

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ЗАКЛАД
«ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА»

Навчально-науковий інститут фізики, математики
та інформаційних технологій

Кафедра фізико-технічних систем та інформатики

Мазур Вероніка Григорівна

**ШКІЛЬНИЙ ФІЗИЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ
ОНЛАЙН-СЕРВІСІВ**

Магістерська робота
за спеціальністю 014.08 «Середня освіта. Фізика»

Особистий підпис – _____

Науковий керівник – _____ **Юрій КОЗУБ, д.т.н., професор**

В.о.зав. кафедри – _____ **Юрій КОЗУБ, д.т.н., професор**

Полтава – 2025

АНОТАЦІЯ

Мазур В.Г.

Тема: Шкільний фізичний експеримент із використанням онлайн-сервісів та відеоматеріалів.

Спеціальність: 014.08 „Середня освіта. Фізика та астрономія”

Установа: ДЗ ЛНУ імені Т.Шевченка, 2025 р.

Магістерська робота містить: 64 с., 2 рис., 8 табл., 2 додат., 14 джерел.

Об’єкт дослідження – шкільні фізичні експерименти.

Предмет дослідження – процес проведення шкільних фізичних експериментів за допомогою онлайн-платформ та відеоматеріалів.

Мета роботи – розробити методичні рекомендації для проведення шкільних фізичних експериментів з використанням онлайн-сервісів та відеоматеріалів, а також оцінити їх ефективність.

Результати роботи. Розроблено комплекс методичних рекомендацій для проведення лабораторних робіт з фізики (розділ «Механіка») у 10 класі з використанням онлайн-платформ та відеоматеріалів. Проведено експериментальне впровадження розроблених матеріалів.

Ключові слова: СИМУЛЯЦІЯ ФІЗИЧНИХ ЯВИЩ; ОНЛАЙН-СЕРВІСИ; ВІДЕОМАТЕРІАЛИ; ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ; ЛАБОРАТОРНА РОБОТА.

ABSTRACT

Mazur, V.G.

Subject: School physics experiment using online services and video materials.

Spetsialnist: 014.08 «Secondary Education. Physics and Astronomy»

Install: State Institution «Luhansk Taras Shevchenko National University», 2025.

Graduation robot mistit: 64 pages, 2 figures, 8 tab., 2 applic., 14 sources.

Object of research: School physics experiments.

Subject of research: The process of conducting school physics experiments using online platforms and video materials.

The aim of: To develop methodological recommendations for conducting school physics experiments using online services and video materials, and to evaluate their effectiveness.

Results of the work. A set of methodological recommendations for conducting physics laboratory work (section «Mechanics») in the 10th grade using online platforms and video materials has been developed. The developed materials were experimentally implemented.

Keywords: SIMULATION OF PHYSICAL PHENOMENA; ONLINE SERVICES; VIDEO MATERIALS; DIGITAL TECHNOLOGIES; LABORATORY WORK.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ІКТ – інформаційно-комунікаційні технології

ЛР – лабораторна робота

РЦ ПТО №1 м. Кременчука – Регіональний центр професійно-технічної освіти №1 м. Кременчука

ШФЕ – шкільний фізичний експеримент

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПРОВЕДЕННЯ ФІЗИЧНИХ ЕКСПЕРИМЕНТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ОНЛАЙН-ПЛАТФОРМ ТА ВІДЕОМАТЕРІАЛІВ.....	9
1.1. Роль експерименту у вивченні фізики.....	9
1.2. Сучасні тенденції у викладанні фізики	14
1.2.1. Можливості та обмеження онлайн-платформ у навчанні фізики	20
1.2.2. Відеоматеріали як інструмент навчання фізики	21
1.3. Висновки до розділу 1	24
2. РОЗРОБКА МЕТОДИЧНИХ РЕКОМЕНДАЦІЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ФІЗИЧНИХ ЕКСПЕРИМЕНТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ОНЛАЙН-ПЛАТФОРМ ТА ВІДЕОМАТЕРІАЛІВ.....	26
2.1. Вибір онлайн-платформ та відеоресурсів	26
2.2. Створення відеоматеріалів	30
2.3. Розробка та адаптація методичних вказівок.....	36
2.4. Висновки до розділу 2.....	40
3. АПРОБАЦІЯ МЕТОДИЧНИХ РЕКОМЕНДАЦІЙ ТА ОЦІНКА ЇХ ЕФЕКТИВНОСТІ	42
3.1. Організація експерименту та методи збору даних	42
3.2. Аналіз отриманих результатів	47
3.3. Висновок до розділу 3	54
ВИСНОВКИ	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	60
ДОДАТКИ.....	63

ВСТУП

Актуальність дослідження. Сучасна українська освіта зіштовхується з безпрецедентними викликами, спричиненими війною. Постійні загрози, відключення електроенергії та недостатнє технічне оснащення шкільних лабораторій суттєво ускладнюють проведення традиційних фізичних експериментів що, в свою чергу, негативно впливає на якість навчання і засвоєння учнями природничих наук, зокрема фізики.

Традиційна система організації занять часто не враховує індивідуальні особливості засвоєння матеріалу здобувачами освіти, що обмежує їхні можливості проводити експерименти у власному темпі та повною мірою реалізовувати дослідницький практичний потенціал.

Одним із шляхів вирішення проблеми є використання онлайн-платформ та відеоматеріалів. Вони дозволяють адаптувати навчальний процес до різних умов, зокрема: дистанційного навчання, навчання в укриттях та за відсутності необхідного обладнання. Завдяки цим ресурсам учні можуть проводити віртуальні експерименти, переглядати демонстрації та отримувати якісну освіту в будь-який час і в будь-якому місці.

Мета роботи: розробити методичні рекомендації проведення шкільних фізичних експериментів з використанням онлайн-сервісів та відеоматеріалів, а також оцінити їх ефективність.

Об'єкт дослідження: шкільні фізичні експерименти.

Предмет дослідження: процес проведення шкільних фізичних експериментів за допомогою онлайн-платформ та відеоматеріалів.

Завдання дослідження: створення методичних рекомендації та відеоматеріалу з виконання лабораторних робіт, адаптованого до сучасних умов.

Методи дослідження:

- теоретичні: вивчення наукових публікацій, методичних посібників, педагогічних статей щодо організації фізичних експериментів і використання онлайн-ресурсів та відеоматеріалів у навчанні;

- емпіричні: спостереження за процесом навчання під час використання онлайн-сервісів та відеоматеріалів та виявлення особливостей сприйняття учнями таких форм навчання; проведення опитувань серед учнів і вчителів для вивчення їхнього ставлення до використання цифрових інструментів у навчанні фізики;
- практичні: створення інструкцій і відеоматеріалів до виконання лабораторних робіт, використання створених моделей занять на практиці, оцінка їхньої ефективності та внесення коректив

Наукова новизна роботи полягає в розробці та апробації власних методичних рекомендацій для проведення шкільних фізичних експериментів з використанням онлайн-платформ та відеоматеріалів в умовах, що виникли внаслідок війни.

Особистий внесок здобувача полягає у розробці методичних рекомендацій для проведення лабораторних робіт із фізики за розділом «Механіка», що охоплюють теми «Кінематика», «Динаміка» та «Статика» програми 10 класу рівня стандарт. Зокрема створено методичні вказівки для організації фізичних експериментів із використанням онлайн-сервісів, що включають поетапний опис проведення експериментів із використанням інтерактивної платформи PhET Interactive Simulations, а також створено відеоматеріали для двох лабораторних робіт, які демонструють виконання експериментів із зазначених тем «Оцінка похибок вимірювань» та «Визначення центра мас плоскої фігури», забезпечуючи учням можливість засвоювати матеріал в індивідуальному темпі та проводити аналіз експериментальних даних у віддаленому режимі (додаток А).

Проведено апробацію запропонованих матеріалів у навчальному процесі Регіонального центру професійно-технічної освіти №1 м. Кременчука (РЦ ПТО №1 м. Кременчука), що дозволило оцінити їхню ефективність та отримати зворотний зв'язок від учнів для подальшого вдосконалення методичних підходів.

Апробація результатів роботи. Результати роботи доповідались на засіданні педагогічної ради протокол № 107 від 23.12.2024 Регіонального центру професійно-технічної освіти № й м. Кременчука (додаток Б).

Публікація за темою магістерської роботи: опубліковано тези у збірнику тез доповідей II міжнародної міждисциплінарної науково-практичної конференції «Актуальні питання, проблеми та перспективи розвитку науки та освіти (м. Полтава, 25-27 квітня 2024 року).

Практична значущість. Робота буде корисним інструментом для вчителів фізики та астрономії, які працюють з учнями 10-11 класів за навчальною програмою Ляшенка О. І. Пропоновані матеріали допоможуть урізноманітнити навчальний процес, зробити його більш інтерактивним та ефективним, особливо в умовах дистанційного навчання або обмеженого доступу до лабораторного обладнання.

Загальний обсяг роботи – 64 сторінки; 14 джерел.

Структура роботи. Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

У першому розділі розглянуто теоретичні основи проведення фізичних експериментів з використанням онлайн-платформ та відеоматеріалів.

У другому розділі розглянуто процес розробки методичних рекомендацій для проведення фізичних експериментів із використанням онлайн-платформ та відеоматеріалів, зокрема визначено критерії вибору відповідних онлайн-ресурсів, описано етапи створення навчальних відеоматеріалів та детально представлено розробку методичних вказівок для ефективного впровадження цифрових інструментів у навчальний процес.

Третій розділ містить опис процесу апробації розроблених методичних рекомендацій, зокрема організацію експерименту та використані методи збору даних, а також детальний аналіз отриманих результатів для оцінки ефективності запропонованих підходів.

У додатках розміщено методичні вказівки до лабораторних робіт розділу «Механіка» для 10 класу

1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПРОВЕДЕННЯ ФІЗИЧНИХ ЕКСПЕРИМЕНТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ОНЛАЙН-ПЛАТФОРМ ТА ВІДЕОМАТЕРІАЛІВ

1.1. Роль експерименту у вивченні фізики

Шкільний фізичний експеримент (ШФЕ) є ключовим елементом методики викладання фізики, оскільки сприяє не лише передачі знань, а й розвитку наукового мислення, практичних умінь та дослідницьких компетенцій учнів.

Експеримент допомагає учням поглибити розуміння фізичних законів та явищ, а практичне спостереження доповнює теоретичний матеріал, що робить його більш зрозумілим і доступним. Робота з обладнанням, проведення вимірювань та виконання експериментів розвивають технічні та практичні навички учнів.

Під час проведення експериментів учні можуть виявляти причинно-наслідкові зв'язки, висувати власні гіпотези, шукати нестандартні рішення, аналізувати отримані дані, порівнювати їх з теоретичними прогнозами та робити висновки.

Виконання лабораторних робіт мотивує учнів до самостійного пізнання, а успішне проведення дослідів сприяє формуванню впевненості у своїх силах. Також формуються такі якості, як наполегливість у досягненні результату, відповідальність за точність вимірювань і коректність висновків, уміння працювати в команді, якщо досліди виконуються в групах.

Роль експерименту у вивченні фізики в закладах освіти є предметом численних досліджень науковців України О. Бугайова, С. Величка, В. Вовкотруба, Ю. Галатюка, Є. Коршака, Р. Кухарчука, О. Ляшенка, В. Мацюка, С. Мохуна, В. Савченка, О. Федчишиної, П. Чопика, а також зарубіжних колег: Раймунда Гірвідза (Raimund Girwidz), Гайке Тайсен (Heike Theyßen), Ральфа Віденгорна (Ralf Widenhorn) та Ханса Е. Фішера (Hans E. Fischer). У своїх працях вчені підкреслюють важливу роль експерименту для

формування глибоких знань з фізики, розвитку критичного мислення та дослідницьких навичок у здобувачів освіти. Актуальність теми ШФЕ зумовлена постійним розвитком наукових знань та необхідністю підготовки кваліфікованих фахівців у галузі природничих наук.

П. Басістий, М. Чопик у своїй роботі зазначають, що «належне використання комп'ютерних технологій у системі навчального фізичного експерименту, як невід'ємної складової педагогічної системи «процес навчання фізики», вельми корисне і відкриває абсолютно нові можливості. У цих умовах, використання комп'ютерного імітаційного експерименту і реальних дослідів є взаємодоповнюючими способами вивчення фізичного (реального) навколишнього світу, його законів та закономірностей розвитку як у методичному, так і в методологічному аспекті» [2]

Навчальний експеримент – це активний метод навчання, який передбачає проведення дослідів з метою ілюстрації фізичних явищ, законів та принципів. Експеримент не лише демонструє наукові факти, а й сприяє формуванню в учнів наукового світогляду, розвитку критичного мислення, навичок аналізу та узагальнення.

Демонстраційний та лабораторний експеримент – це два основні типи експериментів, які широко використовуються в навчальному процесі, особливо в природничих науках. Хоча обидва типи експериментів мають на меті ілюструвати наукові принципи та закони, вони відрізняються за своєю метою, організацією та роллю в навчальному процесі.

Демонстраційний експеримент – це дослід, який вчитель перед здобувачами освіти з метою наочного представлення фізичних явищ, законів або процесів та супроводжується поясненням, обговоренням і постановкою питань, що сприяє формуванню аналітичного мислення та навичок спостереження. Наприклад, під час вивчення теми «Закон інерції» вчитель може продемонструвати рух кульки по гладкій поверхні. Спостерігаючи за тим, як кулька продовжує рухатися за відсутності зовнішніх впливів, учні

розуміють суть інерції. Додаючи перешкоди на шляху кульки, вчитель демонструє, як зовнішні сили впливають на рух тіла.

Демонстраційні експерименти часто використовуються для пояснення нового матеріалу, підтвердження теоретичних положень або порівняння різних явищ.

Лабораторний експеримент – дослід, який учні виконують самостійно або в невеликих групах під керівництвом вчителя з метою закріплення теоретичних знань, розвитку практичних навичок роботи з фізичними приладами, проведення вимірювань, аналізу результатів та формулювання висновків. Наприклад, під час вивчення теми «Перевірка законів паралельного та паралельного з'єднання провідників» учні спочатку досліджують послідовне з'єднання резисторів відомого опору, а потім – паралельне. Вони записують показання вимірювальних приладів до звіту з лабораторної роботи, визначають загальний опір кожного з'єднання та аналізують розподіл струмів і напруг.

У таблиці 1.1 приведена порівняльна характеристика демонстраційного та лабораторного експериментів.

Обидва типи експериментів відіграють важливу роль у навчальному процесі. Демонстраційні експерименти створюють наочне уявлення про явища, а лабораторні експерименти дозволяють учням активно залучатися до дослідницької діяльності. Вибір типу експерименту залежить від конкретних навчальних цілей, вікових особливостей учнів та наявності обладнання. Комбінація цих двох типів експериментів сприяє більш глибокому розумінню наукових принципів та формуванню стійких знань.

Лабораторний практикум – організація навчального процесу, яка передбачає глибоке дослідження фізичних явищ шляхом самостійного виконання учнями серії лабораторних робіт, Метою практикуму є закріплення теоретичних знань, розвиток практичних умінь і навичок, а також формування дослідницьких компетентностей, таких як вміння планувати експеримент, проводити вимірювання, аналізувати результати та формулювати висновки.

Таблиця 1.1

Особливості демонстраційних та лабораторних експериментів

Характеристика	Вид експерименту	
	Демонстраційний	Лабораторний
Хто проводить	Вчитель	Учні (індивідуально або групами)
Роль вчителя	Демонстратор, пояснювач	Керівник, консультант
Аудиторія	Вся група	Індивідуально або невеликі групи
Мета	Ілюстрація, введення нового матеріалу, підтвердження теорії	Закріплення знань, розвиток практичних навичок, формування дослідницьких умінь
Активність учнів	Спостереження, аналіз, відповіді на запитання	Планування, проведення досліду, обробка даних, формулювання висновків
Складність завдань	Від простих до складних, залежить від теми	Від простих до складних, поступово ускладнюються
Самостійність учнів	Низька	Висока
Обладнання	Спеціалізоване обладнання	Простіші прилади та матеріали

Наприклад, в рамках вивчення теми «Механічні коливання» пропонується виконати лабораторні роботи на теми «Визначення прискорення вільного падіння за допомогою нитяного маятника» та «Дослідження коливань пружинного маятника», які дозволять учням перевірити на практиці закони коливальних рухів та розвинути навички роботи з вимірювальними приладами.

Позакласні дослід з фізики – це дослідження, які учні виконують самостійно або під керівництвом вчителя поза межами уроків. Вони спрямовані на розширення і поглиблення знань, розвиток творчих здібностей, дослідницьких умінь та зацікавленості у вивченні фізики. Позакласні дослід можуть проводитися у вигляді індивідуальних проектів. Також вони можуть організовуватися у формі групових проектів, участі в конкурсах, виставках чи наукових гуртках. Позакласні дослід зазвичай включають спостереження природних явищ, виготовлення простих приладів або моделювання фізичних процесів у повсякденному житті. Наприклад, під час вивчення теми «Елементи механіки рідин і газів» учні можуть створити вдома модель гідравлічного преса з використанням шприців різного об'єму, прозорих трубок, води тощо і протестувати, як вода передає тиск між шприцами різного об'єму.

Навчальний експеримент – це інтерактивний метод навчання, який не лише демонструє, а й дозволяє учням активно досліджувати фізичні явища, перетворюючи абстрактні теорії на реальні дослід. Залучаючи учнів до процесу дослідження, ШФЕ розвиває їхні критичне мислення, творчість, а також такі важливі навички, як планування, спостереження, аналіз даних та формулювання висновків. Крім того, ШФЕ підвищують мотивацію до навчання, сприяють розвитку співпраці та дозволяють адаптувати навчальний процес до індивідуальних потреб кожного учня. У сучасній освіті експеримент стає все більш популярним завдяки можливості інтеграції з цифровими технологіями та проектною діяльністю, що робить навчання більш цікавим та ефективним.

Впровадження ШФЕ стикається з низкою проблем, які обмежують його ефективність. Серед основних можна виділити такі: нестача сучасного обладнання та приладів у закладах освіти або застарілість наявного обладнання; обмеженість фінансування на придбання нового обладнання; недостатня кількість вчителів фізики, які мають необхідні знання та вміння для розробки сучасних методичних матеріалів та проведення ефективних

експериментів з урахуванням викликів сьогодення; ризик травмування учнів під час проведення експериментів.

Крім об'єктивних причин, існують і суб'єктивні фактори, які впливають на ефективність проведення шкільних фізичних експериментів: деякі педагогічні працівники відчують недостатню впевненість у своїх знаннях та навичках проведення експериментів, бояться помилок; незацікавленість учнів у вивченні фізиці та сприйняття фізики як складної та абстрактної науки.

Як наслідки, зниження якості освіти, оскільки учні не мають достатніх практичних навичок, що ускладнює розуміння теоретичного матеріалу та зменшення інтересу до вивчення фізики у зв'язку з відсутністю цікавих експериментів призводить до втрати мотивації учнів до вивчення предмета.

1.2. Сучасні тенденції у викладанні фізики

Сучасний світ стрімко розвивається, і освіта не залишається осторонь цих змін. Використання інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) у навчальному процесі стало невід'ємною частиною, особливо у викладанні таких точних наук, як фізика.

Важливість ІКТ при викладанні фізики важко переоцінити, оскільки використання анімацій, симуляцій та віртуальних лабораторій дозволяють учням побачити абстрактні фізичні явища в дії, що сприяє кращому розумінню, а застосування інтерактивних вправ, тестів та ігр робить навчання більш цікавим та ефективним.

Широкий спектр онлайн-ресурсів, таких як відеоуроки, енциклопедії та наукові статті, дозволяє учням отримувати додаткову інформацію та поглиблювати свої знання, також кожен учень може працювати в своєму темпі, повторюючи складні матеріали або переходячи до більш складних завдань. Використання ІКТ готує учнів до життя в цифровому суспільстві.

До переваг використання ІКТ у викладанні фізики слід віднести збільшення зацікавленості учнів за рахунок використання інтерактивних матеріалів та можливості самостійного дослідження для вмотивованих

здобувачів освіти, покращення розуміння складних понять, розвиток критичного мислення, підготовка до майбутньої професійної діяльності, оскільки навички роботи з комп'ютером та інтернетом стають все більш затребуваними в сучасному світі.

О. Федчишина, С. Мохун, П.Чопик зазначають, що «використання комп'ютерних симуляцій на лабораторних заняттях дає можливість виконувати досліди, які неможливі з реальним обладнанням. Крім того, такі дослідження можна виконувати вдома як повноцінну лабораторну роботу або підготовку до виконання дослідження на реальному обладнанні в класі» [12].

ІКТ суттєво змінюють традиційний освітній процес, впливаючи на ролі вчителя та учня. Вчитель перетворюється на фасилітатора навчання, який допомагає учням самостійно досліджувати матеріал, розвивати критичне мислення та навички самонавчання. Замість простого передавання знань, вчитель стає організатором навчального процесу, створюючи сприятливе середовище для співпраці та обміну ідеями.

Завдяки ІКТ вчитель має можливість створювати індивідуальні навчальні траєкторії для кожного учня, враховуючи його темпи навчання, інтереси та особливості. Вчителі можуть використовувати різноманітні онлайн-платформи для спілкування з учнями, проведення онлайн-уроків, створення інтерактивних навчальних матеріалів та зворотного зв'язку. Однак, впровадження ІКТ вимагає від вчителів постійного оновлення своїх знань і навичок для ефективного використання нових технологій.

Учні стають активними учасниками навчального процесу, беруть участь у дискусіях, співпрацюють з однолітками та шукають інформацію самостійно. ІКТ надають учням доступ до величезної кількості інформації, що дозволяє їм самостійно вивчати нові теми та розширювати свої знання. Водночас, учні стикаються з новими викликами, такими як інформаційна перевантаженість та кібербулінг. Тому важливо розвивати у них цифрову грамотність, яка включає в себе не тільки вміння користуватися цифровими пристроями, а й критичне мислення та інформаційну гігієну.

Для успішної інтеграції ІКТ в освітній процес необхідно забезпечити рівний доступ до цифрових технологій для всіх учнів, а також проводити систематичну підготовку вчителів. Лише за таких умов ІКТ зможуть повною мірою реалізувати свій потенціал і сприяти розвитку якісної освіти.

До основних викликів використання ІКТ в освіті можна віднести наступні чинники:

- не всі учні мають рівний доступ до комп'ютерів, Інтернету та якісного цифрового контенту, що створює нерівні умови для навчання;
- недостатній рівень цифрової грамотності як учнів, так і вчителів ускладнює ефективне використання ІКТ, а величезний обсяг інформації в мережі ускладнює пошук достовірних джерел та розвиток уміння критично оцінювати інформацію;
- платність якісного програмного забезпечення та онлайн-платформ створює додаткові витрати для шкіл та вчителів;
- нестабільний інтернет-зв'язок, застаріле обладнання, відсутність технічної підтримки можуть ускладнювати використання ІКТ;
- не завжди вчителі мають чітке уявлення про авторське право та ліцензування цифрових ресурсів, що може призвести до правових проблем.
- тривале використання гаджетів може негативно впливати на здоров'я учнів та знижувати їхню концентрацію уваги.

У таблиці 1.2 «Використання ІКТ у навчанні фізики: переваги та виклики» систематизовано сучасні підходи до викладання фізики з використанням ІКТ.

Таблиця 1.2

Використання ІКТ у навчанні фізики: переваги та виклики

№ з/п	Вид ІКТ	Переваги	Недоліки	Ефективність	Доступність	Інтеграція в освітній процес	Приклади використання
1	Інтерактивні дошки	Проведення динамічних уроків, залучення учнів до спільної роботи	Висока вартість обладнання та необхідність навчання вчителів	Висока	Середня	Широко використовуються	Візуалізація фізичних явищ, розв'язування задач у реальному часі
2	Сенсорні екрани	Демонстрація графіків та діаграм, проведення лабораторних робіт	Дороговартісність та складність у технічному обслуговуванні	Висока	Середня	Використовуються в спеціалізованих закладах	Аналіз експериментальних даних, побудова графіків
3	Віртуальні лабораторії	Проведення експериментів, які неможливо або складно провести в лабораторії закладу освіти	Вимагають технічного обладнання та стабільного доступу до Інтернету	Висока	Середня	Підходять для дистанційного навчання	Симуляція механічних, електричних чи хвильових процесів

Продовження таблиці 1.2

4	Онлайн-платформи для навчання	Адаптивні навчальні програми, широкий спектр інтерактивних матеріалів	Можливість перевантаження учнів інформацією та складність контролю за їхньою уваги	Висока	Висока	Поширене у дистанційному та змішаному навчанні	Google Classroom, Microsoft Teams, Moodle
5	Моделювання фізичних явищ	Створення візуальних моделей процесів, що відбуваються на мікро- та макрорівнях	Обмежена інтерактивність у порівнянні з реальними експериментами	Висока	Середня	Використовується для поглиблення знань	Комп'ютерні симуляції руху планет або роботи електричних кіл
6	3D-принтинг	Створення фізичних моделей об'єктів, що сприяє кращому розумінню їх структури	Висока вартість обладнання та матеріалів для друку	Середня	Низька	Використовується у спеціалізованих закладах освіти	Друк моделей молекул, атомів чи механізмів
7	Додана реальність (AR)	Поєднує віртуальні об'єкти на реальний світ, створюючи інтерактивне середовище	Необхідність дорогого обладнання, як-от AR-окуляри, та складність у використанні	Висока	Низька	Потребує спеціалізованого обладнання	Перегляд 3D-моделей атомів чи планет через AR-додатки

Продовження таблиці 1.2

8	Мобільні додатки	Зручні у використанні, можуть містити інтерактивні елементи та бути доступними будь-коли	Залежність від смартфонів, можливі технічні проблеми	Висока	Висока	Поширене для самостійного навчання	PhET, Algodoo
9	Штучний інтелект	Може бути використаний для персоналізації навчання, адаптації матеріалу до потреб учнів	Можливість технічних збоїв та потреба в кваліфікованих спеціалістах	Висока	Середня	Перспективний інструмент	Рекомендація індивідуальних завдань, оцінка успішності учнів

1.2.1. Можливості та обмеження онлайн-платформ у навчанні фізики

Використання онлайн-платформ для проведення фізичних експериментів стає дедалі популярнішим у сучасній освіті, що обумовлено низкою переваг, але водночас має й певні обмеження.

До переваг використання онлайн-платформ слід віднести доступність, оскільки онлайн-платформи дозволяють проводити експерименти в будь-який час і в будь-якому місці, де є доступ до Інтернету, що особливо актуально для дистанційного навчання, індивідуальної роботи учнів, викликів сьогодення. Також, багато експериментів у фізиці можуть бути небезпечними для виконання в умовах шкільних лабораторій, а онлайн-симулятори дозволяють проводити їх у безпечному віртуальному середовищі. Більшість онлайн-платформ забезпечують високий рівень інтерактивності, що дозволяє учням активно взаємодіяти з експериментом, змінювати параметри та спостерігати за результатами. Онлайн-симулятори дозволяють візуалізувати складні фізичні процеси, що сприяє кращому розумінню матеріалу, а також надають можливість багаторазового проведення експерименту – учні можуть повторювати експерименти кілька разів, змінюючи умови, що дозволяє їм глибше досліджувати фізичні явища. Онлайн-платформи роблять освіту більш доступною, оскільки не вимагають дорогого обладнання та спеціальних лабораторій.

Незважаючи на високий рівень візуалізації, онлайн-експерименти не можуть повністю замінити реальні лабораторні роботи, оскільки деякі фізичні явища важко або неможливо змодельовати в цифровому вигляді, а учні позбавлені можливості відчувати фізичні властивості речовин, температуру, вагу тощо. Якість проведення експерименту залежить від швидкості Інтернету, потужності комп'ютера, наявності необхідного програмного забезпечення. Онлайн-експерименти не забезпечують такого рівня соціальної взаємодії, як традиційні лабораторні роботи, де учні можуть обговорювати результати експериментів з однолітками та вчителем, а також під час роботи з

онлайн-платформами учні можуть відволікатися на інші інтернет-ресурси, що знижує ефективність навчання.

1.2.2. Відеоматеріали як інструмент навчання фізики

Відеоматеріали є незамінним інструментом для безперервного навчання фізики, особливо в умовах нестабільної енергопостачання та інших обмежень, оскільки вони забезпечують гнучкий доступ до якісного освітнього контенту в будь-який час і в будь-якому місці. Завдяки відео, фізика стає більш доступною та цікавою. Анімації, графіка та інтерактивні елементи роблять навчальний процес динамічним і захоплюючим, навіть коли учні змушені навчатися вдома. Широкий спектр відеоформатів – від коротких пояснювальних роликів до повноцінних онлайн-курсів – дозволяє підібрати оптимальний варіант навчання для кожного учня, незалежно від його віку, рівня підготовки та індивідуальних особливостей сприйняття інформації. Онлайн-платформи та соціальні мережі надають безкоштовний доступ до величезної бібліотеки навчальних відео з фізики, що робить освіту доступною для кожного бажаючого.

Сучасні технології відкрили нові можливості для освіти. Вчителі можуть створювати відеоуроки, які не тільки пояснюють складні теми, але й роблять навчання більш цікавим та доступним, що особливо корисно для візуального пояснення фізичних явищ, де анімації та відео можуть значно полегшити розуміння.

Можливість створювати власні навчальні відео за допомогою мобільних пристроїв відкриває перед вчителями безмежні можливості для творчості та інновацій. Завдяки цьому, освітній процес стає більш інтерактивним, персоналізованим та ефективним, що відповідає сучасним вимогам до якості освіти. Вчителі можуть адаптувати контент до потреб своїх учнів, використовувати різноманітні формати та інтерактивні елементи, а також розвивати свої педагогічні навички.

Використання вбудованих відеоредакторів у мобільних телефонах дозволяє вчителям швидко створювати короткі пояснювальні відео, демонструвати лабораторні роботи, записувати експерименти та створювати інтерактивні презентації. Це значно полегшує розуміння складних фізичних концепцій і підвищує зацікавленість учнів до предмета.

До переваг використання відеоматеріалів для різних груп учнів слід віднести індивідуалізацію навчання, оскільки відеоматеріали задовольняють різні стилі навчання: візуали легко сприймають інформацію через зображення, аудіали можуть зосередитися на поясненнях лектора, а кінестетики – на демонстрації експериментів. Кожен учень може переглядати відео в зручному для себе темпі, повторювати складні моменти або прискорювати виклад легкого матеріалу, що дозволяє учням навчатися в своєму темпі та просуватися вперед відповідно до своїх можливостей.

Велика кількість якісних відеоматеріалів доступна безкоштовно на різних онлайн-платформах, що робить освіту доступною для всіх, зменшуючи залежність від матеріального становища. Відстань від закладу освіти, який надає якісні освітні послуги більше не є перешкодою – учні з віддалених регіонів мають доступ до тих самих навчальних ресурсів, що й їхні однолітки з міст.

Новітні технології надають можливості для адаптації відеоматеріалів до потреб учнів з особливими освітніми потребами. За допомогою спеціальних програм та інструментів можна додавати аудіоописи, субтитри, переклад жестовою мовою та інші інтерактивні елементи, що дозволяє створювати навчальні відео, які відповідають різноманітним потребам учнів та сприяють їхньому успішному навчанню.

Використання відеоматеріалів впливає на ефективність навчання – візуальна інформація запам'ятовується краще, ніж текстова, а комбінація зображень, звуку та руху посилює ефект запам'ятовування. Якісні відеоматеріали дозволяють детально розглянути складні процеси та явища, що

сприяє глибшому розумінню матеріалу, що підвищує мотивацію до навчання, що робить його більш захопливим.

До переваг слід віднести, що учні можуть переглядати відеоматеріали в будь-який зручний для них час і в будь-якому місці, що сприяє розвитку самостійності та відповідальності, переглядати їх багаторазово, що дозволяє закріпити знання та усунути прогалини, а також відео можуть слугувати ефективним інструментом для повторення матеріалу перед контрольними роботами та іспитами. Багато сучасних відеоматеріалів містять інтерактивні елементи, які дозволяють учням активно взаємодіяти з матеріалом, задавати питання та отримувати зворотний зв'язок.

Одним із цікавих форматів навчальних проєктів можуть бути власні відеоролики, які учні створюють для демонстрації своїх знань та вмінь.

Хоча навчальні відеоматеріали є потужним інструментом для сучасного освітнього процесу, їхнє використання пов'язане з певними викликами:

1. Не всі учні мають стабільний і швидкий доступ до мережі Інтернет, що може обмежити їхню можливість переглядати відео. А різноманітність пристроїв (комп'ютери, планшети, смартфони) та програмного забезпечення створює додаткові проблеми з відтворенням відео.

2. Не завжди відеоматеріали мають високу якість зображення та звуку, що може ускладнювати сприйняття інформації. Як наслідок, учні під час перегляду можуть відволікатися на сторонні подразники, знижуючи ефективність навчання.

3. Вибір відповідних відеоматеріалів, які відповідають навчальній програмі та інтересам учнів, може бути складним завданням. Ефективна інтеграція відео в урок потребує ретельного планування та розробки відповідних завдань.

4. Складно оцінити, наскільки учні засвоїли інформацію з відео, особливо якщо відео використовується як додатковий матеріал.

5. Занадто велика кількість візуальної та звукової інформації може призвести до перевантаження учнів.

6. Не всі учні можуть бути зацікавлені у перегляді відео. Якщо відео використовується без інтерактивних елементів, учні можуть стати пасивними спостерігачами, а не активними учасниками навчального процесу.

7. Використання відеоматеріалів, захищених авторським правом, без дозволу авторів є порушенням закону. Крім того, деякі відео можуть містити невідповідний для учнів контент, тому вчителі повинні ретельно перевіряти матеріал перед його використанням.

8. Створення якісних адаптацій відеоматеріалів для осіб з обмеженнями зору та слуху потребує значних ресурсів, зокрема залучення фахівців з відповідною кваліфікацією (сурдоперекладачів, тифлокоментаторів тощо) та фінансових витрат.

Використання навчальних відеоматеріалів може бути ефективним інструментом, якщо підходити до цього питання комплексно і враховувати всі можливі виклики.

1.3. Висновки до розділу 1

Використання ІКТ у викладанні фізики відкриває нові можливості для вчителів та учнів, дозволяє зробити навчання більш ефективним, цікавим та інтерактивним. Однак, важливо пам'ятати, що ІКТ є лише інструментом, а не самоціллю. Успіх навчання залежить від того, як вчитель використовує ці технології для досягнення навчальних цілей і бажання здобувачів освіти навчатися.

Незважаючи на величезний потенціал ІКТ, їх впровадження в освіту стикається з низкою проблем. Недостатній доступ до технологій, відсутність цифрових навичок у вчителів та загрози кібербезпеки – це лише деякі з них. Для успішного використання ІКТ необхідно системно вирішувати ці питання.

Онлайн-платформи є потужним інструментом для вивчення фізики, але їх використання має бути збалансованим. Найкращі результати досягаються при поєднанні віртуальних експериментів з реальними лабораторними

роботами. Вчитель повинен ретельно підбирати онлайн-платформи, враховуючи навчальні цілі та можливості учнів.

Для ефективного використання онлайн-платформ необхідно: вибирати платформи, які відповідають навчальній програмі та віковим особливостям учнів; переконатися, що всі учні мають доступ до необхідної техніки та Інтернету, робити навчання цікавим та захоплюючим за допомогою різноманітних інтерактивних елементів, поєднувати віртуальні та реальні експерименти для більш глибокого розуміння фізичних явищ, розвивати в учнів навички аналізу отриманих даних та формулювання висновків.

Таким чином, онлайн-платформи можуть стати ефективним інструментом для вчителя фізики, дозволяючи зробити навчання більш цікавим, доступним та ефективним. Проте, варто зазначити, що онлайн-платформи не можуть повністю замінити реальні лабораторні роботи, оскільки вони не передають усіх сенсорних відчуттів та не розвивають деякі практичні навички.

2. РОЗРОБКА МЕТОДИЧНИХ РЕКОМЕНДАЦІЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ФІЗИЧНИХ ЕКСПЕРИМЕНТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ОНЛАЙН-ПЛАТФОРМ ТА ВІДЕОМАТЕРІАЛІВ

2.1. Вибір онлайн-платформ та відеоресурсів

Інтерактивні онлайн-платформи та відеоресурси стали незамінними помічниками в сучасному навчанні фізики. Вони пропонують широкий спектр інструментів для візуалізації складних понять, проведення віртуальних експериментів та закріплення знань.

Дослідження Greg Kestin, Kelly Miller, Logan S. McCarty, Kristina Callaghan, and Louis Deslauriers «Comparing the effectiveness of online versus live lecture demonstrations» порівнює ефективність живих демонстрацій та онлайн-відео в курсі фізики, виявляючи, що обидва методи мають свої переваги. Автори стверджують, що відеодемонстрація є ефективним інструментом для навчання, оскільки вона мінімізує помилки спостереження, забезпечуючи уповільнене повторення ключових моментів і краще ілюструє абстрактні концепції через графіку та анімацію, а онлайн-демонстрації можуть бути чудовим доповненням до традиційних методів, особливо у випадках, коли живі демонстрації недоступні через логістичні або фінансові обмеження [13].

Вибір платформи залежить від вікової групи учнів і навчальних цілей. Для молодших школярів важливим є використання яскравих симуляцій із простими завданнями (наприклад, симуляція «Баланс» на PhET). Для старшокласників і студентів підходять платформи з розширеними можливостями (LabsLand для реальних лабораторій з електрики або EMANIM для аналізу електромагнітних хвиль). Крім того, варто враховувати вартість доступу, оскільки багато платформ пропонують як платні, так і безкоштовні версії з обмеженим функціоналом. Важливим фактором є відповідність технічних характеристик платформи наявному обладнанню закладу.

Для глибокого вивчення конкретних тем з фізики часто використовуються спеціалізовані платформи або окремі симуляції. До таких

ресурсів можна віднести PhET Interactive Simulations, LabsLand, EMANIM Online та інші.

PhET Interactive Simulations – це безкоштовна онлайн-платформа, яка пропонує широкий спектр інтерактивних симуляцій з фізики, хімії, біології, наук про Землю та математики. Ресурс, створений у 2002 році лауреатом Нобелівської премії Карлом Віманом і став популярним інструментом для вивчення природничих наук у всьому світі. Але як недолік слід відмітити, що не всі симуляції доступні українською мовою.

LabsLand – це освітня онлайн-платформа, яка надає доступ до реальних лабораторій через Інтернет. Її основна мета – зробити практичну освіту з фізики, хімії, біології, електроніки та інших дисциплін доступною для студентів і школярів по всьому світу.

EMANIM Online – це освітній інструмент, створений для візуалізації та вивчення електромагнітних хвиль. Платформа забезпечує учням і здобувачам освіти можливість краще зрозуміти складні фізичні явища завдяки інтерактивним анімаціям і доступному поясненню. Платформа зосереджена лише на вузькій тематиці (електромагнітні хвилі), що обмежує її застосування в інших розділах фізики.

Для більш детального порівняння популярних освітніх платформ для вивчення фізики дивіться таблицю 2.1.

Таблиця 2.1

Порівняльна характеристика освітніх платформ: PhET Interactive Simulations, LabsLand та EMANIM Online

Характеристика	PhET Interactive Simulations	LabsLand	EMANIM Online
Засновник	Карл Віман, Університет Колорадо Боулдер	Засновано в рамках європейського проекту STEM	Розробники Університету Париж-Сакле
Рік заснування	2002	2015	2010

Продовження таблиці 2.1

Тип контенту	Інтерактивні симуляції з математики та природничих наук	Віртуальні лабораторії	Платформа для візуалізації наукових явищ за допомогою математичних моделей.
Платформи	Веб, Android, iOS	Веб	Веб
Вартість	Безкоштовно	Платно (залежно від ліцензії)	Безкоштовно
Особливості	Адаптація до різних стилів навчання, доступність	Доступ до віртуальних лабораторій через Інтернет	Візуалізація електромагнітних явищ
Цільова аудиторія	Учні, студенти, викладачі	Учні, студенти, викладачі	Учні, студенти, викладачі
Додаткові можливості	Підтримка різних мов, інтерактивні елементи	Віддалений моніторинг, підтримка Arduino	Візуалізація, інтерактивність
Переваги	Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, можливість змінювати параметри експериментів та спостерігати за результатами в режимі реального часу	Гнучка платформа, що дозволяє створювати індивідуальні навчальні програми та експерименти	Глибоке розуміння фізичних процесів через математичне моделювання.
Недоліки	Менші можливості для створення власних симуляцій	Вимагає певних технічних знань для створення складних експериментів	Складна для початківців через використання математичних концепцій

PhET, як безкоштовний ресурс, пропонує оптимальні можливості для навчання, що особливо важливо для закладів освіти, які працюють в умовах обмеженого фінансування, оскільки платформа надає широкий вибір якісних симуляцій для проведення віртуальних експериментів.

Таблиця 2.2

Оцінка переваг і обмеження PhET як інструменту для навчання фізики

№ з/п	Переваги	Недоліки
1.	Симуляції працюють на комп'ютерах, планшетах і смартфонах, що дозволяє використовувати їх як в класі, так і вдома.	Необхідність доступу до Інтернету для запуску більшості симуляцій.
2.	Платформа розроблена так, щоб учні могли легко орієнтуватися в ній без потреби у спеціальному навчанні.	Відсутність адаптації для учнів із порушеннями зору чи слуху.
3.	Усі симуляції побудовані на основі наукових принципів і ретельно перевірені на коректність.	Не всі теми шкільної програми представлені на платформі.
4.	Платформа дозволяє наочно демонструвати процеси, які важко відтворити в реальних умовах (наприклад, поведінку атомів, електромагнітні хвилі).	Не може повністю замінити реальні експерименти, де важливим є практичний досвід.
5.	Учні можуть змінювати параметри експерименту (наприклад, силу струму, швидкість об'єкта) і миттєво спостерігати за результатами.	Може викликати залежність від «готових відповідей», знижуючи здатність учнів до критичного мислення.

Продовження таблиця 2.2

6.	PhET пропонує готові сценарії уроків та рекомендації для вчителів.	Матеріали уроків потребують адаптації до навчальних програм
7.	Учні можуть проводити віртуальні експерименти, аналізувати результати та робити висновки.	Відсутність «відчуття реальності», яке є важливим для засвоєння деяких фізичних явищ.
8.	Симуляції підходять як для базового рівня навчання, так і для поглибленого вивчення фізики.	Складно інтегрувати в навчання без належної технічної підготовки вчителів.
9.	Учні можуть виконувати експерименти у власному темпі, повторюючи їх стільки разів, скільки потрібно для розуміння матеріалу.	Відсутність контролю з боку вчителя може призвести до неправильного трактування результатів.
10.	PhET сприяє формуванню самостійних дослідницьких навичок, дозволяючи учням ставити власні експериментальні завдання.	Обмеження у створенні власних симуляцій чи зміні існуючих сценаріїв під спеціальні потреби навчання.

2.2. Створення відеоматеріалів

Створення якісного відеоматеріалу для демонстрації фізичних експериментів з метою навчання учнів – це багатоетапний процес, який вимагає не лише глибоких знань фізики, але й навичок відеозйомки та монтажу.

На етапі планування обирається експеримент, який відповідає вимогам навчальної програми, є цікавим, зрозумілим та безпечним для проведення. Експеримент має проводитися з дотриманням усіх правил безпеки та відповідати наявним лабораторним умовам.

Складається детальний сценарій відео, який повинен містити чітку структуру, включаючи вступ, основну частину та висновок. Сценарій має детально описувати кожен етап експерименту, необхідні пояснення та додаткові матеріали (графіки, формули).

Для створення відеоматеріалу необхідне відповідне обладнання: камера, штатив, освітлення, мікрофон, програмне забезпечення для монтажу. Залежно від складності експерименту може знадобитися допомога колег або учнів. Обирається місце для зйомки, де буде достатньо світла, і ніщо не заважатиме зйомці.

На етапі підготовки необхідно забезпечити безпеку життєдіяльності, підібрати необхідне лабораторне обладнання, матеріали та інструменти для проведення експерименту. Враховуючи освітлення в приміщенні та розміри об'єктів зйомки, слід підібрати відповідне обладнання для відеозйомки та встановити його в потрібному місці. Якщо використовується відеокамера як окремий пристрій, необхідно вибрати оптимальні налаштування: роздільну здатність, частоту кадрів, баланс білого тощо. Перед початком зйомки рекомендується провести пробну зйомку, щоб перевірити якість зображення та звуку. Необхідно пам'ятати про використання засобів індивідуального захисту, якщо це передбачено експериментом.

Зйомку експерименту слід здійснювати з різних ракурсів, звертаючи особливу увагу на деталі, які важливі для розуміння процесу. Рекомендується використовувати штатив або стабілізатор для уникнення трясіння камери. Знімати слід як загальні плани об'єктів, так і крупні, пояснювальні схеми, графіки, формули тощо.

Для забезпечення високої якості звуку рекомендується використовувати зовнішній мікрофон і записувати звук окремо від відео. Це дозволить досягти кращої чистоти звуку та забезпечить більшу гнучкість при монтажі. Для запису слід обирати тихе місце та використовувати звукоізоляційні матеріали. Під час монтажу можна використовувати різноманітні аудіо ефекти для

покращення якості звучання. Після вибору відповідних фрагментів відео необхідно синхронізувати їх із звуковою доріжкою.

Відзнятий матеріал імпортується в програму для монтажу, де вирізаються зайві фрагменти, і залишаються лише найважливіші моменти. Відеоряд може бути доповнений графічними зображеннями, вмонтованими в основне відео. Під час монтажу застосовуються різноманітні візуальні ефекти, такі як сповільнена зйомка, прискорена зйомка, переходи між кадрами.

Накладається звукова доріжка з поясненнями, звуковими ефектами або музикою (за потреби). Додаються титри на початку і в кінці відео, а також під час демонстрації формул або графіків.

Титри – це текстові написи, що доповнюють відеоматеріал і виконують різноманітні функції: від передачі додаткової інформації до заміни звукової доріжки. Для створення титрів використовують спеціальні програми для монтажу відео або онлайн-сервіси. Важливими аспектами при створенні титрів є вибір шрифту, розміру, кольору та анімації, а також точна синхронізація з відео. Добре підібрані титри можуть значно підвищити якість і доступність відео.

Обирається платформа для розміщення відео (YouTube, Vimeo тощо) та оптимізується відео для пошуку, шляхом додавання релевантних ключових слів в назву, опис і теги. Використання інструментів для аналізу ключових слів необхідне для знаходження найбільш популярних запитів. Після публікації відео, додаються посилання на нього до матеріалів уроків, які надаються учням. Важливим етапом є збір відгуків глядачів і використання їх для вдосконалення наступних відео.

Для отримання якісного відео, необхідно звернути особливу увагу на освітлення, стабілізацію камери та чіткий звук. Для уникнення трясіння камери необхідно використовувати штатив або стабілізатор. Перед зйомкою кілька разів проводять репетицію експерименту. Відео має бути максимально коротким та інформативним у відповідному форматі (наприклад, MP4, MOV) та стиснутим для зручності його завантаження. Додавання субтитрів зробить

відео доступним для ширшої аудиторії, а інтерактивні елементи сприятимуть залученню глядачів.

Для зйомки відео можна використовувати різноманітне обладнання: смартфони, цифрові камери, відеокамери, веб-камери, екшн-камери. Якість звуку значно покращить використання зовнішнього мікрофона.

Для монтажу відео можна обрати такі редактори, як Microsoft Clipchamp, Adobe Premiere Pro, Final Cut Pro, DaVinci Resolve, iMovie та інші. Вибір конкретного відеоредактора залежить від технічних можливостей комп'ютера, необхідного набору функцій, досвіду роботи з відеоредакторами та бюджету. Крім того, необхідно звернути увагу на наявність навчальних матеріалів та підтримки для обраного програмного забезпечення. З порівняльними характеристиками поширених відеоредакторів можна ознайомитися у таблиці 2.3.

Для створення графіки та візуальних ефектів можна використовувати такі програми, як Adobe After Effects, Blender, Adobe Photoshop, GIMP та інші

Таблиця 2.3

Порівняльна характеристики поширених відеоредакторів

Характеристика	Microsoft Clipchamp	Adobe Premiere Pro	Final Cut Pro	DaVinci Resolve	iMovie
Платформа	Веб, Windows	Windows, macOS	macOS	Windows, macOS	macOS, iOS
Вартість	Безкоштовна версія з обмеженнями, преміум (\$)	Підписка (\$20.99/міс.)	Одноразова ліцензія (\$299)	Безкоштовно (Studio версія - \$295)	Безкоштовно
Цільова аудиторія	Початківці, аматори	Професіонали	Професіонали	Професіонали, аматори	Початківці, аматори
Підтримка 4K відео	Так	Так	Так	Так	Так

Продовження таблиці 2.3

Інструменти редагування	Основні (нарізка, додавання тексту, фільтри)	Розширені (ефекти, кольорокорекція, багатошарове редагування)	Потужні (магнітний таймлайн, 360° відео)	Розширені (кольорокорекція, звуковий дизайн)	Основні (обрізка, фільтри, музика)
Шаблони та ресурси	Великий вибір готових шаблонів	Вбудовані ресурси, інтеграція з Creative Cloud	Вбудовані шаблони та інтеграція з macOS	Мінімум шаблонів, фокус на ручну роботу	Великий вибір простих шаблонів
Інтерфейс	Простий, інтуїтивний	Складний, з високим порогом входу	Інтуїтивний для macOS користувачів	Складний, вимагає навчання	Дуже простий і зрозумілий
Особливості	Хмарне зберігання, швидкий рендеринг	Багатошарове редагування, інтеграція з іншими програмами Adobe	Магнітний таймлайн, 360° відео	Потужна кольорокорекція, багатоканальний звук	Інтеграція з iOS, простота
Експорт	До 1080p у безкоштовній версії	До 8K	До 8K	До 8K	До 4K
Підтримка плагінів	Немає	Велика кількість	Велика кількість	Велика кількість	Немає

Для створення відеоматеріалів до супроводу лабораторних робіт використано відеоредактор Microsoft Clipchamp. Clipchamp має як безкоштовну версію з базовим набором інструментів, так і платну версію з

розширеними можливостями. Крім того, інтеграція з системою Microsoft робить його зручним для користувачів Windows.

Інтерфейс Clipchamp простий та зрозумілий, що дозволяє швидко освоїти програму навіть користувачам без досвіду відеомонтажу. Інструменти для нарізання відео, додавання тексту та ефектів розташовані в інтуїтивно зрозумілих місцях, а функція автоматичного створення відеороликів дозволяє швидко отримати результат.

Clipchamp дозволяє виконувати широкий спектр завдань: нарізати відео, додавати текстові пояснення, графічні елементи, фонову музику або голосові коментарі, створювати анімовані заголовки, застосовувати ефекти до відео та додавати переходи між кадрами. Готові відео можна експортувати у форматі MP4, що забезпечує їхню сумісність з більшістю пристроїв та платформ (YouTube, Instagram тощо).

Порівняно з іншими професійними відеоредакторами (наприклад, Adobe Premiere Pro, Final Cut Pro), Clipchamp є більш простим у використанні та підходить як для новачків, так і для досвідчених користувачів, яким потрібен швидкий і ефективний інструмент для створення відео.

Microsoft Clipchamp виявився ефективним інструментом для створення навчальних відео вчителями, які бажають створювати якісний відеоконтент для забезпечення освітнього процесу. Серед його ключових функцій, які активно використано, можна виділити: нарізання відеофрагментів, поєднання різних типів медіа (слайдів, фотографій, відео) в єдиний відеоматеріал, додавання аудіодорожок з голосовими поясненнями. Для покращення сприйняття матеріалу використано різноманітні ефекти переходу між кадрами, а також зміна швидкість відтворення окремих фрагментів відео.

При продовженні дослідження теми будуть створюватися навчальні відео з використанням функції запису відео в режимах «Екран і камера», «Камера», «Екран», що дозволить створювати різноманітні типи навчальних відео, включаючи демонстрацію програмного забезпечення, експериментів та лекцій, а шаблони Clipchamp допоможуть зробити відео більш привабливими.

Функція додавання текстових коментарів особливо корисна для створення відео, доступних для ширшого кола глядачів, включаючи осіб з вадами слуху.

Підсумовуючи, Microsoft Clipchamp є відмінним вибором для освітян, які бажають створювати професійні навчальні відео без необхідності володіння складними відеоредакторами. Його інтуїтивний інтерфейс, широкий функціонал та доступність роблять його ідеальним інструментом для створення ефективного навчального контенту.

2.3. Розробка та адаптація методичних вказівок

Створення методичних вказівок для проведення лабораторних робіт з фізики з використанням симуляцій – це творчий і відповідальний процес, який вимагає чіткого розуміння як фізичних явищ, так і особливостей роботи з обраною платформою симуляцій.

Розробку методичних вказівок варто розпочати з визначення теми та мети лабораторної роботи. Тематика робіт обирається у відповідності до діючої навчальної програми та має бути цікавою для учнів. Вчитель має визначити, що учні повинні навчитися в результаті виконання роботи (наприклад, перевірити закон Ома, дослідити властивості коливань маятника тощо). При виборі теми слід враховувати інтереси учнів та наявне обладнання, оскільки лабораторна робота з використанням симуляцій передбачає використання реального обладнання (комп'ютерів, планшетів, смартфонів).

За результатами аналізу навчальної програми та вимог до результатів навчання вчитель має переконатися, що лабораторна робота відповідає вимогам програми і поглиблює знання учнів з конкретної теми. Завдання мають бути сформульовані таким чином, щоб вони були зрозумілими для учнів і відповідали поставленій меті.

Наступним важливим етапом є вибір симуляції, яка точно відображає фізичні явища, має необхідні інструменти для проведення експерименту і має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс. При виборі симуляції також варто звернути увагу на наявність детальних інструкцій для вчителя та учнів.

Теоретична частина вказівок має містити стислий огляд необхідних теоретичних відомостей та/або гіпотези, які учні будуть перевіряти під час експерименту.

Практична частина має детально описувати послідовність дій, використання інструментів симуляції та проведення вимірювань. Рекомендації мають містити вказівки щодо обробки отриманих даних (побудова графіків, проведення розрахунків тощо), аналізу отриманих результатів і порівняння їх з теоретичними очікуваннями.

Методичні вказівки до лабораторної роботи мають бути чітко структурованими та складатися з таких логічних блоків: мета роботи, теоретична частина, практична частина (з детальним описом експерименту), обробка отриманих даних та формулювання висновків.

Особливу увагу слід приділити мові викладу. Інформацію необхідно подавати ясно, лаконічно та доступною мовою, уникаючи складних термінів, які можуть бути незрозумілими для учнів.

Бажано супроводжувати опис ілюстраціями (чіткими схемами, графіками), які допоможуть візуалізувати фізичні явища та полегшить виконання завдань лабораторної роботи.

Для ефективної перевірки розуміння вивченого матеріалу методичні вказівки варто завершувати різноманітними контрольними запитаннями (від простих до аналітичних).

Розроблені методичні вказівки мають відповідати рівню знань та вмінь учнів, а також враховувати їх індивідуальні особливості та навчальні потреби. Їх ефективність необхідно перевірити на практиці, шляхом проведення лабораторних робіт.

Під час виконання робіт розробнику слід фіксувати труднощі, з якими стикаються учні, та збирати їхні відгуки. Отримана інформація дозволить внести необхідні корективи до методичних вказівок. Методичні вказівки мають регулярно оновлюватися з урахуванням нових наукових досягнень та змін у навчальних програмах.

Приклад структури методичних вказівок:

1. Тема роботи:
2. Мета роботи:
3. Обладнання: симуляція
4. Теоретична частина:
5. Хід роботи:
 - Крок 1:
 - Крок 2:
6. Обробка результатів:
7. Висновки:
8. Контрольні запитання:

Методичні вказівки до лабораторних робіт з фізики, що передбачають використання комп'ютерних симуляцій, мають бути розроблені з урахуванням вікових особливостей учнів та їхніх індивідуальних пізнавальних можливостей. Важливо підбирати завдання, які відповідають рівню знань та вмінь учнів, поступово ускладнюючи їх.

Слід пам'ятати, що комп'ютерні симуляції є ефективним доповненням до реальних експериментів, але не можуть повністю їх замінити. Вони дозволяють візуалізувати складні фізичні процеси, проводити експерименти в контрольованих умовах та моделювати різноманітні ситуації. Однак, для формування в учнів повного уявлення про фізичні явища, необхідно поєднувати роботу з симуляціями з проведенням реальних дослідів.

Методичні вказівки потребують регулярного оновлення з огляду на швидкий розвиток комп'ютерних технологій та появу нових, більш досконалих симуляцій. Крім того, зміни в навчальних програмах також вимагають відповідних адаптацій методичних матеріалів. Важливо, щоб методичні вказівки завжди відповідали сучасним вимогам до навчання фізики.

У магістерській роботі розроблено методичні рекомендації для виконання лабораторних робіт з розділу «Механіка», які відповідають навчальній програмі для 10-11 класів закладів загальної середньої освіти

«Фізика і астрономія» (рівень стандарту), затвердженій Міністерством освіти і науки України наказом № 1539 від 24.11.2017 р.

Метою створення методичних рекомендацій є розвиток у учнів ключових компетентностей у галузі фізики через забезпечення їх якісними інструментами для проведення лабораторних досліджень у форматі сучасних технологій.

Методичні рекомендації містять детальний теоретичний матеріал, необхідний для глибокого розуміння фізичних принципів та формул, що застосовуються під час виконання роботи, покрокові алгоритми проведення експериментів у симуляційному середовищі або з використанням відеоматеріалів, спеціально розроблені таблиці для систематизації експериментальних даних та готові формули для проведення необхідних розрахунків, а також контрольні запитання, які дозволяють учням самостійно перевірити рівень засвоєння матеріалу.

Таблиця 2.4 відображає перелік лабораторних робіт, які рекомендовані для виконання учнями під час вивчення розділу «Механіка». У таблиці вказані теми робіт, форми їх реалізації та типи методичних матеріалів, що забезпечують виконання. Детальний зміст методичних рекомендацій подано у додатку А.

Таблиця 2.4.

Теми лабораторних робіт з розділу «Механіка» та форми їх реалізації

№ ЛР	Тема ЛР	Форма реалізації та методичне забезпечення
1	Оцінка похибок вимірювань	відеоролик https://youtu.be/1R-qm_fBzwQ та методичні рекомендації
2	Визначення прискорення тіла при рівноприскореному русі	методичні рекомендації до виконання роботи в симуляції PhET «Парк для скейтів»

Продовження таблиці 2.4.

3	Вивчення руху тіла по колу	методичні рекомендації до виконання роботи в симуляції PhET «Крутильний момент (1.13)»
4	Вимірювання сил	методичні рекомендації до виконання роботи в симуляції PhET «Похила площина: Сили і рух (2.06)»
5	Вимірювання коефіцієнта тертя	методичні рекомендації до виконання роботи в симуляції PhET «Сили і рух: основи»
6	Визначення центра мас плоскої фігури	відеоролик https://youtu.be/E5COg5D7d20 та методичні рекомендації
7	Дослідження закону збереження імпульсу при пружних ударах	методичні рекомендації до виконання роботи в симуляції PhET «Лабораторія вивчення імпульсу»

2.4. Висновки до розділу 2

Платформа PhET Interactive Simulations є оптимальним вибором для використання у навчальному процесі завдяки своїй доступності, інтерактивності, високій якості симуляцій та здатності вирішувати актуальні проблеми сучасної освіти. У школах із недостатнім матеріально-технічним забезпеченням PhET стає дієвим інструментом для виконання лабораторних робіт та демонстрації дослідів. Її використання сприяє підвищенню ефективності навчання фізики та забезпечує умови для інтеграції інноваційних методів викладання.

Незважаючи на великий обсяг симуляцій, які пропонує PhET Interactive Simulations, не всі теми навчальної програми з фізики і астрономії для 10-11 класів закладів загальної середньої освіти (рівень стандарту, профільний рівень), затвердженої наказом МОН України №1539 від 24.11.2017 р., можуть

бути повністю відпрацьовані за допомогою цієї платформи. Існує додаткова потреба у використанні готових відеоресурсів або створенні власних навчальних відеоматеріалів для забезпечення комплексного вивчення курсу.

Створення якісного навчального відео про фізичний експеримент – це багатогранний процес, що поєднує в собі педагогіку, фізику та сучасні технології. Щоб створити відео, яке не лише демонструє експеримент, а й ефективно передає фізичні принципи та закономірності, необхідно врахувати низку важливих аспектів.

По-перше, це глибоке розуміння фізичного явища. Викладач має не тільки вміти провести експеримент, але й чітко пояснити його суть, виділити ключові моменти та відповісти на можливі запитання учнів.

По-друге, необхідні навички відеозйомки та монтажу. Якість зображення, звуку, а також загальна композиція відео безпосередньо впливають на його сприйняття та засвоєння матеріалу.

По-третє, сучасні технології надають широкий спектр інструментів для створення динамічних, інтерактивних та доступних відеоматеріалів. Використання спеціального програмного забезпечення дозволяє додавати анімацію, графіку, звукові ефекти та субтитри, що робить відео більш цікавим та інформативним.

Розробка методичних вказівок для лабораторних робіт з фізики, що використовують симуляції, є комплексним процесом, який вимагає не лише глибоких знань фізики, а й розуміння принципів створення ефективних навчальних матеріалів. Вибір відповідної симуляції, чітке формулювання завдань, детальний опис експерименту та забезпечення необхідних теоретичних підґрунть – ключові етапи цього процесу. Регулярна оцінка ефективності методичних вказівок та їхнє оновлення з урахуванням нових технологій та навчальних програм є запорукою успішного використання симуляцій у навчанні фізики.

3. АПРОБАЦІЯ МЕТОДИЧНИХ РЕКОМЕНДАЦІЙ ТА ОЦІНКА ЇХ ЕФЕКТИВНОСТІ

3.1. Організація експерименту та методи збору даних

Метою організації проведення експерименту є оцінка ефективності розроблених методичних рекомендацій для проведення шкільних фізичних експериментів з використанням онлайн-платформ та відеоматеріалів в умовах сучасних викликів, зокрема, пов'язаних з воєнними діями. Експеримент спрямований на забезпечення безперервності освітнього процесу та підвищення мотивації учнів.

Об'єкт дослідження – шкільні фізичні експерименти.

Предмет дослідження – процес проведення шкільних фізичних експериментів за допомогою онлайн-платформ та відеоматеріалів.

Гіпотеза дослідження – використання онлайн-платформ та відеоматеріалів у процесі проведення шкільних фізичних експериментів в умовах воєнного часу сприятиме підвищенню рівня засвоєння учнями теоретичного матеріалу завдяки наочності та інтерактивності представлення інформації; розвитку практичних навичок учнів шляхом виконання віртуальних експериментів та аналізу отриманих результатів; підвищенню мотивації до навчання фізики завдяки можливості самостійної роботи в зручному темпі та індивідуалізації навчального процесу; забезпеченню безперервності освітнього процесу та підтримці психологічного благополуччя учнів у складних умовах.

Проведення експерименту розпочалося з розробки детальних методичних рекомендацій, які включали покрокові інструкції щодо підготовки необхідного обладнання, проведення дослідів, обробки отриманих даних та оформлення звітів.

У рамках експериментального навчання було організовано проведення занять у двох групах: експериментальній і контрольній. Учасниками експерименту стали учні першого курсу РЦ ПТО №1 м. Кременчука, що

навчаються на базі базової загальної середньої освіти з отриманням повної загальної середньої освіти.

У експериментальній групі (група КО-24-3, професія «Кухар. Офіціант») заняття проводилися із застосуванням розроблених методичних матеріалів, які включали інтерактивні завдання, відеоматеріали, інструкції для виконання лабораторних робіт та вправ, адаптованих для використання на онлайн-платформах. Значна увага приділялася залученню учнів до активної участі в навчальному процесі, обговореннях на форумах, виконанню завдань у цифровому середовищі та застосуванню сучасних освітніх технологій для поглиблення знань.

Водночас у контрольній групі (навчальна група С-24-3, професія «Слюсар з ремонту колісних транспортних засобів. Слюсар-електрик з ремонту електроустаткування») заняття проводилися відповідно до традиційної методики навчання, яка включала стандартні підходи до проведення лабораторних робіт. Учні виконували завдання в класичному форматі під безпосереднім керівництвом викладача в лабораторії, використовуючи стандартне обладнання та інструменти. Основна увага приділялася точному дотриманню методичних рекомендацій, правил безпеки життєдіяльності та відповідності виконаних робіт навчальним програмам.

Для організації навчального процесу та ефективної взаємодії між усіма учасниками колективом РЦ ПТО №1 м. Кременчука обрано платформу Microsoft Teams. Перед початком експерименту педагоги та учні пройшли навчання з використання функціоналу платформи, включаючи проведення відеоконференцій, обмін файлами та спільну роботу над документами. Кабінет фізики обладнаний ноутбуком та телевізором для демонстрації навчальних матеріалів та проведення онлайн-експериментів.

З метою визначення базового рівня знань учнів перед початком експерименту було проведено вхідне тестування, яке дозволило оцінити стартові компетенції учасників з фізики. Після впровадження методики було організовано підсумкове (вихідне) тестування, що дало змогу проаналізувати

результати й оцінити ефективність нових підходів до викладання. Отримані дані стали основою для висновків про вплив інноваційного підходу на якість засвоєння матеріалу.

Під час впровадження методичних рекомендацій було організовано збір відгуків учнів щодо використання симуляцій і відеоматеріалів у процесі навчання. Учням пропонувалося оцінити, наскільки зручними та ефективними для них виявилися такі засоби навчання. Окрему увагу приділили рівню задоволеності від процесу навчання: учні мали можливість висловити власну думку про якість матеріалів, інтерактивність платформи та доступність інформації.

Збір відгуків проводився шляхом анкетування учнів за відкритими та закритими питаннями, які розроблені для збору якісних та кількісних даних з метою визначення їх ставлення до нового виду діяльності:

1. Наскільки зручними для вас були симуляції, які використовувалися під час навчання?
2. Наскільки зручними для вас були відеоматеріали, які використовувалися під час навчання?
3. Наскільки ефективними для вас були симуляції у процесі навчання?
4. Наскільки ефективними для вас були відеоматеріали у процесі навчання?
5. Як ви оцінюєте загальну якість методичних вказівок до лабораторних робіт, включаючи симуляції та відеоматеріали?
6. Наскільки вам сподобалося використовувати симуляції та відеоматеріали під час навчання?
7. Наскільки доступною була інформація, представлена у симуляціях?
8. Наскільки доступною була інформація, представлена у відеоматеріалах?

9. Чи стикалися ви з технічними проблемами під час використання симуляцій?

10. Чи стикалися ви з технічними проблемами під час використання відеоматеріалів?

Вище зазначені питання оцінювалися від 1 до 5, де 1 – дуже незадоволений або дуже важко, 5 – дуже задоволений або дуже легко.

Також учням пропонувалося відповісти на відкриті питання

1. Які труднощі ви відчували під час роботи з симуляціями?
2. Які труднощі ви відчували під час роботи з відеоматеріалами?
3. Чи відчували ви недостатність практичної підтримки під час навчання?

4. Що вам найбільше сподобалося у використанні симуляцій та відеоматеріалів?

5. Що б ви хотіли покращити у використанні симуляцій та відеоматеріалів?

Крім того, зібрані дані дали змогу виявити труднощі, з якими стикалися учасники експерименту, наприклад, технічні проблеми, складність окремих тем або недостатність практичної підтримки. Інформація стала важливим інструментом для подальшого вдосконалення методики навчання та адаптації її до потреб учнів.

У рамках експериментального навчання було проведено систематичне спостереження за виконанням учнями навчальних завдань, зокрема під час участі в онлайн-заняттях. Особливу увагу приділяли активності учнів у різних форматах роботи: від виконання індивідуальних і групових завдань до інтерактивної взаємодії на форумах та в чатах. Спостереження дозволило оцінити, наскільки учні залучені до навчального процесу, як ефективно вони використовують надані ресурси та чи виникають у них труднощі під час роботи з онлайн-платформами. Аналіз активності на форумах дав змогу зрозуміти рівень комунікації між учнями, їхню готовність до обговорення

навчального матеріалу та обміну досвідом. Зібрані дані допомогли виявити як успішні стратегії навчання, так і аспекти, що потребують вдосконалення.

У процесі експериментального навчання особливе місце займала оцінка виконання лабораторних робіт та інших практичних завдань учнями. Вона включала як аналіз технічної правильності виконання, так і перевірку рівня засвоєння теоретичних знань, необхідних для виконання практичних завдань. Оцінювалися точність дотримання інструкцій, акуратність оформлення результатів і вміння робити висновки на основі проведених експериментів. Крім того, зверталася увага на креативний підхід учнів, їхню здатність використовувати додаткові джерела інформації та адаптувати отримані знання до вирішення нетипових завдань.

Під час проведення лабораторних робіт, які проводилися як в онлайнформаті, так і очно, оцінювалася також здатність учнів використовувати інтерактивні симуляції. Зазначений підхід дозволив отримати комплексну картину практичної підготовки учнів, а також визначити сильні й слабкі сторони методики в контексті застосування сучасних освітніх технологій.

Після завершення експерименту було здійснено обробку та аналіз отриманих даних для оцінки ефективності застосованих методичних підходів. Етап включав ретельний аналіз результатів тестів, опитувань, спостережень, а також іншої інформації, зібраної під час проведення дослідження. Зібрані дані були систематизовані, зокрема розподілені за ключовими показниками, такими як рівень теоретичних знань, якість виконання практичних завдань, рівень активності учнів та їхня задоволеність навчанням.

Особливу увагу було приділено порівнянню результатів експериментальної та контрольної груп. У процесі порівняння аналізувалися як кількісні показники (наприклад, середній бал за тести, відсоток успішного виконання лабораторних робіт), так і якісні аспекти (зокрема, відгуки учнів, рівень залученості до навчального процесу). Дані з експериментальної групи, яка навчалася із застосуванням розроблених методичних рекомендацій,

співставлялися з результатами контрольної групи, що навчалася за традиційною програмою.

На основі отриманих результатів було сформульовано висновки щодо ефективності розроблених методичних рекомендацій. Аналіз показав, які аспекти нової методики сприяли покращенню результатів, а які потребують доопрацювання. Також визначено ключові переваги використання онлайн-платформ і інтерактивних матеріалів у навчанні, їхній вплив на зацікавленість учнів і якість засвоєння знань.

Проведення експерименту в умовах війни потребувало особливого підходу, враховуючи численні виклики, які впливають на навчальний процес. Однією з ключових особливостей стала необхідність використання доступного обладнання та програмного забезпечення. Тому обиралися платформи й інструменти, які мали низькі технічні вимоги, простий інтерфейс і були легкодоступними навіть у складних умовах.

Зважаючи на нестабільну ситуацію, велику увагу приділили створенню гнучкого графіка виконання завдань. Це означало, що учні могли виконувати навчальні активності у зручний для них час, враховуючи можливі перебої в доступі до інтернету, вимушені переїзди або інші непередбачувані обставини. Такий підхід дозволив мінімізувати стресові фактори й забезпечити безперервність навчання навіть у складних умовах.

Окремий акцент було зроблено на психологічній підтримці учнів. Умови війни значно підвищують рівень тривожності, що може негативно впливати на здатність зосереджуватися, ефективно навчатися. Тому важливою складовою експерименту стало створення сприятливої атмосфери для навчання, які включали регулярну підтримку через індивідуальні бесіди, групові обговорення.

3.2. Аналіз отриманих результатів

Одним з основних завдань дослідження було визначення ефективності створених методичних рекомендації та відеоматеріалу з виконання

лабораторних робіт, адаптованого до сучасних умов, на рівень знань учнів з фізики. Для досягнення цієї мети було проведено порівняльний аналіз результатів двох груп учнів: експериментальної та контрольної.

У вхідному тестуванні взяли участь 51 учень із двох груп: експериментальної (КО-24-3) та контрольної (С-24-3), що становить 98% від загальної кількості учнів у списках. Усі 23 учні експериментальної групи виконали тестові завдання, забезпечивши 100% охоплення, тоді як у контрольній групі з 29 учнів виконання завдань продемонстрували 28 осіб, що становить 96%. Дані вхідного тестування учнів експериментальної та контрольної групи приведено на рис. 3.1.

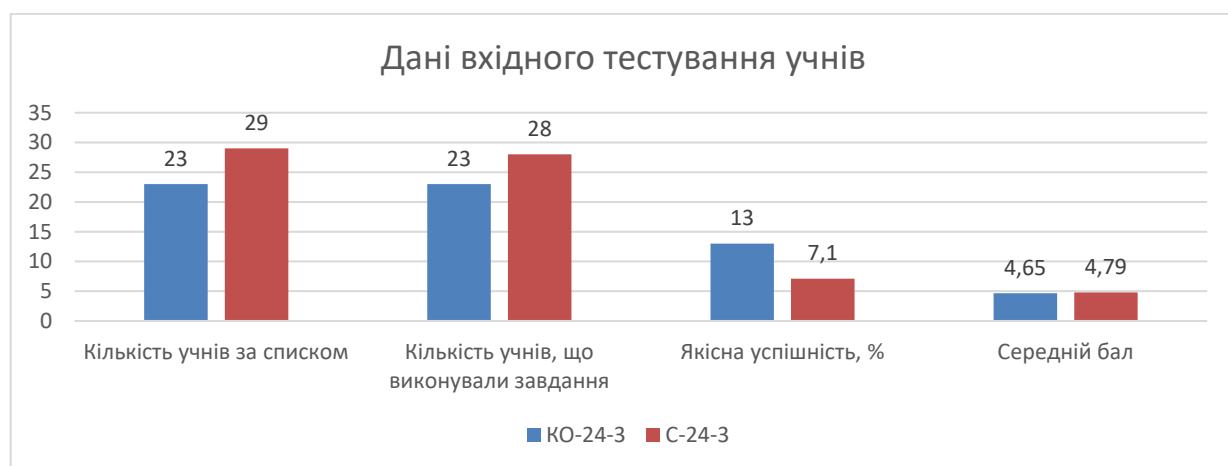


Рис. 3.1 Дані вхідного тестування учнів експериментальної та контрольної групи

Частка учнів, які показали високий і достатній рівень знань виявила суттєві відмінності між групами: в експериментальній групі КО-24-3 якісна успішність становила 13,0%, а у контрольній групі С-24-3 цей показник склав лише 7,1%. Отже, якісна успішність в експериментальній групі виявилася майже вдвічі вищою, що може свідчити про наявність у складі експериментальної групи більшої кількості учнів з високими навчальними можливостями.

Середній бал між групами різнився несуттєво, оскільки експериментальна група (КО-24-3) отримала середній бал 4,65, а контрольна група (С-24-3) – 4,79. Невелика різниця середніх балів результатів якісної

успішності вказують на те, що учні експериментальної та контрольної групи мають однаковий рівень підготовки з фізики за базову школу.

Середній бал експериментальної групи (КО-24-3) склав 4,65 бала, а контрольної групи (С-24-3) – 4,79 бала. Спостерігається незначна різниця між середніми балами, що може свідчити про те, що обидві групи мали приблизно однаковий рівень підготовки з фізики на початок експерименту. Дані вхідного тестування учнів експериментальної та контрольної групи приведено у таблиці 3.1.

Отримані результати дозволяють зробити висновок про те, що в межах даного дослідження умови для обох груп були приблизно однаковими. Однак, слід зазначити, що це дослідження має певні обмеження, такі як невеликий обсяг вибірки та відсутність контролю за деякими зовнішніми факторами, що можуть вплинути на результати.

Таблиця 3.1.

Дані вхідного тестування учнів експериментальної та контрольної групи

№ групи	Кількість учнів за списком	Кількість учнів, що виконували завдання	% учнів, що виконував завдання	Якісна успішність, %	Середній бал
КО-24-3	23	23	100	13,0	4,65
С-24-3	29	28	96	7,1	4,79
Всього	52	51	98	10,1	4,72

На етапі вихідного тестування взяли участь усі 52 учні із двох груп: експериментальної (КО-24-3) та контрольної (С-24-3), що забезпечило 100% охоплення у кожній групі. Відсоток учнів із високим і достатнім рівнем знань зріс в обох групах порівняно з вхідним тестуванням: в експериментальній групі КО-24-3 якісна успішність становила 17,4%, що на 4,4% більше, ніж під час вхідного тестування (13,0%), а у контрольній групі С-24-3 цей показник досяг 10,3%, збільшившись на 3,2% порівняно з початковими даними (7,1%).

Різниця у зростанні якісної успішності між групами може свідчити про більший вплив експериментального навчання у вигляді розроблених методичних матеріалів.

Середній бал в обох групах теж зріс. Експериментальна група отримала середній бал 5,00, що на 0,35 бала більше, ніж під час вхідного тестування (4,65). Контрольна група досягла середнього балу 5,07, що на 0,28 бала більше, ніж раніше (4,79). Дані вихідного тестування учнів експериментальної та контрольної групи приведено на рис. 3.2.

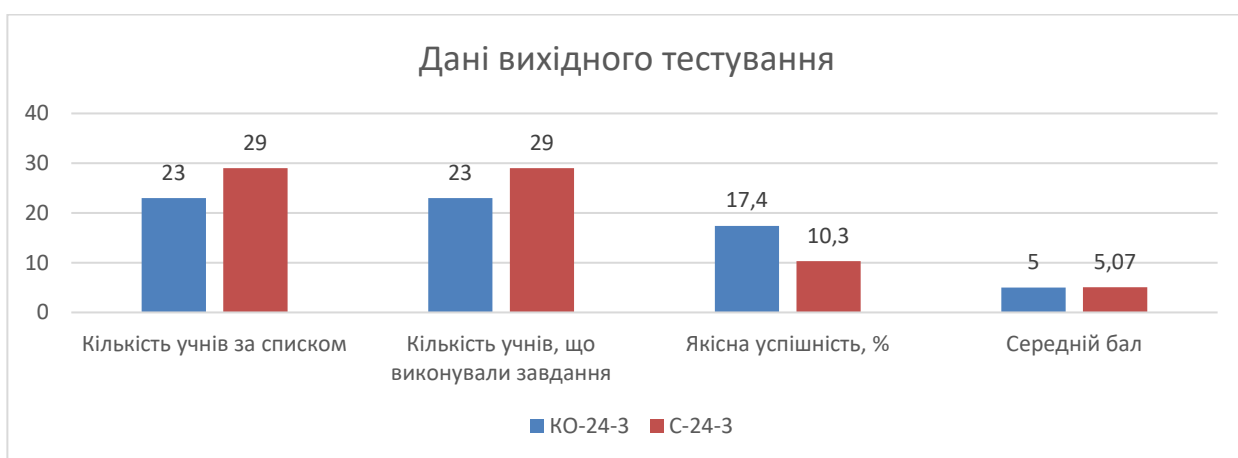


Рис. 3.2 Дані вихідного тестування учнів експериментальної та контрольної групи

Різниця у середніх балах між групами залишилася мінімальною, однак експериментальна група продемонструвала динамічніше покращення якісної успішності. У таблиці 3.2. приведено дані вихідного тестування учнів експериментальної та контрольної групи.

Таблиця 3.2.

Дані вихідного тестування учнів експериментальної та контрольної групи

№ групи	Кількість учнів за списком	Кількість учнів, що виконували завдання	% учнів, що виконував завдання	Якісна успішність, %	Середній бал
КО-24-3	23	23	100	17,4	5,00
С-24-3	29	29	100	10,3	5,07
Всього	52	52	100	13,9	5,03

Результати вихідного тестування підтверджують ефективність розроблених методичних матеріалів для експериментальної групи. Зростання якісної успішності в цій групі перевищує аналогічний показник контрольної групи, що свідчить про сприятливий вплив використання сучасних інтерактивних інструментів (відеоматеріалів, симуляцій та методичних рекомендацій). Включення таких інструментів до навчального процесу сприяє підвищенню рівня знань учнів і полегшує розуміння складних тем.

23 учні експериментальної групи надали зворотній зв'язок шляхом анкетування за запитаннями розміщеними в розділі 3.1. Опитування складалося з 10 закритих запитань та 5 відкритих, метою яких було оцінити зручність, ефективність та доступність використання симуляцій і відеоматеріалів у процесі навчання, а також ідентифікувати технічні проблеми.

52% учнів (12 осіб) визнали симуляції дуже зручними, 22% (5 учнів) – достатньо зручними, 12% (3 учні) поставили низькі оцінки. 61% (14 учнів) оцінили відеоматеріали як дуже зручні, 13% (3 учні) – достатньо зручними, і лише 9% (2 учні) оцінили на «1» або «2».

43% (10 осіб) високо оцінили ефективність симуляцій, 39% (9 осіб) поставили «4», і лише 13% (3 учні) дали оцінку «3» або нижче.

48% (11 учнів) визнали відеоматеріали дуже ефективними і лише 9% (2 учні) поставили «3» або нижче.

57% (13 осіб) поставили найвищу оцінку якості методичних матеріалів і тільки 9% (2 учні) дали оцінку «3» або нижче, що свідчить про загалом високий рівень задоволеності.

Більшість учнів (74%, або 17 осіб) високо оцінили загальне задоволення від використання симуляції та відеоматеріали під час навчання.

Доступність інформації в симуляціях 65% (15 учнів) оцінили високо, жоден учень не оцінив доступність інформації в симуляціях нижче «3».

70% (16 осіб) визнали інформацію у відеоматеріалах дуже доступною і негативних оцінок не було.

70% (16 учнів) заявили, що не стикалися технічними проблемами під час використання симуляцій, лише 13% (3 учні) зазначили певні труднощі.

87% (20 осіб) не мали жодних проблем під час використання відеоматеріалів і лише 13% (3 учні) зіткнулися з технічними труднощами.

Аналізуючи відкриті відповіді виявлено, що деякі учні зазначили, що боялися помилитися під час проведення експериментів у симуляції. Крім того, невеликі екрани мобільних пристроїв створювали додаткові труднощі при виконанні завдань, а нестабільне інтернет-з'єднання періодично переривало робочий процес. Труднощів з використанням відеоматеріалів учні не зазначили.

Учні відзначили, що найбільше їм сподобалася можливість самостійно досліджувати матеріал за допомогою симуляцій та відео. Візуальна демонстрація процесів і явищ, а також можливість повторювати дії стільки разів, скільки потрібно, дозволили їм краще зрозуміти навіть найскладніші концепції та сформувати стійкі знання.

Крім того, учні висловили бажання, щоб відеоматеріали були з кращою якістю освітлення, а в симуляціях зменшили кількість дрібних деталей, які ускладнюють сприйняття інформації.

В цілому учні експериментальної групи високо оцінили як зручність, так і ефективність використаних матеріалів, симуляції та відеоматеріали були доступними для більшості учнів, технічні проблеми зустрічалися зрідка, що свідчить про добре організовану технічну підтримку. В цілому результати опитування демонструють доцільність та ефективність використання розроблених методичних матеріалів.

У процесі педагогічних спостережень виявлено кілька важливих аспектів, які впливають на ефективність використання симуляцій та відеоматеріалів у навчальному процесі.

По-перше, деякі учні демонструють страх або невпевненість під час першого знайомства з симуляціями, що може бути пов'язано з браком досвіду роботи з подібними технологіями або страхом зробити помилку. На противагу

цьому, відеоматеріали учні сприймають значно комфортніше, адже вони не потребують активної взаємодії і дозволяють засвоювати інформацію в пасивному режимі.

По-друге, під час занять учні активно надають зворотний зв'язок щодо якості методичних рекомендацій до лабораторних робіт. Вони вказують на моменти, які потребують доопрацювання або уточнення, що свідчить про їхню залученість та бажання зробити матеріали більш зрозумілими та доступними для виконання завдань.

Крім того, учні демонструють низьке бажання заповнювати таблиці звітів та виконувати креслення «від руки», що може бути пов'язано з тим, що вони звикли до цифрових технологій і віддають перевагу роботі з електронними форматами, які є більш зручними та менш затратними за часом.

Окремо слід зазначити, що регулярні «повітряні тривоги» значно впливають на концентрацію учнів та їхню загальну мотивацію до вивчення предмета. Часті перерви у навчальному процесі ускладнюють як засвоєння теоретичного матеріалу, так і виконання лабораторних робіт, що потребують максимальної зосередженості та дотримання послідовності дій.

Таким чином, педагогічні спостереження підтверджують важливість адаптації навчальних матеріалів під потреби учнів, поступового введення нових технологій для зменшення початкового стресу, а також врахування реалій навчального процесу, що впливають на його ефективність.

Аналіз виконаних учнями лабораторних робіт свідчить про загальне дотримання ними інструкцій. Однак виявлено певні труднощі, зокрема, пов'язані з оформленням результатів досліджень. Учні часто стикаються з проблемами при побудові таблиць вручну, що впливає на загальний вигляд і читабельність звітів. Крім того, спостерігається недостатній рівень самостійності у формулюванні висновків, а також обмежене використання додаткових джерел інформації. Лише незначна частина учнів демонструє креативний підхід до виконання завдань та вміння використовувати всі можливості, які надають симуляції. Для підвищення якості оформлення

лабораторних робіт доцільно запровадити використання готових бланків, однак це потребує додаткових матеріальних ресурсів.

3.3. Висновок до розділу 3

У результаті проведеного дослідження була оцінена ефективність використання створених методичних рекомендацій та відеоматеріалів, адаптованих до сучасних умов, для підвищення рівня знань учнів із фізики. Аналіз отриманих результатів експериментальної та контрольної груп дозволив зробити наступні висновки.

Використання симуляцій та відеоматеріалів у навчальному процесі сприяло підвищенню якісної успішності учнів експериментальної групи. Так, під час вихідного тестування якісна успішність у цій групі збільшилася з 13,0% до 17,4%, що на 4,4% більше, ніж під час вхідного тестування. Для порівняння, у контрольній групі приріст якісної успішності становив лише 3,2% (з 7,1% до 10,3%). Це свідчить про сприятливий вплив інтерактивних методів навчання.

Хоча середній бал між групами зріс несуттєво, результати експериментальної групи демонструють більш динамічний приріст (на 0,35 бала, з 4,65 до 5,00) у порівнянні з контрольною групою (на 0,28 бали, з 4,79 до 5,07). Незважаючи на невелику різницю, це може свідчити про позитивний вплив використаних матеріалів на результати навчання.

Анкетування учнів експериментальної групи підтвердило загальну задоволеність методичними матеріалами, симуляціями та відеоматеріалами. 74% учнів високо оцінили їхню зручність, а 87% не стикалися з технічними проблемами. Серед недоліків, які були зазначені в анкетах, виділено наступне: страх помилитися під час роботи із симуляціями, дискомфорт через використання мобільних пристроїв із невеликим екраном, нестабільне інтернет-з'єднання, яке іноді заважало виконанню завдань. Учні також висловили побажання покращити якість освітлення у відеоматеріалах і зменшити кількість дрібних деталей у симуляціях.

Умови для обох груп (експериментальної та контрольної) були приблизно однаковими, що дозволяє вважати вплив зовнішніх факторів мінімальним. Однак невеликий обсяг вибірки та відсутність контролю над усіма можливими зовнішніми чинниками залишають простір для подальших досліджень.

Для покращення навчального процесу необхідно запровадження готових бланків для оформлення лабораторних робіт для зменшення часу на ручне креслення таблиць, забезпечення доступу до якісного обладнання та стабільного інтернет-з'єднання, модифікація (за можливості) або підбір симуляцій із врахуванням побажань учнів, таких як зменшення складності інтерфейсу, подальше вдосконалення відеоматеріалів із покращенням якості зображення та структури подання інформації.

Отримані результати свідчать про доцільність використання сучасних методичних рекомендацій, відеоматеріалів і симуляцій у процесі навчання фізики. Вони сприяють не лише підвищенню якісної успішності учнів, але й створюють умови для кращого розуміння навчального матеріалу. Включення таких інструментів до навчального процесу дозволяє покращити взаємодію учнів із складними темами, сприяє розвитку їхніх практичних навичок і підвищенню загальної мотивації до навчання.

ВИСНОВКИ

Використання ІКТ у викладанні фізики є сучасним і перспективним напрямом розвитку освіти, що дозволяє зробити навчання більш ефективним, цікавим та інтерактивним, сприяючи кращому засвоєнню знань. В умовах постійного оновлення технологій і стрімкого впровадження цифрових інструментів, важливість таких досліджень не викликає сумнівів. Зокрема, платформа PhET Interactive Simulations демонструє значний потенціал для подолання проблем недостатнього технічного забезпечення закладів освіти і вдосконалення навчального процесу.

Проведений експеримент підтвердив, що використання симуляцій і відеоматеріалів сприяє підвищенню якісної успішності учнів. Експериментальна група показала приріст успішності (на 4,4%) у порівнянні з контрольної (3,2%). Динамічний приріст середнього бала у експериментальній групі (0,35 проти 0,28) свідчить про позитивний вплив застосованих методик. Результати анкетування підтвердили, що більшість учнів (74%) високо оцінили зручність використаних методичних матеріалів, а 87% не стикалися з технічними проблемами.

Створені навчальні відеоматеріали та адаптовані методичні рекомендації є ефективними інструментами для інтеграції інноваційних методів у навчальний процес. В магістерській роботі розроблено рекомендації щодо підбору симуляцій, що враховують навчальні цілі, вікові особливості учнів та їхні побажання.

Основні проблеми впровадження ІКТ включають недостатній доступ до обладнання, складність роботи з деякими симуляціями та технічні обмеження, які заважають учням виконувати завдання. Запропоновано шляхи покращення: підбір симуляцій, які відповідатимуть вимогам учнів, покращення якості відеоматеріалів і створення бланків для спрощення оформлення лабораторних робіт.

Результати дослідження дозволяють визначити ефективні стратегії використання ІКТ у навчанні фізики. Викладачі можуть використовувати

платформу PhET Interactive Simulations, розроблені відеоматеріали та методичні рекомендації для підвищення якісної успішності учнів, що відкриває нові можливості для інтеграції сучасних технологій у освітній процес.

Використання ІКТ у навчанні фізики не лише підвищує якість освіти, але й забезпечує глибше розуміння фізичних явищ і мотивацію учнів. Однак онлайн-платформи та симуляції не можуть повністю замінити реальні лабораторні роботи. Оптимальним рішенням є поєднання віртуальних і реальних експериментів, що забезпечує комплексний підхід до вивчення курсу фізики.

Розроблені методичні рекомендації мають широкий потенціал для впровадження в освітній процес, зокрема у контексті проведення шкільних фізичних експериментів із використанням онлайн-сервісів та відеоматеріалів.

Методичні рекомендації можуть стати основою для оновлення шкільних програм із фізики, забезпечуючи інтерактивний підхід до вивчення експериментальних тем. Використання онлайн-сервісів дозволить учням проводити моделювання фізичних явищ, навіть якщо реальне обладнання недоступне, що особливо важливо для закладів з обмеженим ресурсним забезпеченням.

В умовах, коли освітній процес відбувається онлайн або у змішаному форматі, розроблені рекомендації можуть стати дієвим інструментом для організації лабораторних робіт. Онлайн-сервіси дозволяють моделювати складні фізичні експерименти, які було б важко або неможливо провести в реальних умовах, а відеоматеріали – пояснити учням методику виконання роботи.

Рекомендації можуть бути корисними для учнів, які готуються до участі в предметних олімпіадах, конкурсах або наукових конференціях. Використання сучасних технологій та доступ до відеоекспериментів допоможуть поглибити знання, освоїти складні теми та закріпити практичні навички. Також, вони можуть бути застосовані у позакласних заняттях,

гуртках з фізики або STEM-напрямків, що дасть змогу залучити учнів до експериментальної діяльності, навіть за відсутності спеціалізованого обладнання, шляхом використання віртуальних лабораторій і освітніх відео.

Використання методичних рекомендацій дозволять створити рівні умови для навчання учнів із різних соціально-економічних середовищ шляхом компенсації браку навчального обладнання.

Розроблені методичні матеріали мають широкий спектр можливих застосувань, що дозволяє інтегрувати їх у різні форми навчальної діяльності та освітні контексти. Матеріали можуть стати ефективним інструментом для організації змішаного навчання, яке поєднує традиційні уроки з онлайн-форматом та дистанційного навчання. Учні зможуть використовувати інтерактивні платформи, відеоматеріали та завдання у власному темпі, доповнюючи отримані під час очних занять знання, що особливо актуально для тих закладів освіти, які прагнуть впроваджувати сучасні цифрові технології у навчальний процес. Також розроблені матеріали можуть бути корисними для учнів, які бажають самостійно поглиблювати свої знання. Інтерактивні завдання, відео та детальні інструкції сприяють кращому розумінню складних тем та дозволяють працювати без постійного супроводу викладача.

Інтеграція розроблених матеріалів у міжпредметні проекти дозволить учням застосовувати знання з різних дисциплін для вирішення комплексних завдань, що сприятиме формуванню навичок критичного мислення, комунікації та співпраці.

Матеріали можуть бути корисними для додаткової підготовки учнів до участі в предметних олімпіадах чи конкурсах. Їхня інтерактивність і доступність допоможуть у поглибленні знань і підготовці до вирішення нестандартних завдань.

Подальший розвиток дослідження передбачає розширення його масштабів та вдосконалення методичних підходів для отримання більш репрезентативних результатів і підвищення точності висновків. Один із

ключових напрямків – це збільшення кількості експериментальних груп. Залучення більшої кількості учнів з різних закладів освіти, регіонів чи спеціалізацій дозволить врахувати регіональні особливості, різний рівень підготовки та технічного забезпечення, що сприятиме більш глибокому аналізу впливу запропонованих методик на різні категорії учнів.

Іншим важливим напрямком є залучення до дослідження більшої кількості викладачів. Це надасть змогу оцінити, як методика працює в умовах різного стилю викладання, педагогічного досвіду та рівня цифрової компетентності вчителів. Участь вчителів з різних дисциплін також дозволить перевірити, чи можуть розроблені рекомендації бути адаптованими до інших предметів. Спільна робота викладачів у рамках дослідження створить платформу для обміну досвідом, удосконалення методик і впровадження міждисциплінарного підходу.

Крім того, розширення експерименту дозволить проводити додаткові дослідження, такі як аналіз довгострокового впливу інноваційних методик на результати навчання та рівень мотивації учнів. Планується також розробка й тестування нових інструментів оцінювання, які враховуватимуть як академічні досягнення, так і формування м'яких навичок, таких як комунікація, критичне мислення та адаптивність.

Розвиток цих напрямків забезпечить підвищення достовірності отриманих результатів, сприятиме більш широкому впровадженню інноваційних методик у систему освіти та дозволить адаптувати досвід дослідження до потреб сучасного суспільства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бар'яхтар В.Г., Божинова Ф.Я., Довгий С.О., Кірюхіна О.О. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В.М.) : підруч. для 11 кл. закл. загал. серед. освіти. Харків : Вид-во «Ранок», 2019. 272 с. 2. Божинова Ф.Я., Карпухіна О.О., Сарій Т.А. Фізика 11 клас. Профільний рівень: збірник задач. Х.: Вид-во «Ранок», 2015. 224 с.

2. Басістий П. В., Чопик П. І. Навчальний фізичний експеримент і тенденції його розвитку // Підготовка майбутніх учителів фізики, хімії, біології та природничих наук у контексті вимог Нової української школи : матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції (26-27 травня 2022 р., м. Тернопіль). Тернопіль : ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2022. С. 131-134 <http://dspace.tnpu.edu.ua/handle/123456789/25747>

3. . Величко С.П. Ресурс «Фізика. Легко» як основа сучасного освітнього середовища з природничо-математичної освіти. Збірник наукових праць Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасна освіта і наука: проблеми, перспективи, інновації» / Величко С.П. / Відповідальний редактор проф. Т.Ю. Дудка. К., 2021. С. 73-77.

4. Войтків Г.В. Дослідницькі лабораторні роботи на уроках фізики. Збірник наукових праць Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасна освіта і наука: проблеми, перспективи, інновації» / Войтків Г.В. / Відповідальний редактор проф. Т.Ю. Дудка. К., 2021. С. 97-101. – Режим доступу:

<https://eportfolio.kubg.edu.ua/data/conference/6781/document.pdf#page=97>

5. Волинець Т.В. Методика використання інформаційних технологій і технічних засобів під час вивчення фізики в школі. Збірник наукових праць Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасна освіта і наука: проблеми, перспективи, інновації» / Волинець Т.В., Арешкіна Т.О. / Відповідальний редактор проф. Т.Ю. Дудка. К., 2021. С. 102- 106. – Режим

доступу:

<https://eportfolio.kubg.edu.ua/data/conference/6781/document.pdf#page=97>

6. Головка М. В. Моделювання віртуального фізичного експерименту для систем дистанційного навчання в загальноосвітній і вищій педагогічній школах / М. В. Головка, С. Ю. Крижановський, В. М. Мацюк // Інформаційні технології і засоби навчання. - 2015. - Т. 47, вип. 3. - С. 36-48. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ITZN_2015_47_3_6.

7. Головка М.В., Крячко Ю.С., Мельник Л.В., Непорожня Л.В. Фізика і астрономія (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Ляшенка О.І.): підруч. для 11 кл. закл. загал. серед. освіти. Київ: Педагогічна думка, 2019. 288 с. – Режим доступу: <https://lib.imzo.gov.ua/wa-data/public/site/books2/pidruchnyky-11-klas-2019/18-fyzyka-ta-astronomiya-11-klas/phys-11-holovko-i-co.pdf>

8. Демкова В.О. Навчальний фізичний експеримент з використанням phet-симуляцій. Збірник наукових праць Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасна освіта і наука: проблеми, перспективи, інновації» / Демкова В.О., Кузьминський О.В., Мисліцька Н.А. / Відповідальний редактор проф. Т.Ю. Дудка. К., 2021. С. 134-138. – Режим доступу: <http://dspace.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/18281/1/Grod.pdf>

9. Мартинюк О. О. Модернізація демонстраційного фізичного експерименту як засіб формування цифрової компетентності учнів та студентів / О. О. Мартинюк, О. С. Мартинюк // Наукові записки [Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка]. Серія : Педагогічні науки. - 2020. - Вип. 191. - С. 239-242. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nz_p_2020_191_59

10. Мельник, Ю.С. Особливості застосування інформаційно-комунікаційних технологій у шкільній природничій освіті In: Сучасні цифрові технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи. Матеріали X Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Тернопіль, 10-11 листопада 2022) . Тернопільський національний

педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, м. Київ, вул. Тернопіль, Україна, стор. 145-148. – Режим доступу: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/733233>

11. Федчишин, О., Мохун, С., & Чопик, П. (2023). Віртуальний фізичний експеримент як засіб удосконалення фахових компетентностей здобувачів освіти в умовах дистанційного навчання. Фізико-математична освіта, 38(2), 50–55. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-2-008>

12. Федчишин, О., Мохун, С., & Чопик, П. (2022). Методичні основи використання РНЕТ-симуляцій у процесі вивчення фізики. Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: педагогіка, 1(1), 16–24. <https://doi.org/10.25128/2415-3605.22.1.2>

13. Greg Kestin, Kelly Miller, Logan S. McCarty, Kristina Callaghan, and Louis Deslauriers. Comparing the effectiveness of online versus live lecture demonstrations. Phys. Rev. Phys. Educ. Res. 16, 013101 – Published 29 January, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.013101>

14. Interactive Simulations for Science and Math [Electronic resource]. – Assed mode: <https://phet.colorado.edu/>.

ДОДАТКИ

Додаток А.

Методичні вказівки до лабораторних робіт розділу «Механіка» для 10 класу
та відеоматеріали

- 1.1. [Лабораторна робота № 1 «Оцінка похибок вимірювань»,
Лабораторна робота № 1 «Оцінка похибок вимірювань» \(відео\);](#)
- 1.2. [Лабораторна робота № 2 «Визначення прискорення тіла при
рівноприскореному русі»;](#)
- 1.3. [Лабораторна робота № 3 «Вивчення руху тіла по колу»;](#)
- 1.4. [Лабораторна робота № 4 «Вимірювання сил»;](#)
- 1.5. [Лабораторна робота № 5 «Вимірювання коефіцієнта тертя»;](#)
- 1.6. [Лабораторна робота № 6 «Визначення центра мас плоскої фігури»,
Лабораторна робота № 6 «Визначення центра мас плоскої фігури»
\(відео\);](#)
- 1.7. [Лабораторна робота № 7 «Дослідження закону збереження імпульсу при
пружних ударах».](#)

Додаток Б.

Матеріали, що підтверджують апробацію роботи

1. [Витяг з засідання педагогічної ради Регіонального центру професійно-технічної освіти № 1 м. Кременчука \(протокол № 107 від 23.12.2024\).](#)
2. [Сертифікат участі в II міжнародній міждисциплінарній науково-практичній конференції «Актуальні питання, проблеми та перспективи розвитку науки та освіти \(м. Полтава, 25-27 квітня 2024 року\).](#)