

Міністерство освіти і науки України
Бердянський державний педагогічний університет
Кафедра фізики, математики та методики навчання

«Допущено до захисту»
Завідувач кафедру



д.п.н., проф. Олександр ШКОЛА
«12» грудня 2025 р.

**«УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З
МЕХАНІКИ В ЗАГАЛЬНООСВІТНІЙ ШКОЛІ В УМОВАХ
ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ»**

Кваліфікаційна робота магістра

Виконавець: здобувач другого рівня вищої освіти, групи м2ФІ

Галузь знань: 01 Освіта/Педагогіка

Спеціальність: 014.08 Середня освіта (фізика та астрономія)

Освітньо-професійна програма: Середня освіта (Фізика та астрономія)

ПІБ: Данило ЧІНІКАЛОВ

Керівник: канд.фіз.-мат.наук, доцент Ганна КОЛОМОЄЦЬ

Рецензент: д.п.н., професор Олена КУЗНЄЦОВА

Запоріжжя – 2025

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Чінікалова Данила Івановича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Удосконалення проведення лабораторних робіт з механіки в загальноосвітній школі в умовах дистанційного навчання

керівник роботи: Коломоєць Ганна Геннадіївна, доцент кафедри фізики, математики та методики навчання, кандидат фізико-математичних наук, доцент,

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

затверджені наказом по університету від «03» грудня 2025 року № 722с.

2. Строк подання студентом роботи: 08.12.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: аналіз наукової та методичної літератури з питань організації дистанційного навчання фізики та проведення лабораторних робіт з механіки; дослідження сучасних цифрових платформ та програмних засобів, що використовуються для моделювання фізичних експериментів у дистанційному форматі; результати анкетування та інтерв'ю з учителями фізики та учнями загальноосвітніх шкіл щодо проблем і труднощів проведення лабораторних робіт дистанційно; розробка та апробація методичних рекомендацій і цифрових матеріалів для проведення лабораторних робіт з механіки у дистанційному середовищі з метою підвищення ефективності навчання та формування практичних навичок учнів.

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

- Теоретичні основи проведення лабораторних робіт з механіки в загальноосвітній школі.

- Психолого-педагогічні та методичні особливості організації дистанційного навчання фізики.

- Сучасні цифрові платформи, програмне забезпечення та технології для моделювання та проведення лабораторних робіт дистанційно.
- Розробка методичних рекомендацій і навчальних матеріалів для проведення лабораторних робіт з механіки в умовах дистанційного навчання.
- Експериментальне дослідження ефективності запропонованих методик та матеріалів у навчальному процесі.
- Практичні рекомендації для вчителів щодо підвищення ефективності проведення лабораторних робіт з механіки в дистанційному форматі.

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

6. Консультанти розділів роботи (якщо передбачені):

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

7. Дата видачі завдання: 27.09.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	Листопад 2024 р.	

2	Розділ І. Аналіз існуючих підходів до проведення лабораторних робіт з механіки	Лютий- квітень 2025 р.	
3	Розділ ІІ. Власна система розробки лабораторної роботи	Вересень- жовтень 2025 р.	
4	Висновки Список використаних джерел Додатки	Листопад 2025 р.	

Здобувач:



(підпис)

Данило ЧІНКАЛОВ

(прізвище та ініціали)



Керівник роботи:

(підпис)

Ганна КОЛОМОЄЦЬ

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.	6
РОЗДІЛ I. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ПІДХОДІВ ДО ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З МЕХАНІКИ	10
1.1 Роль лабораторних робіт у формуванні фізичних понять	10
1.2 Класифікація лабораторних робіт у шкільному курсі фізики	11
1.3 Психолого-педагогічні аспекти проведення експериментів онлайн	13
1.4 Аналіз існуючих методик проведення лабораторних робіт з теми "Енергія"	15
1.5 Основні проблеми існуючих методик розробки та організації онлайн- лабораторних робіт	20
<i>Висновки першого розділу.</i>	21
.	
РОЗДІЛ II. ВЛАСНА СИСТЕМА РОЗРОБКИ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ	24
2.1 Нова структура та організація онлайн-лабораторних робіт з використанням симуляторів.	26
2.2 Алгоритм створення власної онлайн-лабораторної роботи	29
2.3 Власна онлайн-лабораторна робота	35
2.4 Порівняльний аналіз ефективності	41
<i>Висновки другого розділу.</i>	45
..	
ВИСНОВКИ.	47
Декларація про використання ІІІ.....	50
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.	51
.	
ДОДАТКИ.	53
.	

ВСТУП

Актуальність теми. Сучасна система освіти переживає активну трансформацію під впливом розвитку інформаційних та комп'ютерних технологій. Пандемія 2019 року продемонструвала необхідність швидкої адаптації навчального процесу до дистанційного формату, що зумовило потребу у пошуку ефективних засобів навчання у віртуальному середовищі.

За даними Міністерства освіти і науки України, у період 2020–2023 років понад **75 % закладів загальної середньої освіти** повністю або частково переходили на дистанційну форму навчання. При цьому лише **приблизно 38 % учителів фізики** зазначили, що мають достатні технічні можливості для проведення повноцінних лабораторних робіт онлайн.

Одним із найскладніших аспектів дистанційної освіти у фізиці є організація лабораторних робіт. Саме вони, на мою думку, забезпечують зв'язок між теорією та практикою, сприяють формуванню та закріпленню експериментальних умінь та навичок й розвитку критичного мислення учнів.

Попри активному розвитку цифрових технологій, існуючі методи проведення лабораторних робіт у дистанційному форматі залишаються недостатньо ефективними. Більшість із них зводиться до демонстраційних відео або використання стандартних онлайн-симуляторів без глибокої інтерактивності та можливості самостійного експериментування учнів (але це все одно круто). Такі форми роботи лише частково відтворюють практичну діяльність, не забезпечуючи повноцінного формування експериментальних умінь і навичок.

Крім того, значна частина наявних ресурсів має англomовний інтерфейс, що створює додаткові труднощі для учнів середньої школи (та деяких вчителів). Відсутність єдиної методичної системи для адаптації віртуальних лабораторій до навчальних програм з фізики України, а також нестача підготовки вчителів до використання таких інструментів роблять актуальним завдання розроблення нових, педагогічно обґрунтованих та легких у відтворенні та застосовуванні

методик онлайн завдань та лабораторних робіт, здатних забезпечити навчальний ефект, еквівалентний традиційному лабораторному заняттю.

Підвищення якості дистанційного навчання з фізики потребує не лише технічного, а й методичного забезпечення. Учителі повинні мати доступ до чітких рекомендацій щодо проведення онлайн лабораторних робіт, шаблонів інструкцій, критеріїв оцінювання результатів та способів перевірки індивідуальної участі учнів у віртуальному експерименті. Саме тому створення цілісної методики організації лабораторних робіт з механіки у дистанційному форматі, адаптованої до українських освітніх реалій, є науково й практично значущим завданням, що визначає актуальність обраного дослідження.

Якщо ми говоримо про онлайн лабораторні роботи до фізики то особливої уваги потребує розділ механіки, який є фундаментом шкільного курсу. Я обрав теми, пов'язані з енергією - кінетичною, потенціальною, а також законом збереження механічної енергії які формують уявлення про фізичну картину світу та закономірності руху тіл. Чи можете ви згадати хоч одну лабораторну роботу з теми механічної енергії у онлайн форматі для середньої школи? От і я про теж. Умови дистанційного навчання ускладнюють створення та виконання експериментальних завдань через відсутність реального обладнання, тому виникає велика потреба у розробці нових підходів, що дозволять ефективно проводити лабораторні роботи в онлайн-форматі.

Мета дослідження: полягає в теоретичному обґрунтуванні та практичній розробці методики проведення лабораторних робіт з теми «Кінетична та потенціальна енергія» у дистанційному форматі із використанням сучасних цифрових інструментів і симуляторів.

Предмет дослідження: методика організації та проведення лабораторних робіт з механіки в умовах дистанційного навчання.

Об'єкт дослідження: навчальний процес з фізики в закладах загальної середньої освіти.

Відповідно до мети визначено такі **завдання дослідження:**

- проаналізувати та дати оцінку сучасному стану проведення лабораторних робіт з механіки у закладах загальної середньої освіти;
- визначити проблеми та особливості організації експериментального навчання у дистанційному форматі;
- дослідити можливості використання цифрових симуляторів для реалізації лабораторних робіт з теми «Кінетична та потенціальна енергія»;
- розробити та апробувати методику проведення дистанційної лабораторної роботи з механіки;
- оцінити ефективність запропонованої методики та її педагогічні переваги.

Для досягнення поставленої мети та вирішення завдань було використано такі **методи дослідження**:

- Теоретичні методи: аналіз, узагальнення та систематизація психолого-педагогічної, методичної та науково-технічної літератури з питань організації лабораторних робіт та дистанційного навчання; порівняльний аналіз сучасних цифрових ресурсів і віртуальних лабораторій; моделювання структури та змісту дистанційних лабораторних робіт з механіки.
- Емпіричні методи: спостереження за навчально-пізнавальною діяльністю учнів у процесі виконання онлайн-експериментів; опитування вчителів і учнів щодо ефективності використання цифрових інструментів; педагогічне тестування для визначення рівня сформованості експериментальних умінь.
- Педагогічний експеримент: розробка, впровадження та апробація комплексу дистанційних лабораторних робіт з механіки; порівняння результатів навчання учнів експериментальних і контрольних груп.

- Методи математичної статистики: обробка, узагальнення та інтерпретація результатів педагогічного експерименту для оцінювання ефективності запропонованої методики.

Теоретичне і практичне значення дослідження полягає у розробці та обґрунтуванні сучасних підходів до організації та проведення лабораторних робіт з механіки в умовах дистанційного навчання, що відповідають вимогам НУШ та актуальним тенденціям цифровізації освіти. У межах дослідження систематизовано дидактичні можливості цифрових ресурсів і віртуальних лабораторій, визначено методичні принципи побудови дистанційних експериментальних завдань, удосконалено підходи до формування експериментальних умінь учнів у віртуальному середовищі.

Практичне значення полягає у створенні та апробації комплексу інтерактивних лабораторних робіт з механіки, розробці методичних рекомендацій для вчителів щодо організації дистанційного експерименту, підготовці інструктивних матеріалів, відеодемонстрацій, шаблонів звітів, а також у впровадженні ефективних цифрових інструментів та сервісів, що забезпечують підвищення якості експериментального навчання фізики у форматі дистанційної та змішаної освіти.

Структура роботи. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, двох розділів, висновків, списку використаних джерел (18 позицій). Загальний обсяг роботи – 54 с., з яких 50 с. – основна частина. Робота містить 6 рисунків і 6 таблиць.

РОЗДІЛ І. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ПІДХОДІВ ДО ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З МЕХАНІКИ

1.1. Роль лабораторних робіт у формуванні фізичних понять

Далеко йти не треба: лабораторні роботи як метод навчання вже давно посідають окреме місце у процесі викладання фізики. Є багато статей та досліджень, присвячених ролі лабораторних робіт у формуванні практичних навичок і розумінні фізичних явищ. Так, Михайло Каленик у своїй праці [1] підкреслює, що проведення лабораторних робіт сприяє закріпленню навчального матеріалу та розвитку в учнів експериментальних умінь, необхідних для подальшого вивчення фізики. М.І. Правда у своїй роботі [2] зазначає, що лабораторний практикум поєднує теоретичну й експериментальну складові, допомагаючи глибше засвоювати фізичні поняття через практичну діяльність та самостійне дослідження.

У сучасних навчальних програмах фізики лабораторні роботи розглядаються не лише як засіб перевірки чи закріплення матеріалу, а й як один із головних шляхів формування наукового мислення учнів. Під час експерименту школяр переходить від пасивного сприйняття інформації до активної дослідницької діяльності: самостійно висуває гіпотези, проводить вимірювання, аналізує отримані результати, робить висновки. Такий підхід забезпечує глибше розуміння сутності фізичних понять, сприяє розвитку критичного та аналітичного мислення. Це навіть прописано у [4] «У кожному класі до кожної з тем пропонується орієнтовний перелік лабораторних робіт, який жодним чином не є вичерпним, головним чином покликаний привернути увагу до необхідності залучення здобувачів освіти до виконання практичних дій та набуття навичок роботи з вимірювальними приладами, пристроями, устаткуванням та обладнанням.»

Крім освітньої, лабораторні роботи виконують важливу мотиваційну функцію. Спостереження реального прояву фізичних законів пробуджує інтерес до предмета, стимулює до активного пізнання, робить навчання емоційно насиченим. Учні

бачать, як абстрактні формули оживають у вигляді реальних процесів - руху, коливань, перетворення енергії - і переконуються у практичній цінності фізичних знань. Такий досвід формує внутрішню мотивацію до навчання, адже учні усвідомлюють, що фізика має безпосереднє відношення до їхнього повсякденного життя.

Мотиваційний ефект лабораторних робіт підсилюється також їхньою емоційністю: успішне виконання експерименту викликає почуття задоволення та впевненості у власних силах. Це, у свою чергу, формує позитивне ставлення до навчання та підвищує рівень залученості учнів у навчальний процес. Крім того, колективна форма виконання лабораторних робіт сприяє розвитку комунікативних навичок, відповідальності, уміння працювати в команді - якостей, які є важливими не лише для навчання, а й для життя загалом. Такі висновки до мотиваційної функції я зробив з роботи [3] яка аналізує, як інтерактивні навчальні методи впливають на інтерес учнів до фізики та на їх впевненість у власних силах (self-efficacy)

Таким чином, лабораторні роботи виступають не лише засобом формування фізичних понять і практичних навичок, а й потужним педагогічним інструментом, який забезпечує мотивацію, розвиток пізнавальної активності та особистісне зростання учнів. Їхня роль у навчанні фізики є комплексною і багатовимірною, тому вдосконалення методики проведення лабораторних занять, зокрема у дистанційному форматі, має важливе значення для підвищення якості фізичної освіти.

1.2. Класифікація лабораторних робіт у шкільному курсі фізики

Згідно з методичними рекомендаціями Міністерства освіти і науки України [4] (45 стр. 2 абзац), у шкільному курсі фізики виділяють такі основні типи навчальних експериментів:

- Демонстраційні експерименти - виконуються вчителем або за його безпосередньої участі. Їх мета - ілюструвати нові фізичні явища або підтвердити певні закономірності, що розглядаються на уроці. Ці експерименти не вимагають самостійної діяльності учнів, однак відіграють важливу роль у формуванні інтересу до предмета і створюють зорову опору для подальшого засвоєння матеріалу.
- Фронтальні лабораторні роботи – найпоширеніший вид у шкільному курсі фізики. Вони виконуються усіма учнями одночасно під керівництвом учителя. Мета таких робіт - закріплення теоретичних знань і формування практичних умінь. Учні самостійно проводять вимірювання, фіксують результати, будують графіки, обчислюють похибки та формулюють висновки [\[1\]](#).
- Практичні роботи – передбачають застосування вивчених теоретичних знань у нових умовах або для розв’язання задач прикладного характеру. Вони вимагають більшої самостійності та творчого підходу від учнів. Наприклад, визначення густини невідомого тіла, вимірювання прискорення вільного падіння чи дослідження залежності кінетичної енергії від маси й швидкості тіла.
- Лабораторні роботи дослідницького типу – передбачають пошукову діяльність учнів: формулювання гіпотези, планування експерименту, самостійний вибір приладів і методів вимірювання. Такі роботи сприяють формуванню наукового стилю мислення, ініціативності та самостійності. Їх часто проводять у старших класах або в рамках поглибленого вивчення фізики.
- Домашні експерименти – окремий тип лабораторних завдань, який набуває особливого значення в умовах дистанційного навчання. Учні виконують спостереження або нескладні досліди з використанням побутових предметів, смартфонів, комп’ютерних симуляцій. Це дозволяє зберегти

експериментальну складову навіть за відсутності спеціального обладнання в школі.

Крім того, лабораторні роботи можна поділяти за дидактичною метою:

- ілюстративні - спрямовані на підтвердження вивчених закономірностей;
- дослідницькі - на відкриття нових для учнів знань;
- формувальні - на розвиток певних умінь (вимірювати, спостерігати, аналізувати);
- контрольні - на перевірку рівня сформованості практичних навичок.

Каленик зазначає, що різні типи лабораторних робіт мають бути логічно пов'язані між собою: від демонстраційного експерименту на уроці до самостійного виконання дослідницької роботи учнем. Такий підхід створює безперервну систему формування експериментальних умінь, у якій кожен наступний етап поглиблює попередній.

Це особливо важливо у процесі дистанційного навчання, коли практичний компонент потрібно підтримувати через цифрові симуляції чи віртуальні лабораторії.

1.3. Психолого-педагогічні аспекти проведення експериментів онлайн

Організація лабораторних робіт у дистанційному форматі потребує врахування низки психолого-педагогічних особливостей, які визначають ефективність навчального процесу. Перехід від традиційного фізичного експерименту до віртуального середовища змінює не лише форму взаємодії учня з об'єктом дослідження, але й саму структуру пізнавальної діяльності.

У традиційному навчанні головну роль відіграє сенсомоторна активність: учень безпосередньо працює з приладами, спостерігає явище, здійснює вимірювання. В онлайн-форматі цей канал пізнання частково втрачається, а на перший план виходять візуальне сприйняття, аналітичне мислення, абстрактно-логічні операції.

Тому одним із головних педагогічних завдань стає збереження дослідницького характеру діяльності, попри відсутність фізичної взаємодії з обладнанням.

Коли учень самостійно формулює гіпотезу, обирає параметри досліду, аналізує отримані результати та робить висновки - він переходить від пасивного споживача знань до активного дослідника. Це формує вміння спостерігати, ставити запитання, робити припущення і перевіряти їх на основі даних - ключові елементи наукового мислення.

Дослідження Rosen & Kelly [5] підтверджує, що в умовах дистанційного навчання підтримання експериментальної активності прямо впливає на самоефективність (self-efficacy) учнів - їхню віру у власну здатність проводити наукові дослідження (мотиваційна підтримка є другою важливою умовою для ефективності онлайн-експериментів).

Автори показали, що навіть в асинхронних онлайн-лабораторіях студенти, які мали змогу самостійно взаємодіяти із симуляціями, змінювати параметри системи й аналізувати наслідки, демонстрували вищу залученість, глибше розуміння фізичних понять і вищу внутрішню мотивацію, ніж ті, хто просто переглядав демонстраційні відео.

Друга важлива умова для ефективності онлайн-експериментів є мотиваційна підтримка учня. В умовах дистанційного навчання втрачається безпосередній контакт між учителем і учнем, що зменшує емоційний компонент навчального процесу. Без живого спілкування, реакції педагога чи колективного обговорення результатів експерименту рівень залученості учнів часто знижується. Тому надзвичайно важливо створити у віртуальному середовищі такі педагогічні умови, які б підтримували інтерес, внутрішню потребу в пізнанні та відчуття значущості власної діяльності.

Згідно з теорією самовизначення (Self-Determination Theory, E. Deci & R. Ryan) [6], внутрішня мотивація зростає тоді, коли учень відчуває автономію, компетентність і соціальну залученість. У контексті онлайн-експериментів та онлайн лабораторних робіт це означає надання можливості самостійно обирати параметри досліду, формулювати гіпотези, прогнозувати результати, обговорювати результати та методи з іншими, а також отримувати зворотний

зв'язок від учителя або системи (але краще від вчителя, зміцнюючи тим самим емоційних зв'язок). Саме такий підхід забезпечує особистісний зміст навчання - учень відчуває, що результати експерименту залежать від його власних дій, а не є заздалегідь відомими.

Мотиваційна підтримка може реалізовуватись через гейміфікацію навчального процесу (навчання через ігри), візуалізацію успіхів, систему балів або рівнів, а також через створення проблемних ситуацій, які стимулюють пізнавальну активність. Ефективним є залучення учнів до колективного обговорення результатів у чатах чи відеоконференціях, що відновлює соціальну взаємодію та підтримує емоційний зв'язок у групі. [7] [12]

Мотиваційна підтримка в онлайн-лабораторних роботах виступає не лише засобом утримання уваги учнів, а ключовим чинником формування пізнавальної активності, самостійності та відповідальності. Без належного рівня мотивації навіть технічно якісні симуляції не забезпечують глибокого засвоєння знань і розвитку дослідницьких умінь.

З психолого-педагогічного погляду ефективне навчання у віртуальній лабораторії залежить також від оптимального рівня когнітивного навантаження. Якщо інтерфейс симуляції перевантажений елементами або дії неочевидні, учень зосереджується не на суті явища, а на технічному виконанні.

Оптимізація когнітивного навантаження є надзвичайно важливою умовою ефективного навчання у віртуальному середовищі. Теорія когнітивного навантаження (Cognitive Load Theory, J. Sweller) передбачає, що навчальна інформація має бути подана в такій формі, щоб не перевищувати робочі можливості короткочасної пам'яті учня. У випадку онлайн-лабораторій перевантаження часто виникає через надлишкові візуальні ефекти, складні меню або потребу одночасно керувати кількома параметрами симуляції. Унаслідок цього учень витрачає когнітивні ресурси на орієнтацію в інтерфейсі, а не на осмислення фізичного змісту досліджу. [8]

Корисним є поетапне введення нових елементів складності - від базових операцій до повноцінного експерименту. Такий підхід дозволяє зменшити зовнішнє когнітивне навантаження і зосередити зусилля учнів на внутрішньому (пізнавальному), яке безпосередньо сприяє засвоєнню знань.

Отже ми виділяємо три основні умови щодо ефективного проведення лабораторної роботи: збереження дослідницького характеру діяльності, мотиваційна підтримка учня та оптимальний або поетапно зростаючий рівень когнітивного навантаження.

1.4 Аналіз існуючих методик проведення лабораторних робіт з розділу "Енергія"

Розділ «Енергія» потрібен учням як для розуміння того як працює світ: двигуни, електростанції, звідки береться швидкість тощо, так і для подальшого розуміння фізики як науки, розділ охоплює фундаментальні поняття кінетичної та потенціальної енергії, а також закону збереження механічної енергії а даліше будуть вивчатися інші види енергії та їх взаємодія а також вплив різних явищ на баланс енергій.

Ефективне засвоєння базових понять значною мірою залежить від експериментальної діяльності, яка дозволяє учням безпосередньо спостерігати перетворення енергії та аналізувати результати вимірювань.

Сучасні методики проведення лабораторних робіт з розділу «Енергія» включають як традиційні експерименти, так і віртуальні/онлайн-лабораторії:

1. Традиційні лабораторні роботи

Найпоширенішими є класичні експерименти, що демонструють:

- Визначення кінетичної енергії тіла за його масою та швидкістю;
- Вимірювання потенціальної енергії піднятого тіла;

- Перевірку закону збереження механічної енергії у процесі падіння тіл або руху по похилій площині. (класичний лабораторний експеримент із пружним м'ячем [\[9\]](#))

Виконання цих робіт передбачає роботу з приладами: динамометрами, вагами, секундомірами, кінематичними датчиками. Такий підхід дозволяє учням безпосередньо спостерігати фізичні явища, закріплювати теоретичні знання і формувати практичні навички вимірювання та аналізу результатів. Недоліком є необхідність спеціального обладнання та високої організаційної підготовки. Без такого обладнання експеримент не має сенсу та перетворюється до повторення теоретичних знань.

Традиційний підхід до проведення лабораторних робіт має ряд переваг.

По-перше, він забезпечує безпосереднє спостереження фізичних явищ, що дозволяє учням бачити перетворення потенціальної енергії в кінетичну та навпаки, рух тіла по похилій площині чи падіння тіл. Таке наочно-образне сприйняття суттєво полегшує засвоєння теоретичних понять і формує уявлення про закономірності фізичних процесів.

По-друге, робота з реальними приладами та обладнанням розвиває практичні навички учнів: вони вчаться точно вимірювати фізичні величини, обробляти отримані дані, будувати графіки та робити висновки на основі експериментальних результатів. Це сприяє закріпленню теоретичних знань, адже формули кінетичної та потенціальної енергії, а також закон збереження механічної енергії стають зрозумілими через їх застосування на практиці.

Крім того, традиційний підхід має виражений мотиваційний ефект (я буду до цього вертатися тому що це дуже важливо). Спостереження реального експерименту викликає інтерес до предмета, робить навчання емоційно насиченим і стимулює активне пізнання. Учні не лише отримують знання, а й переживають власний досвід їх застосування, що формує внутрішню мотивацію до навчання не тільки фізики а й навколишнього світу та того як він працює.

2. Методики з використанням цифрових симуляцій та онлайн-лабораторій

В умовах дистанційного навчання значну популярність набули віртуальні лабораторії та симулятори. Наприклад:

- PhET Interactive Simulations (University of Colorado Boulder) - дуже рекомендую спробувати такі ігри як: Energy Skate Park: Basics та Pendulum Lab – в них є класні приклади щодо енергії та сил.
- LearningApps – сайт щодо онлайн вправ по шкільним предметам для закріплення матеріалу. Навіть я сам у школі навчався за цією платформою.
- <https://ophysics.com> – сайт з симуляторами до фізичних явищ, дуже вразлива симуляція енергії та механічних сил.

Я проаналізував деякі статті по використуванню онлайн симуляторів в лабораторних роботах та дуже уважно їх аналізував.

У [11] дослідження присвячене впливу використання віртуальних лабораторних симуляцій (на основі платформ типу PhET та Labster) на результати навчання студентів, які проходили онлайн-курси загальної фізики під час дистанційного навчання. Учні були поділені на дві групи:

контрольну - студенти, які переглядали демонстраційні відео або теоретичні матеріали без інтерактивних елементів;

експериментальну - студенти, які виконували лабораторні завдання у віртуальних симуляціях із можливістю змінювати параметри, вимірювати результати й формулювати висновки.

Результати показали, що студенти експериментальної групи продемонстрували істотно вищі результати у підсумковому тестуванні порівняно з контрольною. Зокрема, середній бал зріс майже на 20 %, а коефіцієнт варіації свідчив про більшу стабільність результатів (меншу розбіжність між студентами)

Висновком є що використання віртуальних лабораторій покращує розуміння абстрактних фізичних понять, зокрема пов'язаних з енергією, законом збереження енергії, рухом тіл. Онлайн-симулятори є ефективним доповненням традиційних лабораторних занять. Воно підвищує пізнавальну активність, сприяє глибшому

засвоєнню понять і забезпечує гнучкість навчального процесу в умовах дистанційного навчання.

У [10] автор також ставить перед собою мету з'ясувати, чи здатні віртуальні лабораторії забезпечити такий самий або навіть кращий рівень розуміння навчального матеріалу, ніж традиційні експерименти, а також чи впливають вони на мотивацію студентів до навчання. Тут вже порівнювалися результати таких двох груп:

- контрольну - яка виконувала традиційні лабораторні роботи з приладами.
- експериментальну - яка використовувала онлайн-симуляції з платформи PhET Interactive Simulations.

Обидві групи працювали над однаковими темами. Порівняльний аналіз показав, що після роботи з віртуальними лабораторіями рівень розуміння фізичних понять суттєво зріс: близько 83 % студентів відзначили, що саме симуляції допомогли їм краще зрозуміти лекційний матеріал. У середньому академічні результати підвищилися на 18 % порівняно з попередніми тестами. Найбільший прогрес спостерігався у темах, пов'язаних з енергією, роботою та законом збереження енергії.

Студенти також зазначили, що віртуальні експерименти були більш цікавими, гнучкими та менш стресовими, ніж традиційні лабораторії. Можливість повторювати досліди без обмеження часу, експериментувати з різними параметрами, бачити процеси у сповільненому вигляді або під іншим кутом дозволила краще зрозуміти фізичну сутність явищ. Це створювало відчуття автономії та зацікавленості, що сприяло внутрішній мотивації до навчання. Автор наголошує, що інтерактивність та візуалізація складних процесів підвищують пізнавальну активність студентів, особливо тих, хто має труднощі з абстрактним мисленням. Водночас дослідження виявило і певні недоліки. Віртуальні лабораторії не розвивають мануальні навички роботи з реальними приладами, не формують почуття відповідальності за матеріальне обладнання та не забезпечують достатнього рівня командної взаємодії. Крім того, частина студентів стикалася з

технічними труднощами - проблемами з інтернетом, нестачею обчислювальних ресурсів або несумісністю пристроїв.

Це підтверджує, що навіть високоякісні симуляції не можуть повністю замінити традиційні експерименти, особливо якщо метою є формування практичних умінь і точності вимірювань.

1.5 Основні проблеми існуючих методик розробки та організації онлайн-лабораторних робіт

Попри поширенню віртуальних лабораторій та симуляторів у сучасній освітній практиці, більшість існуючих методик, з мого досвіду, їх використання мають низку суттєвих недоліків, які знижують ефективність навчального процесу.

Однією проблемою які я помітив є відсутність структурованого сценарію проведення онлайн-лабораторної роботи. На відміну від традиційних паперових (прикладних) лабораторних інструкцій, які містять мету, обладнання, послідовність дій, таблиці для результатів і питання для аналізу, онлайн-симуляції часто пропонуються без методичного супроводу. Це призводить до того, що учні не знають, які параметри потрібно змінювати, які величини вимірювати та як оформлювати результати. Фактично відсутня "лабораторна робота" – є лише інструмент. Це проблема-висновок для учня. Написати структурований сценарій важко для вчителя й не полягає як основний пункт у методиках тому його частіше не відтворюють.

Другою важливою проблемою іноді є надмірна свобода симуляцій. Багато віртуальних лабораторій дозволяють змінювати десятки параметрів одночасно (масу, швидкість, силу, тип поверхні, тертя, графічні режими, кількість тіл тощо). Для учнів 7–9 класів це створює надмірне когнітивне навантаження - вони губляться у великій кількості опцій і не можуть зосередитися на суті досліджуваного явища. У традиційній лабораторній роботі вчитель або методичний матеріал чітко обмежує, що саме змінювати, в які моменти та як фіксувати

спостереження, а в онлайн-версіях таких обмежень часто немає. Це є визнаком халатності вчителя до розробки або виконання своєї лабораторної.

Головна ж проблема полягає в тому, що онлайн-симуляції часто застосовуються без розробленої педагогічної методики, тобто як додатковий матеріал, а не як повноцінний інструмент формування компетентностей. Учні отримують доступ до симуляції, але не до системи навчальних дій, що має супроводжувати експеримент. У результаті симуляція перетворюється на «гру» без глибокого розуміння змісту, а не на лабораторне дослідження.

Цю проблему не видно коли читаєш статті по проведенню таких робіт, цю проблему не видно коли ти читаєш існуючі методики розробки онлайн-лабораторних але вона може зруйнувати ефективність розробки й проведення онлайн-лабораторної роботи.

Висновки першого розділу

У першому розділі було проведено аналіз теоретичних і методичних основ організації лабораторних робіт з фізики, зокрема з розділу «Енергія». З'ясовано, що ефективне засвоєння понять кінетичної та потенціальної енергії, а також закону збереження енергії значною мірою залежить від поєднання теоретичної підготовки та експериментальної діяльності учнів. Традиційні лабораторні роботи відіграють важливу роль у формуванні практичних умінь і навичок вимірювання, розвивають аналітичне мислення та забезпечують глибше розуміння фізичних процесів через безпосереднє спостереження за явищами. Безпосередня взаємодія з реальним обладнанням сприяє розвитку точності, відповідальності та самостійності у виконанні завдань.

Однак сучасні тенденції в освіті, зокрема активне впровадження дистанційного та змішаного навчання, спричинили необхідність модернізації підходів до проведення лабораторних робіт. Використання цифрових технологій,

таких як віртуальні лабораторії та інтерактивні симулятори, стало не лише вимушеним кроком у період пандемії, а й перспективним напрямом розвитку навчання фізики. Ці інструменти дозволяють компенсувати відсутність реального обладнання, підвищити мотивацію учнів і зробити навчальний процес більш доступним, наочним і гнучким.

У [\[Додатку А\]](#) подано таблицю, в якій проведено порівняльний аналіз онлайн та офлайн методик проведення лабораторних робіт. З аналізу літературних джерел і результатів досліджень можна зробити висновок, що використання онлайн-симуляцій є ефективнішим за пасивні форми навчання, такі як перегляд демонстраційних відео або виконання теоретичних вправ. Водночас віртуальні експерименти не можуть повністю замінити реальні, оскільки не формують мануальних навичок, не забезпечують досвіду роботи з фізичними приладами та не розвивають уміння контролювати експериментальні умови.

Отже, найбільш ефективним є комбінований підхід, який поєднує традиційні лабораторні роботи з використанням сучасних цифрових інструментів. Такий підхід забезпечує цілісне формування фізичних понять, дозволяє учням як відчувати фізичний процес на практиці, так і дослідити його за допомогою віртуальних моделей. Це сприяє розвитку дослідницького мислення, критичного аналізу, самостійності та підготовці учнів до навчання у сучасному цифровому освітньому середовищі.

РОЗДІЛ II. ВЛАСНА СИСТЕМА РОЗРОБКИ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

2.1. Нова структура та організація онлайн-лабораторних робіт з використанням симуляторів.

З того аналізу що я провів можу сказати що організація лабораторних робіт у дистанційному форматі вимагає продуманої методики та врахування особливостей онлайн-взаємодії. На відміну від традиційного експерименту, де учень працює з реальним обладнанням і може спиратися на підказки викладача у процесі виконання, онлайн-формат передбачає вищий рівень самостійності. Тому педагог має розробити лабораторну роботу таким чином, щоб учень міг послідовно пройти через етапи дослідження, не втрачаючи логіки експерименту. Але інформації для вчителя: «як же створити онлайн лабораторну роботу з нуля» небагато, тому цей пункт повинен тут бути. [\[15 ст.43\]](#)

У [\[Додаток Б\]](#) я описав структуру та етапи того як повинна виглядати лабораторна робота.

Розгорнуте повідомлення щодо етапів нової структури онлайн-лабораторних робіт:

1. Титульна інформація

Цей елемент містить базові організаційні відомості: назву роботи, тему, клас/курс, мету, перелік необхідних ресурсів і орієнтовний час виконання.

Титульна частина формує «порогову орієнтацію» - стартове розуміння структури, змісту та організації експерименту.

2. Вступ / теоретичне обґрунтування

Онлайн-симуляції зазвичай дозволяють «гратись» з параметрами без глибокого розуміння фізичного змісту. Тому вступне теоретичне пояснення є критично важливим. Це особливо важливо, щоб уникнути поверхневого «клацання параметрів». У цьому блоці подаються:

- короткий опис фізичного явища, інформаційна справка
- ключові формули

- визначення понять та термінів
- пояснення значення та мети експерименту.

3. Інструкція з доступу до симулятора

У дистанційній роботі технічні труднощі можуть повністю зірвати навчальний процес. Саме тому обов'язковим є:

- активне гіперпосилання на симулятор
- коротке пояснення інтерфейсу
- опис параметрів, доступних для зміни
- вказівка, які величини можна виміряти

Такий опис компенсує відсутність учителя поруч і зменшує когнітивне навантаження. Учень знає, де шукати потрібні елементи і як уникнути хаотичних дій.

4. Хід роботи (покрокова інструкція)

Це основа будь-якої лабораторної роботи, а в онлайн-форматі - ключовий елемент.

Кроки повинні бути чіткими, однозначними та такими, що забезпечують можливість повторення експерименту. Для онлайн-симуляцій цей блок компенсує відсутність «інтуїтивної» роботи з реальними приладами.

Мені подобається метод циклу порівнянь у [\[16\]](#) тому для покрокової інструкції я буду використовувати цю систему:

- Побудова моделі. Учні формують теоретичні очікування: яка величина повинна змінюватися, як вона теоретично залежить від інших параметрів.
- Проведення вимірювань. Учні збирають дані: вимірюють фізичні величини (наприклад, довжина, час, прискорення, енергію), отримують числові результати.

- Кількісні порівняння. Основний етап: порівняння двох або більше наборів даних (наприклад, два експерименти або дані й модель). Це може бути порівняння середніх значень, невизначеностей, розкиду даних тощо.
- Рефлексія та ітерація. Після порівнянь учні аналізують, чи відповідають виміряні значення очікуванням, роблять висновки, формулюють гіпотези, що могло піти не так, а потім повторюють експеримент, змінивши умови або методику. Це ітеративний процес.
- Оцінка моделі і вдосконалення. На основі отриманих даних учні можуть запропонувати модифікації моделі (наприклад, врахування тертя, опору повітря) або змінити спосіб проведення експерименту для поліпшення точності.
- Комунікація результатів. Обговорення результатів, висновків, можливих джерел помилки, пропозицій щодо удосконалення експерименту.

5. Таблиці спостережень

Онлайн-симуляції генерують великі обсяги даних. Щоб учень вмів їх систематизувати, необхідно надати таблицю спостережень. Вона виконує роль матеріальної фіксації ходу експерименту і формує навички роботи з даними. Таблиця також дозволяє зручно переходити до аналітичної частини.

6. Аналітична частина

У дистанційному форматі аналітична частина є основою формування наукового мислення, адже учень працює без постійного супроводу вчителя та має самостійно осмислити результати. У цьому розділі учень буде розвивати уміння порівнювати теоретичні та експериментальні дані та проводити розрахунки або будувати графіки.

7. Висновок учня

Фінальний висновок щоб учень узагальнив результати дослідження та, в ідеалі, проаналізував власні дії і сформулював причинно-наслідкові зв'язки.

Такий блок є необхідним, тому що у віртуальних лабораторіях учень може механічно виконати кроки без рефлексії. Висновок «змушує» переключитися з рівня дії на рівень осмислення.

8. Лабораторний щоденник (журнал) або відстеження активності

Окрім цього, у дистанційному форматі особливо важливо, щоб учень не просто виконав завдання, а пройшов через повний цикл наукового дослідження. Тому доцільно ввести онлайн-лабораторний щоденник - документ, який учень заповнює під час роботи.

Цей елемент - ключова інновація в онлайн-лабораторних роботах. Він виконує одразу кілька важливих функцій ([\[14\]](#) - не по фізиці але показує навіщо такий документ потрібен та як застосовується) :

- дає можливість фіксувати проміжні спостереження,
- дозволяє учневі робити помітки щодо змін параметрів,
- містить скріншоти як доказ виконання роботи,
- формує навичку наукової документації.

У традиційній лабораторії роль щоденника виконують записник, протокол або звіт. В онлайн-форматі саме щоденник є доказом того, що учень справді виконав експеримент, а не лише переписав готові дані.

До Лабораторного щоденника можуть входити:

- короткі нотатки про поставлену мету;
- збережені скріншоти симуляції (як доказ проведення експерименту);
- первинні дані вимірювань;
- проміжні висновки (не обов'язково але можна також видавати чернетки);
- відповіді на рефлексивні запитання (“Що здивувало?”, “Які помилки можливі?”) – як варіант, опитування теж можна проводити онлайн;

- фінальний висновок.

Головне не занудити учня паперовою роботою та зробити упор на онлайн саморефлексію.

Як альтернативу, деякі сайти з онлайн-симуляціями, можуть надати такий інструмент як «Відстеження активності» або LMS [\[13\]](#) (системами управління навчанням). Цей інструмент допомагає вчителю відстежувати активність учня у симуляції та дає можливість перевірки роботи без паперових журналів. Вони усі мають різний рівень функціоналу але ось деякі приклади таких інструментів:

- *PraxiLabs* - віртуальна лабораторія, яка має «Instant guidance & feedback», а також можливість інтеграції з LMS. Через інтеграцію з LMS можна бачити, коли студенти заходять, скільки часу проводять в симуляції, які дії виконують. Це приклад інструменту самого сайту.

- Solar Lab Notebook (SLN) - веб-додаток, повністю клієнтський (HTML5, JavaScript), який використовується як електронний лабораторний щоденник. Учні можуть фіксувати свої спостереження, завантажувати файли, зберігати скріншоти. Вчитель може отримати доступ до цих записів (залежно від того, як налаштована система).

9. (Опціонально) Саморефлексія вчителя щодо проведеної роботи

Саморефлексія вчителя є важливою умовою вдосконалення онлайн-лабораторних робіт, оскільки дистанційний формат значною мірою зменшує можливості безпосереднього спостереження за діяльністю учнів. Після проведення лабораторної роботи педагог аналізує передусім якість інструкцій та логіку побудови завдання: чи були етапи експерименту достатньо зрозумілими, чи не виникали у більшості учнів однакові труднощі, чи забезпечено послідовність і чіткість виконання дій. [\[17\]](#)

Другим важливим аспектом є оцінювання досягнення навчальних результатів. Учитель визначає, чи вдалося учням зрозуміти фізичний зміст явища, правильно опрацювати дані симуляції та сформулювати обґрунтовані висновки.

Оскільки дистанційний формат ускладнює контроль за процесом виконання, значення набувають звіти, журнали спостережень, скріншоти або відеофіксація ходу експерименту.

Також аналізується рівень мотивації та залученості учнів. Якщо під час симуляції учні були пасивними або механічно повторювали інструкції, це може свідчити про недостатню інтерактивність завдання, недостатній простір для самостійного дослідження чи надмірну складність інтерфейсу.

Окремо педагог оцінює технічну складову: стабільність роботи платформи, зручність симуляції, відповідність завдання технічним можливостям учнів. У разі системних збоїв учитель коригує інструментарій або додає додаткові матеріали для самостійної підготовки.

Підсумовуючи результати саморефлексії, учитель визначає, наскільки лабораторна робота відповідала принципам дослідницького навчання та чи забезпечувала можливість формування експериментальних умінь навіть у віртуальному середовищі.

2.2. Алгоритм створення власної онлайн-лабораторної роботи

Я зробив приблизний шаблон алгоритму створення власної онлайн-лабораторної роботи з нуля:

1. Обрати тему

Вибір теми визначає зміст експерименту та навчальну мету роботи. Тематики на кшталт “Кінетична енергія”, “Потенціальна енергія”, “Закон збереження енергії” або “Маятник” охоплюють фундаментальні фізичні концепції, що дозволяє учню зрозуміти основи механіки.

Чітка тема допомагає сфокусувати увагу учня і створює логічну основу для формування навчальних завдань. Але й для вчителя важливо розуміти та держати в голові чітку тему та не розпорошуватися навколо.

2. Сформулювати мету та завдання

Мета визначає очікуваний результат навчання, а завдання деталізують, як досягти цього результату.

Наприклад, мета “дослідити залежність кінетичної енергії від швидкості” одразу орієнтує учня на конкретний експериментальний напрям. Така структура допомагає учню усвідомлено підходити до роботи, розуміти, що він повинен вивчити і який результат отримати.

Зрозумілі цілі допомагають вчителю контролювати, чи учень досягнув потрібного рівня розуміння та практичних умінь. Крім того, вони спрощують пояснення учням, що від них очікується.

3. Знайти відповідну симуляцію

Обрання симулятора – ключовий етап, оскільки він визначає доступні інструменти для дослідження. Використання симуляцій дає учням можливість експериментувати у контрольованому середовищі, забезпечуючи інтерактивність і наочність фізичних явищ.

Для вчителя наявність готового, інтерактивного симулятора зменшує потребу в дорогому обладнанні та скорочує час підготовки. Також це дозволяє проводити лабораторні навіть у дистанційному форматі, не втрачаючи якість експерименту.

4. Продумати експериментальний сценарій

Експериментальний сценарій визначає послідовність дій, яку учень повинен виконати, щоб отримати дані. Важливо, щоб дані не надавалися автоматично, а формувалися через активне дослідження процесів і зміну параметрів. Це формує у учня систематичне мислення, навички планування дослідів та здатність передбачати результати.

Готовий сценарій також допомагає вчителю чітко виконувати послідовність експерименту, уникати хаосу та непорозумінь серед учнів. Це забезпечує

ефективність уроку та дозволяє педагогові підстрахувати учня, якщо виникають труднощі.

5. Створити таблиці та поля для запису результатів

Структуровані таблиці дозволяють учню організувати дані та впорядкувати їх для подальшого аналізу. Це допомагає розвивати навички обробки результатів, побудови графіків та впорядкування спостережень. Організація роботи у вигляді таблиць також спрощує подальше оцінювання і створює дисциплінований підхід до експериментальної діяльності.

Для вчителя структуровані таблиці спрощують перевірку робіт і порівняння результатів учнів. Вчителю легше відслідковувати прогрес кожного учня, а також аналізувати типові помилки чи недоліки у розумінні.

6. Розробити запитання для аналізу

Запитання спрямовані на осмислення явищ та закономірностей: чому відбувається те чи інше явище, як пояснити спостережувані процеси. Вони стимулюють критичне та аналітичне мислення учнів, допомагають формулювати висновки та зв'язувати експериментальні дані з теоретичними знаннями.

Такі запитання допомагають вчителю спрямовувати учнів на правильне осмислення явищ, навіть без постійного контролю. Вони працюють як орієнтир, щоб учень самостійно зробив правильні висновки, а педагог лише коригує при потребі.

7. Скласти критерії оцінювання

Критерії оцінювання визначають стандарти, за якими буде оцінюватися робота. Вони забезпечують прозорість, мотивують учнів до якісного виконання завдань і дозволяють їм орієнтуватися на очікувані результати. Чіткі критерії також допомагають формувати навички самооцінки та відповідальності за виконану роботу.

Чіткі критерії роблять оцінювання прозорим і об'єктивним. Вчителю легше аргументовано пояснити оцінку, а учні розуміють, за що їх оцінюють. Це також економить час на перевірку та обговорення результатів.

Запропонований алгоритм створення власної онлайн-лабораторної роботи здебільш базується на методиках створення традиційних лабораторних робіт тому що відхили не такі великі та на статтях які я досліджував та власному досвіді. Його структура не виникла випадково - вона логічно продовжує класичну модель організації лабораторної діяльності, адаптовану до цифрового середовища.

У традиційних лабораторних роботах учень послідовно проходить етапи: визначення теми, отримання мети, виконання експерименту, фіксації результатів і формулювання висновків. У дистанційному середовищі ці етапи залишаються актуальними, однак набувають нових вимог: необхідності чіткого алгоритму дій, підвищеної самостійності учня, наявності цифрових інструментів для вимірювань та візуалізації. Саме тому структура онлайн-лабораторної роботи має бути максимально точною, прозорою та методично обґрунтованою.

Вибір теми та формулювання мети - базові елементи, що відповідають програмним вимогам та визначають логіку всієї роботи. Аналіз статей з дистанційного навчання показує, що відсутність чітко сформульованої мети знижує цілеспрямованість діяльності учнів та погіршує навчальні результати. Тому перші пункти алгоритму виконують роль «навчальної рамки», яка орієнтує учня на ключові поняття.

Наступні етапи - пошук симуляції та створення сценарію - відображають особливості онлайн-формату. На відміну від реального експерименту, де сам об'єкт диктує умови, цифрове середовище потребує ретельного відбору інструментів. Дослідження показують, що ефективність онлайн-лабораторій здебільшого залежить від того, наскільки симуляція дозволяє змінювати параметри, отримувати вимірювання та працювати з даними, а не просто спостерігати процес. Саме тому у

алгоритмі акцентовано увагу на пошуку «дослідницьких» симуляторів і розробці експериментального сценарію, який моделює природний хід дослідження.

Включення таблиць, полів для запису результатів та запитань для аналізу також ґрунтується на сучасних педагогічних рекомендаціях. Віртуальний формат позбавляє учня так званої «сенсомоторної опори», тому структуровані форми фіксації даних допомагають підтримувати логіку мислення та спрямовують учня до правильних висновків. Запитання ж формують рефлексивне мислення й забезпечують зв'язок між спостереженням і теорією.

Формування критеріїв оцінювання - впливає з потреби забезпечити прозорість і справедливість оцінки в умовах дистанційної взаємодії. У традиційних лабораторіях вчитель може оцінювати процес діяльності учня в реальному часі, а онлайн формат обмежує таку можливість. Тому чіткі критерії компенсують цю особливість та підвищують відповідальність учня за результат.

Таким чином, структура алгоритму не є випадковою - вона є логічною адаптацією класичного лабораторного підходу до умов цифрового середовища. Алгоритм забезпечує послідовність, ясність, дослідницький характер діяльності та методичну цілісність, що дозволяє створювати якісні онлайн-лабораторії з високою навчальною ефективністю та мінімальним ризиком дезорієнтації учнів.

Під час створення онлайн-лабораторної роботи важливо пам'ятати, що її значення виходить далеко за межі простого «виконання експерименту в браузері». Правильно розроблена робота здатна виконувати ключові функції навчального процесу, формувати важливі компетентності та забезпечувати ті умови навчання, які не завжди можливо реалізувати у звичайному кабінеті фізики. Тому педагогічна цінність онлайн-лабораторної діяльності є центральним критерієм якості всієї методики.

1. Підтримка розвитку дослідницького мислення

Онлайн-лабораторні роботи, побудовані на основі змінних параметрів, спостереження явищ та аналізу результатів, формують у учнів уміння ставити

запитання, висувати гіпотези та перевіряти їх експериментально. Це сприяє розвитку наукового стилю мислення: учень не просто повторює алгоритм, а вчиться досліджувати. Віртуальні симуляції дозволяють швидко змінювати умови й одразу бачити наслідки, що значно активізує пізнавальну діяльність.

2. Формування навичок аналізу та інтерпретації даних

Онлайн-симулятори часто містять цифрові вимірювальні інструменти (лінійки, таймери, графіки), що дозволяє збирати точні експериментальні дані. Коли учень заповнює таблиці, визначає залежності, будує графіки й порівнює теоретичні та експериментальні значення, він формує важливі аналітичні вміння:

- обробку результатів,
- роботу з числовою інформацією,
- вміння робити висновки на основі отриманих даних.

Це ключові компетентності, передбачені сучасними освітніми стандартами.

3. Можливість працювати у власному темпі

У класичній лабораторній роботі темп диктується часом уроку та доступністю обладнання.

У форматі онлайн:

- учень може зупинитися, повернутися, повторити експеримент;
- сильні учні можуть рухатися швидше;
- ті, кому потрібен додатковий час, не відчують тиску групи.

Це робить навчання більш індивідуалізованим і комфортним, що підвищує якість засвоєння матеріалу.

4. Створення умов для безпечного експериментування

Онлайн-симуляції повністю виключають ризики:

- робота з гарячими, важкими або крихкими приладами,
- використання електричних установок,

- можливість отримання травм.

Це особливо важливо для тем, де реальні експерименти можуть бути небезпечними або потребують спеціальної підготовки. У віртуальному середовищі можна демонструвати явища, які у звичайних умовах провести складно, дорого або небезпечно.

Навіщо онлайн-лабораторна робота потрібна в навчанні і які компетентності вона формує?

Під час розробки вчитель має постійно співвідносити свій матеріал з цими педагогічними цілями. Це гарантує, що онлайн-лабораторна робота:

- не перетвориться на «клікання по кнопках»;
- буде не просто цифровою копією традиційної роботи, а методично продуманим інструментом навчання;
- формуватиме в учнів практичні, аналітичні та дослідницькі уміння.

У підсумку онлайн-лабораторні роботи, створені з урахуванням педагогічної цінності, мають потенціал бути не менш ефективними, а в окремих аспектах - навіть більш потужними, ніж традиційні лабораторні заняття.

2.3. Власна онлайн-лабораторна робота

Лабораторна робота:

Дослідження закону збереження механічної енергії за допомогою онлайн-симуляції PhET «Energy Skate Park»

1. Тема роботи

Закон збереження механічної енергії. Взаємоперетворення потенціальної та кінетичної енергії під час руху тіла.

2. Мета роботи

Дослідити, як під час руху тіла змінюються значення потенціальної та кінетичної енергії, та перевірити виконання закону збереження механічної енергії

у відсутності сил опору, використовуючи онлайн-симуляцію PhET Energy Skate Park.

3. Завдання роботи

1. Навчитися працювати з онлайн-симуляцією PhET.
2. Дослідити залежність потенціальної енергії від висоти.
3. Дослідити залежність кінетичної енергії від швидкості.
4. Визначити, чи залишається механічна енергія сталою під час руху тіла.
5. Зробити висновки про збереження енергії та вплив опору середовища.

4. Необхідні інструменти

- Комп'ютер або смартфон.
- Доступ до Інтернету.
- Онлайн-симуляція PhET: https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park/latest/energy-skate-park_en.html

5. Теоретичні відомості (коротко)

Потенціальна енергія тіла:

$$E_{\text{п}} = mgh$$

Кінетична енергія тіла:

$$E_{\text{к}} = \frac{mv^2}{2}$$

Механічна енергія:

$$E_{\text{м}} = E_{\text{п}} + E_{\text{к}} = \text{const}$$

(за умови відсутності сил тертя та опору середовища).

6. Хід роботи

Крок 1. Запуск симуляції

Відкрити симуляцію Energy Skate Park → режим "**Intro**". Демонстрація на рисунку 1.

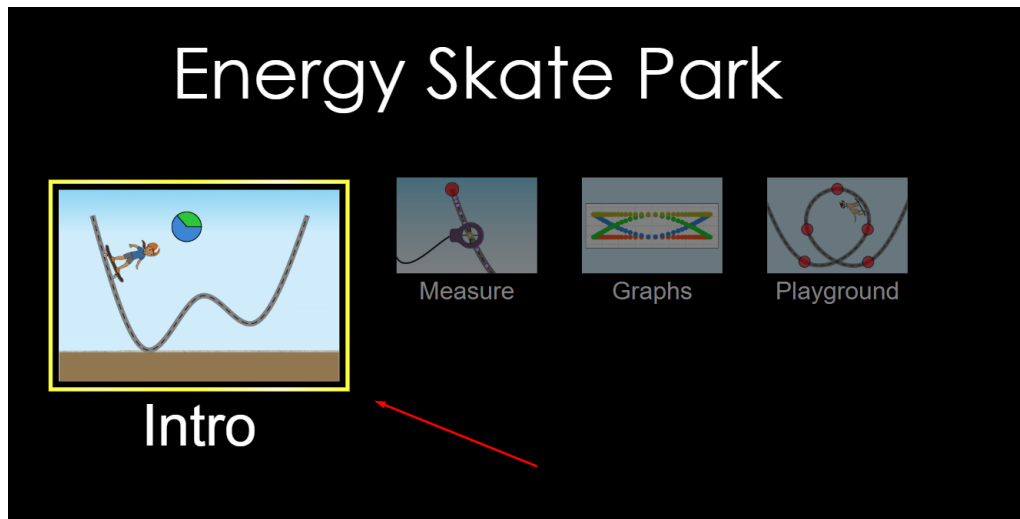


Рис. 1. Інтро

Крок 2. Увімкнути відображення енергій

Дивитися на рисунок 2 та Поставити галочки:

- Bar Graph (Нажати плюсік справа у верху)
- Pie Chart (опціонально)

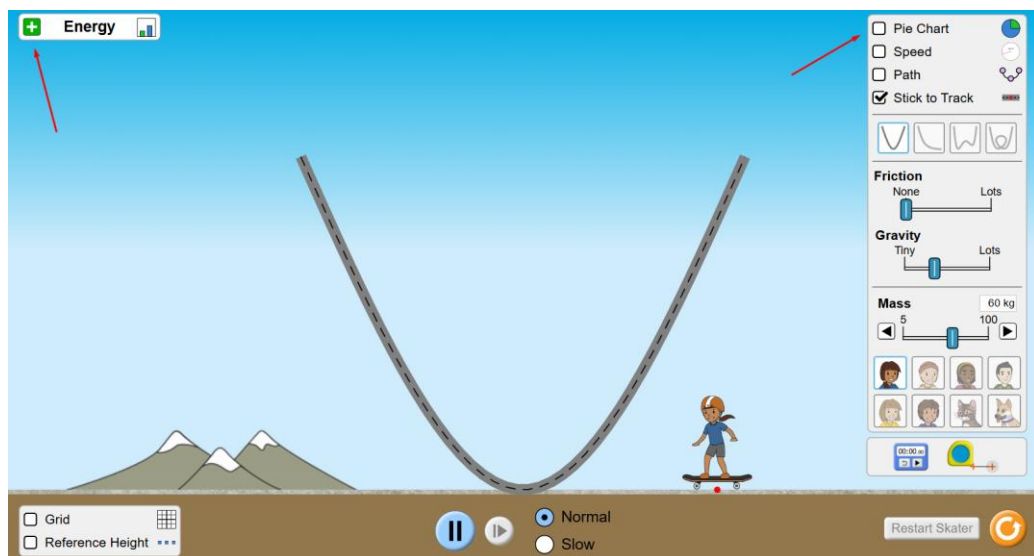


Рис. 2. Стартове вікно дослідів

Крок 3. Встановити умови дослідів як на рисунку 3

- Маса скейтера встановити стандартну (без змін, 60 kg).
- Тертя вимкнути (повзунок "Friction" = None).
- Обрати стандартну рампу (U-подібну).

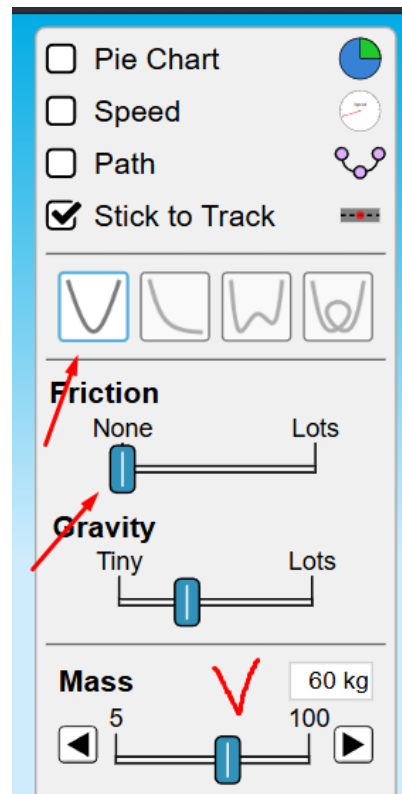


Рис. 3. Налаштування дослідів

- Встановити сітку за якою можна визначити висоту, як на рисунку 4

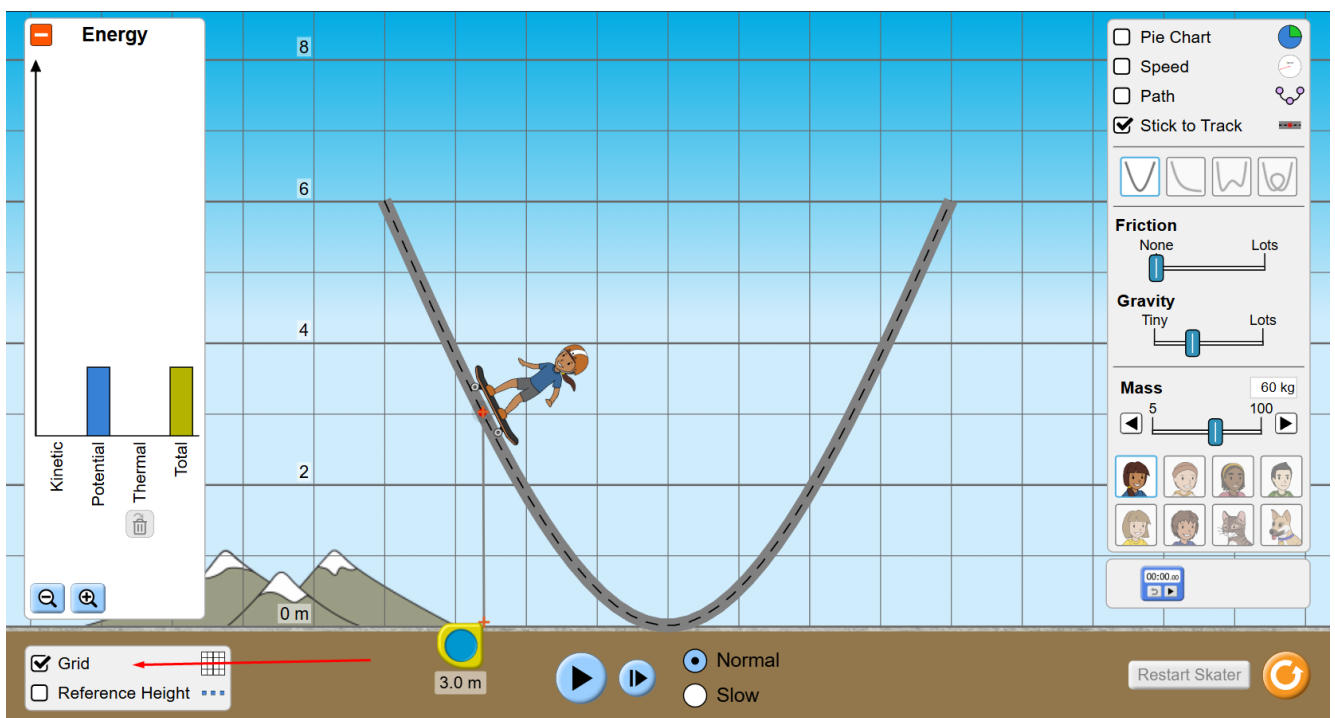


Рис.4 Сітка

Крок 4. Проведення експерименту без тертя

0. Поставьте симуляцію на паузу (знизу буде значок Play\Stop) він повинен бути таким як на рисунку 5



Рис. 5. Кнопка Плей та паузи

1. Підняти скейлера на висоту $h = 3$ м. як на рисунку 6

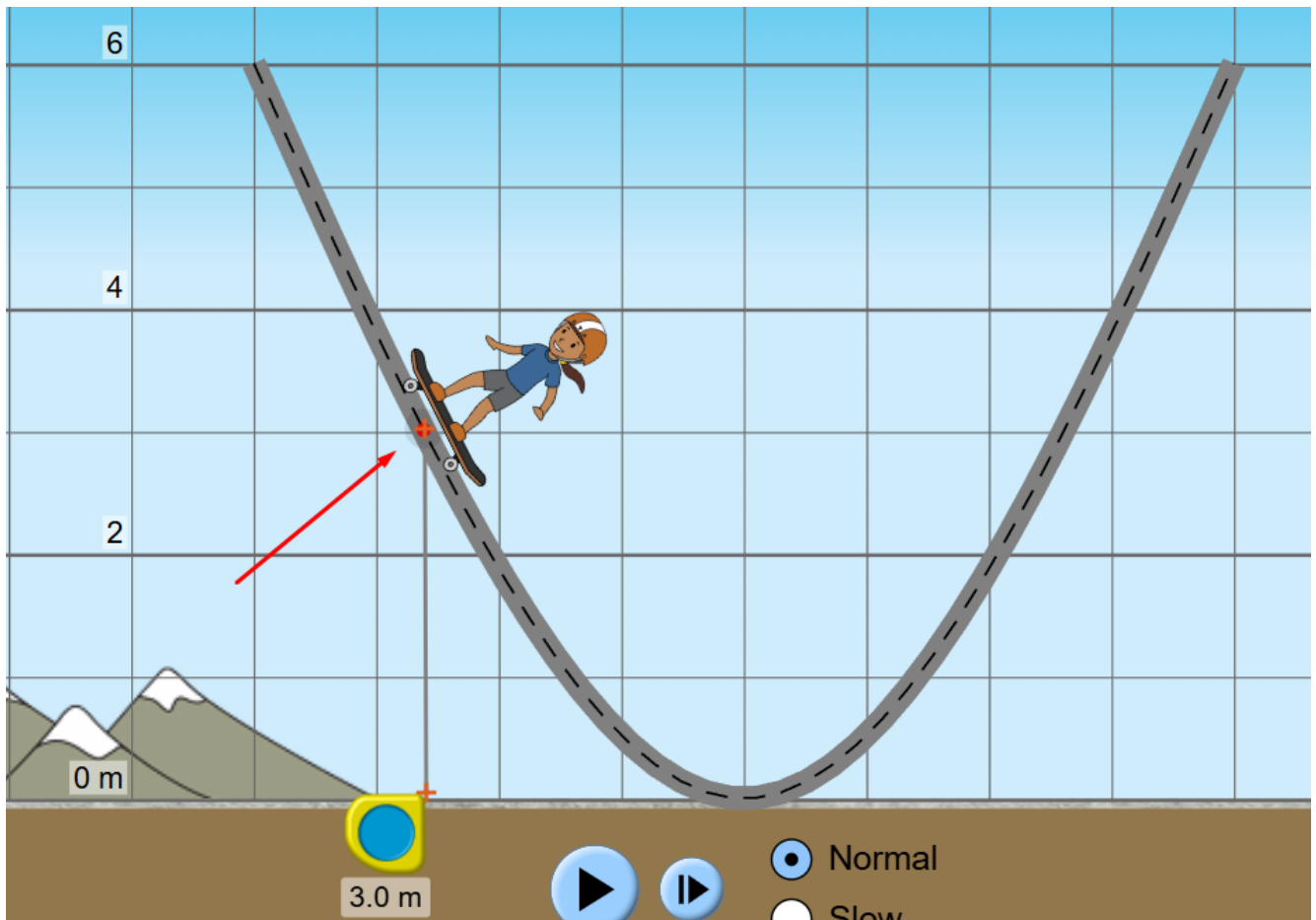


Рис. 6. Стартова позиція

2. Відпустити його.
 - а. Увімкнути симуляцію
3. За показниками графіків записати у таблицю:
 - а. максимальну потенціальну енергію;

- б. максимальну кінетичну енергію;
 - с. механічну енергію.
4. Повторити для $h = 2$ м і $h = 1$ м.

8. Таблиця результатів (без тертя)

Таблиця 1.

Висота h , м	Потенціальна енергія E_n , Дж	Кінетична енергія E_k , Дж	Механічна енергія E_m , Дж
3			
2			
1			

8. Дослід з тертям

- 1. Увімкнути тертя (повзунок на 50%).
- 2. Повторити експеримент для $h = 3$ м.
- 3. Заповнити другу таблицю.

Таблиця 2.

Висота, h	E_n (початк.)	E_k (макс.)	E_m (початк.)	E_m (кінецьна)	Втрата E_n
3					

9. Контрольні запитання

- 5. Як змінюються потенціальна та кінетична енергії під час руху скейтера?
- 6. Чи є механічна енергія сталою при русі без тертя? Поясніть.
- 7. Чому при наявності тертя механічна енергія зменшується?
- 8. На що перетворюється «втрачена» енергія при терті?
- 9. Як можна підтвердити закон збереження енергії на основі ваших даних?

10. Висновки учня (пишуть самостійно)

- 1. ...

2. ...

3. ...

11. Критерії оцінювання (внутрішні для вчителя)

Таблиця 3

Компонент	Максимальна кількість балів
Правильність виконання вимірювань	3
Повнота таблиць і коректність даних	3
Обґрунтованість відповідей на контрольні запитання	4
Логічність висновків	3
Акуратність та оформлення	2
Усього	15 балів

Методичні рекомендації для вчителя

1. Мета методичних рекомендацій

- пояснити вчителю, як організувати онлайн-лабораторну роботу;
- надати чіткий сценарій проведення заняття;
- попередити типові труднощі учнів;
- показати, як забезпечити дослідницьку спрямованість та мотивацію.

2. Перевірка технічних умов

- доступ учнів до Інтернету;
- чи працює симуляція PhET на всіх пристроях (ноутбуки, смартфони);
- чи можуть учні бачити графіки енергій (Bar Graph, Pie Chart).

3. Ознайомлення з функціоналом симуляції:

- відкрити Energy Skate Park → Intro;
- перевірити зміну тертя, висоти;

- переглянути роботу графіків.
- Це дозволить швидко допомагати учням під час виконання.

4. Вступний інструктаж (3–5 хв)

- яке явище досліджуємо (закон збереження енергії);
- чому обрано симуляцію (безпечність, наочність, точність вимірювань);
- які саме дані учень повинен отримати
- Не рекомендується давати одразу готові висновки - важливо зберегти дослідницький характер роботи.

5. Контроль першого запуску

Учитель перевіряє, чи:

- обрано режим Intro;
- увімкнено графік енергій Bar Graph;
- тертя встановлено на 0.

6. Типові труднощі учнів та шляхи їх подолання

6.1. Учні плутають момент зчитування енергій.

Рішення: рекомендувати фіксувати дані у крайніх положеннях траєкторії (максимальна висота - максимальна потенціальна енергія).

6.2. Учні намагаються змінювати масу тіла без розуміння наслідків.

Рішення: на етапі лабораторної роботи масу не змінювати - інакше E_p і E_k будуть нелінійними й учні не зможуть зробити висновок.

6.3. Учні не розуміють сенсу механічної енергії.

Рішення: нагадати, що $E_m = E_p + E_k = \text{const}$ і обидві залежать від положення та швидкості.

6.4. Робота з тертям викликає плутанину.

Рішення: пояснити, що різниця між початковою й кінцевою E_m - це втрати на тепло, тобто реальне порушення закону збереження енергії немає.

7. Рекомендації щодо таблиць та збору даних

Вчитель має:

- чітко пояснити, що всі записи ведуться самостійно, не автоматично;
- дозволити учням повторювати досліди необмежену кількість разів;
- перевіряти, щоб дані були узгоджені:

- більша висота - більша потенціальна енергія;
- центрі траєкторії Ек найбільша.

Рекомендовано продемонструвати один запис на конкретному прикладі, але не заповнювати всю таблицю за учнів.

8. Організація мотивації учнів

Підсилення мотивації відповідно до теорії SDT [\[18\]](#):

- дозволити учням обирати додаткові параметри або форми траєкторії (після виконання основної частини);
- підкреслювати практичне значення: «Так працюють гірки, лижі, трампліни»;
- використовувати елементи гейміфікації (наприклад: «доможися максимальної швидкості без порушення закону збереження енергії»).

9. Переваги проведення саме цієї лабораторної роботи

- повна відповідність навчальній програмі 7–9 класів;
- формує ключові компетентності: аналіз, інтерпретацію даних, самостійність;
- дозволяє візуально побачити закон збереження енергії — те, що складно реалізувати у школі без спеціального обладнання;
- займає 20–30 хв, що ідеально для дистанційних уроків;
- може проводитися синхронно (онлайн) або асинхронно (домашня лабораторна робота).

2.4. Порівняльний аналіз ефективності

Для оцінювання ефективності створеної онлайн-лабораторної роботи було проведено порівняння її структури, педагогічних можливостей та очікуваних навчальних результатів із традиційними методиками проведення лабораторних робіт, а також з наявними онлайн-підходами, описаними у літературі. Отримані результати свідчать, що запропонована методика поєднує сильні сторони обох форматів та одночасно компенсує їх ключові недоліки.

Традиційні лабораторні експерименти забезпечують цінний практичний досвід роботи з реальними приладами, формують мануальні уміння та відповідальність за точність вимірювання. Проте їх проведення потребує

спеціального обладнання, часу на підготовку та наявності кабінету фізики, що робить їх малодоступними у дистанційному форматі. Запропонована онлайн-лабораторна робота з теми «Енергія» дозволяє компенсувати ці обмеження, надаючи учням можливість досліджувати кінетичну та потенціальну енергію без фізичних ресурсів.

Ключовою перевагою нової методики є те, що вона зберігає дослідницький характер традиційного експерименту. В онлайн-симуляції учень самостійно змінює параметри, проводить вимірювання, фіксує результати і робить висновки. Завдяки цьому рівень пізнавальної активності та аналізу майже не поступається роботі з реальним обладнанням, а в окремих аспектах (повторюваність досліду, візуалізація енергій, можливість змінювати умови) навіть перевищує його.

Таким чином, у порівнянні з традиційним підходом розроблена методика є більш доступною, гнучкою та безпечною, але при цьому зберігає логіку та структуру реального експерименту.

Як показано у розділі 1.5, більшість існуючих онлайн-симуляцій слугують лише інструментом, а не готовою лабораторною роботою. Вони майже ніколи не містять:

- чітко сформульованої мети;
- послідовного сценарію дослідження;
- структурованих таблиць для спостережень;
- запитань для аналізу;
- критеріїв оцінювання;
- лабораторного щоденника чи системи відстеження діяльності.

Через це учні часто взаємодіють із симуляцією хаотично, перетворюючи експеримент на «гру», що знижує навчальний ефект.

Запропонована лабораторна робота усуває ці недоліки, оскільки містить повноцінну методичну структуру: вступ, теоретичне обґрунтування, покрокову інструкцію, таблиці, аналітичні запитання та фінальний висновок. Така організація

робить роботу цілісною і педагогічно обґрунтованою, перетворюючи симуляцію на інструмент саме навчального експерименту, а не демонстрації.

Крім того, включення лабораторного щоденника (або альтернативних засобів фіксації активності), яких зазвичай не вистачає в готових онлайн-розробках, дозволяє забезпечити індивідуальну відповідальність учня та покращує можливості для оцінювання.

Дослідження [\[10\]](#) та [\[11\]](#), підтверджують, що інтерактивні онлайн-симуляції підвищують рівень розуміння абстрактних фізичних понять, але лише тоді, коли учні виконують структуровані експерименти, а не просто спостерігають за візуалізаціями. Результати цих робіт показали:

- підвищення успішності на 18–20% у порівнянні з пасивним переглядом відео;
- зростання мотивації завдяки можливості самостійно змінювати параметри;
- кращу стабільність результатів серед учнів, що виконували інтерактивні завдання.

Нова лабораторна робота відповідає саме цьому формату: вона забезпечує високу інтерактивність, структурованість та дослідницький підхід. Вона містить усі компоненти, які визначені в наукових статтях як критично важливі для ефективного онлайн-експерименту: контроль параметрів, активну діяльність, рефлексію учня, чіткі навчальні цілі та інструменти самостійного аналізу.

Також створена робота враховує психолого-педагогічні вимоги, описані в розділі 1.3: оптимальне когнітивне навантаження, підтримку мотивації та збереження дослідницького характеру діяльності.

Запропонована онлайн-лабораторна робота поєднує методичну чіткість традиційних експериментів із можливостями цифрових симуляцій, забезпечуючи:

- дослідницький характер навчання;
- високу інтерактивність;
- зниження технічних та організаційних бар'єрів;

- структурованість і педагогічну цілісність;
- можливість індивідуалізованого темпу навчання;
- точність і наочність вимірювань;
- підвищення мотивації та аналітичних навичок учня.

На відміну від більшості наявних методик, розроблена лабораторна робота не обмежується використанням симуляції як демонстрації, а формує повноцінний навчальний процес з усіма обов'язковими етапами. Саме тому її можна вважати ефективною, педагогічно обґрунтованою та такою, що може бути рекомендована для використання у дистанційному та змішаному навчанні з фізики.

Скорочено можна ознайомитися у виді таблиці [\[Додаток С\]](#)

Висновки другого розділу

У другому розділі було здійснено розробку, обґрунтування та порівняльний аналіз власної онлайн-лабораторної роботи на тему «Механічна енергія», створеної на основі інтерактивної симуляції та сучасних психолого-педагогічних підходів. Проведене дослідження показало, що ефективність онлайн-лабораторних робіт суттєво залежить не лише від вибраного цифрового ресурсу, а передусім від якісно опрацьованої методики, яка забезпечує повноцінну дослідницьку діяльність учнів.

Було визначено та обґрунтовано алгоритм створення власної онлайн-лабораторної роботи, який включає вибір теми, формування мети та завдань, добір симуляції, побудову експериментального сценарію, створення таблиць результатів, формулювання запитань для аналізу та визначення критеріїв оцінювання. Показано, що така структура відповідає дидактичним вимогам, сприяє формуванню дослідницьких умінь, розвитку аналітичного мислення та забезпечує логічну послідовність дій учня в умовах підвищеної самостійності під час дистанційного навчання.

Розроблена онлайн-лабораторна робота вирізняється тим, що поєднує доступність і гнучкість цифрових інструментів із структурованістю та науковою коректністю традиційних лабораторних практик. Вона дає можливість учням здійснювати варіювання параметрів, проводити вимірювання, заповнювати таблиці, відповідати на аналітичні запитання та формулювати висновки. Це відтворює ключові елементи реального експерименту, компенсуючи відсутність фізичного обладнання.

Порівняння розробленої методики з традиційними лабораторними роботами та типовими онлайн-симуляціями засвідчило, що авторська лабораторна робота має найвищий рівень педагогічної ефективності за більшістю критеріїв. Зокрема, вона демонструє кращі результати щодо:

- 1.1. формування дослідницьких і аналітичних умінь;
- 1.2. підвищення пізнавальної мотивації;
- 1.3. забезпечення наочності фізичних процесів;
- 1.4. доступності й безпеки;
- 1.5. можливості працювати у власному темпі й багаторазово повторювати експеримент;
- 1.6. відповідності психолого-педагогічним моделям (self-efficacy, когнітивного навантаження).

Тож розроблена онлайн-лабораторна робота може бути рекомендована для використання в умовах дистанційного та змішаного навчання як повноцінна та ефективна альтернатива традиційним лабораторним дослідом. Вона сприяє глибшому засвоєнню понять кінетичної та потенціальної енергії, закону збереження механічної енергії та водночас розвиває в учнів навички самостійного дослідження, критичного мислення та інтерпретації експериментальних даних.

ВИСНОВКИ

1. Проведено аналіз існуючих теоретичних, методичних та психолого-педагогічних підходів до організації лабораторних робіт з фізики, зокрема з теми «Енергія».

У роботі встановлено, що традиційні лабораторні роботи відіграють ключову роль у формуванні фізичних понять, розвитку експериментальних умінь, підвищенні мотивації та залученості учнів. Водночас аналіз сучасних освітніх тенденцій показав, що дистанційне та змішане навчання вимагають адаптації методик до онлайн-середовища. Показано, що ефективність онлайн-експериментів визначають три базові умови:

- збереження дослідницького характеру діяльності,
- мотиваційна підтримка учня,
- оптимізація когнітивного навантаження.

Проаналізовано статті та дослідження, які демонструють, що онлайн-симуляції здатні суттєво підвищувати рівень розуміння енергетичних процесів, але не можуть повністю замінити реальні експерименти щодо розвитку мануальних навичок.

2. Проаналізовано існуючі методики проведення лабораторних робіт із розділу «енергія» та визначено їх переваги й недоліки.

Проведене дослідження показало, що традиційні експерименти забезпечують високу навчальну цінність за рахунок безпосереднього контакту учнів з обладнанням, точності вимірювань, формування практичних навичок та сильного мотиваційного ефекту. Водночас вони мають обмеження, пов'язані з необхідністю спеціального обладнання, матеріальних ресурсів та організаційної складності. У порівнянні з ними онлайн-лабораторії забезпечують доступність, безпеку, можливість багаторазового повторення дослідів, індивідуальний темп роботи, а також підвищену наочність. Однак вони не формують практичних навичок роботи з реальними приладами.

Таким чином, найбільш ефективним є комбінований підхід, що інтегрує переваги обох форматів.

3. Розроблено структуру, алгоритм і власну онлайн-лабораторну роботу з теми «Механічна енергія» та здійснено оцінку її ефективності.

Створено методично виважений алгоритм розробки онлайн-лабораторної роботи, який включає: вибір теми, постановку мети та завдань, підбір симуляції, створення експериментального сценарію, таблиць для результатів, запитань для аналізу та критеріїв оцінювання. Показано, що така структура відповідає класичній логіці лабораторної роботи та забезпечує розвиток дослідницького мислення навіть у дистанційному форматі.

Розроблена лабораторна робота була порівняна з традиційними методиками та типовими онлайн-завданнями. Встановлено, що вона:

- краще підтримує аналітичну діяльність учнів;
- забезпечує високу наочність та доступність
- створює умови для самостійної роботи та гнучкого темпу
- підвищує мотивацію та залученість
- відповідає сучасним психолого-педагогічним моделям навчання.

Узагальнений аналіз показав, що розроблена методика може бути рекомендована для використання в школах, особливо в умовах дистанційного або змішаного формату, як ефективний інструмент формування понять про механічну енергію.

Розкриття факту делегування завдань генеративному ші

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

- генерування ідей
- визначення мети дослідження
- формулювання дослідницьких питань і гіпотез
- оцінювання здійсненності та ризиків
- попереднє тестування гіпотез
- пошук і систематизація літератури
- дизайн дослідження
- розроблення експериментальних або дослідницьких протоколів
- вибір методів дослідження
- оцінювання якості

Використаний інструмент генеративного ші: chatgpt-5.

Повну відповідальність за фінальний рукопис несуть автори.

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

Декларацію подав(ла): данило чінікалов

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Стаття «Підвищення ролі лабораторних робіт при формуванні в учнів експериментальних умінь» Михайла Каленика -
<https://repository.sspu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/e390197c-3019-4653-887e-824e910a9b6a/content>
2. Стаття «Диференційована методика виконання лабораторних робіт із фізики на прикладі дослідження коливань простих фізичних систем» М.І. Правда -
<https://pednauk.cusu.edu.ua/index.php/pednauk/article/view/1606/1561>
3. Under Understanding the development of interest and self-efficacy in active-learning undergraduate physics courses standing the development of interest and self-efficacy in active-learning undergraduate physics courses -
<https://arxiv.org/pdf/2210.14185>
4. МОН України. Модельна навчальна програма «Фізика. 7–9 класи» для закладів загальної середньої освіти від 24.12.2024 № 1787 -
<https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/Navchalni.prohramy/2024/Model.navch.prohr.5-9.klas-2024/31-12-2024/fizyka-7-9-kl-kreminsky-ta-in-31-12-2024.pdf>
5. Mixed methods study of student participation and self-efficacy in remote asynchronous undergraduate physics laboratories: contributors, lurkers, and outsiders (Rosen & Kelly, 2023) -
<https://stemeducationjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40594-023-00428-5>
6. Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). *The “What” and “Why” of Goal Pursuits: Human Needs and the Self-Determination of Behavior*. Psychological Inquiry, 11(4), 227-268 -
https://selfdeterminationtheory.org/SDT/documents/2000_DeciRyan_PIWhatWhy.pdf
7. Game on: immersive virtual laboratory simulation improves student learning outcomes & motivation (Tsirulnikov et al., 2023) -
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9989934/>

8. Ton de Jong. *Cognitive load theory, educational research, and instructional design: some food for thought*. Instructional Science, 2010. - <https://link.springer.com/article/10.1007/s11251-009-9110-0>
9. Teaching an Old Ball New Tricks: Another Look at Energetics, Motion Detectors and a Bouncing Rubber Ball (Marasco, 2020) - <https://arxiv.org/abs/2009.12713>
10. Virtual Simulation Lab Experiments versus Conventional Ones (2024) - <https://www.macrothink.org/journal/index.php/ije/article/viewFile/21461/16823>
11. Effect of Using Virtual Lab Simulations on Student's Learning in Online General Physics Courses (2022) - https://www.e-iji.net/dosyalar/iji_2023_2_29.pdf
12. Лимарєва Ю. М., Удовиченко В. О. - "Використання віртуальної лабораторії PhET для організації проведення самостійного фізичного експерименту" - <https://texel.ddpu.edu.ua/index.php/tixel/article/view/48/45>
13. **Irfandi, I., Festiyed, F. та ін. (2023)** - *"The Use of Learning Management System (LMS) in the Teaching and Learning Process: Literature Review"*. - <https://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/jpf/article/view/42270/pdf>
14. **Emily J. Fleming (2023)** - *An Approach to Improve Laboratory Notebook Feedback and Decrease Instructor Fatigue* - <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10117067/pdf/jmbe.00018-22.pdf>
15. Міністерство освіти і науки України - https://cpsm.kpi.ua/Doc/pvsh_lek_phd.pdf
16. **N. G. Holmes, D. A. Bonn** - *Quantitative comparisons to promote inquiry in the introductory physics lab* - <https://arxiv.org/pdf/1506.02967>
17. *Online practicum preparation for enhancing preservice teachers' reflection depths: a quasi-experimental approach* - <https://www.frontiersin.org/journals/education/articles/10.3389/educ.2023.1212246/full>
18. Wang, C. K. J., Liu, W. C., Kee, Y. H., Chian, L. K. - *"Competence, autonomy, and relatedness in the classroom: understanding students' motivational processes using the self-determination theory"* - <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6656925/pdf/main.pdf>

Додатки

Додаток А. Порівняння традиційної та онлайн-дослідницької діяльності учнів у фізичних експериментах

Таблиця 4

Критерій порівняння	Традиційна лабораторна робота	Онлайн-лабораторна робота (віртуальний експеримент)
Приклади експериментів	Визначення кінетичної енергії тіла за масою та швидкістю; вимірювання потенціальної енергії піднятого тіла; перевірка закону збереження енергії при русі по похилій площині або падінні тіл	Energy Skate Park (PhET), Pendulum Lab, симуляції на ophysics.com, Labster Physics Energy Module
Характер діяльності учня	Учень безпосередньо працює з приладами (динамометри, ваги, секундоміри), спостерігає фізичні явища, виконує реальні вимірювання	Учень взаємодіє з цифровою симуляцією, змінює параметри системи, спостерігає за візуалізацією енергетичних процесів, аналізує числові результати
Тип пізнавальної активності	Переважно емпірична діяльність – спостереження, вимірювання, обчислення, робота за інструкцією	Аналітична та дослідницька діяльність – моделювання явищ, прогнозування результатів, порівняння змінних, формулювання гіпотез
Роль учня	Виконавець експерименту під керівництвом учителя, основна мета — точне виконання інструкцій	Активний дослідник: сам обирає параметри, експериментує, аналізує результати, робить висновки, формує власне розуміння
Мотиваційний аспект	Інтерес підтримується за рахунок реального спостереження явищ, практичного досвіду та колективної роботи	Мотивація зростає завдяки автономії, можливості експериментувати без ризику, гейміфікації та інтерактивності симуляцій (як у [10], [11])
Засвоєння понять про енергію	Учні безпосередньо бачать перетворення потенціальної енергії в кінетичну; формуються конкретні образи, але розуміння абстрактних залежностей обмежене точністю вимірювань	Віртуальні моделі дозволяють точно простежити зміну енергій у системі, побачити графіки, динамічні візуалізації та зробити глибші висновки

Розвиток навичок	Формуються практичні (мануальні) навички, точність вимірювань, уважність, уміння працювати з приладами	Розвиваються аналітичне мислення, уміння працювати з даними, критичне осмислення процесів і цифрова грамотність
Переваги	Реалістичність, формування технічних навичок, розвиток спостережливості, емоційна насиченість	Доступність (без спеціального обладнання), можливість багаторазового повторення, наочність, гнучкість, безпечність, зростання мотивації
Недоліки	Потреба у лабораторному обладнанні, часова та матеріальна затратність, залежність від умов класу	Відсутність фізичної взаємодії, технічні обмеження, складність із формуванням моторних навичок, ризик зниження соціальної взаємодії

Додаток Б. Структура та етапи створення онлайн-лабораторної роботи з фізики

Таблиця 5

Елемент лабораторної роботи (Крок)	Опис та зміст
Титульна інформація	• Назва лабораторної роботи • Тема уроку / розділ • Клас / курс • Мета роботи • Необхідні онлайн-ресурси (симулятор, платформа) • Орієнтовний час виконання
Вступ / теоретичне обґрунтування	• Короткий виклад фізичного явища • Основні формули (E_k, E_p, закон збереження енергії) • Ключові терміни та визначення • Пояснення, чому цей експеримент важливий
Інструкція з доступу до симулятора	• Активне посилання на симулятор • Опис інтерфейсу (які елементи доступні) • Параметри, які можна змінювати (маса, швидкість, висота, сила тощо) • Величини, які можна виміряти в симуляції
Хід роботи (покрокова інструкція)	• Чіткі кроки, які виконує учень у симуляції • Зміна параметрів (наприклад, збільшити масу, змінити висоту) • Вимірювання значень (E_k, E_p, швидкість, положення) • Повторення експерименту з різними параметрами • Збір даних для аналізу • Побудова графіків (за потребою)
Таблиці спостережень	• Таблиця для введення виміряних даних Приклад полів: — Маса тіла m — Швидкість v — Висота h — Кінетична енергія E_k — Потенціальна енергія E_p — Порівняння експериментальних та теоретичних значень
Аналітична частина	• Розрахунки за формулами • Аналіз залежностей • Побудова графіків (наприклад, $E_k = f(v^2)$) • Порівняння результатів різних дослідів • Виявлення закономірностей

Висновок учня	• Короткі відповіді: — Чи підтверджено теоретичний закон? — Як змінювались величини при зміні параметрів? — Які помилки могли виникнути? — Що було складно або цікаво у роботі з симулятором?
Лабораторний щоденник (журнал)	• Запис поставленої мети • Первинні дані • Скріншоти симуляції як доказ виконання • Нотатки під час експерименту • Проміжні висновки • Фінальна рефлексія

Додаток С. Порівняння ефективності традиційної методики, існуючих онлайн-лабораторій та розробленої онлайн-лабораторної роботи

Таблиця 6

Критерій	Традиційні лабораторні роботи	Типові онлайн-симуляції (без методики)	Розроблена онлайн-лабораторна робота
Доступність	Обмежена: потрібне обладнання, кабінет, час на підготовку	Висока, але без чіткої структури	Дуже висока: доступ з будь-якого пристрою, структурована методика
Безпечність	Є ризики травм чи пошкодження обладнання	Повністю безпечні	Повністю безпечна, продумана для учнів 7–9 класів
Дослідницький характер діяльності	Високий: робота з реальними приладами	Низький або середній: учні часто просто «клікають»	Високий: зміна параметрів, вимірювання, побудова висновків
Наочність процесів	Обмежена реальними умовами, часто низька	Висока, але без пояснень	Дуже висока: графіки, підказки, таблиці, пояснення
Мотивація учнів	Висока через реальні досліди	Мінлива, часто відсутня	Висока: контроль параметрів, гейміфікація, рефлексія
Розвиток аналітичних навичок	Високий, але залежить від обладнання	Низький: відсутні таблиці та аналіз	Високий: передбачені таблиці, запитання, висновки
Індивідуальний темп навчання	Низький: обмеження уроку	Високий	Дуже високий: можна повторити, зупинити, перепрорахувати
Повторюваність експериментів	Обмежена ресурсами	Висока	Дуже висока, без обмежень
Надійність та точність вимірювань	Залежить від стану обладнання	Змінна	Висока: цифрові інструменти вимірювання
Структурованість роботи	Висока	Низька	Дуже висока: чітка мета, інструкції, таблиці, запитання

Підтримка педагога	Можлива в реальному часі	Мінімальна	Передбачені інструкції, логбуки, критерії оцінювання
Педагогічна цілісність	Залежить від учителя	Часто відсутня	Висока: робота продумана відповідно до дидактичних вимог
Відповідність психолого-педагогічним принципам (SDT, когнітивне навантаження)	Частково	Майже відсутня	Повна відповідність: автономія учня, оптимальна складність, активність