Суми : Редакційновидавничий відділ СДПУ ім. А.С. Макаренка, 2000