МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра загальної та прикладної фізики

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

на тему: **«МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ВИКОРИСТАННЯ СИМУЛЯТОРІВ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕОРЕТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ УЧНІВ З ФІЗИКИ ТА АСТРОНОМІЇ»**

Виконала студентка: 2 курсу, групи 8.0144-ф.з
спеціальності 014 Середня освіта
(шифр і назва спеціальності)
предметної спеціальності 014.08 Середня освіта (Фізика і астрономія)
освітньої програми Середня освіта (Фізика і астрономія)
О. В. Шинкаренко
(ініціали та прізвище)
Керівник завідувач кафедри загальної та прикладної фізики, професор, доктор педагогічних наук Андрєєв А. М.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)
Рецензент кандидат педагогічних наук, доцент, вчитель фізики Запорізького ліцею ОРТ «Алєф» Запорізької міської ради Запорізької області Філіпенко І. І.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя – 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Математичний

Кафедра загальної та прикладної фізики

Рівень вищої освіти Магістр

Спеціальність 014 Середня освіта

Освітня програма Середня освіта (Фізика і астрономія)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
загальної та прикладної фізики,
професор, доктор пед. н.
_____ **Андрєєв А.М.**
(підпис)

« ____ » _____ 2025р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Шинкаренко Олена Василівна
(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема роботи Методичні засади використання симуляторів для організації теоретичних досліджень учнів з фізики та астрономії

керівник роботи Андрєєв Андрій Миколайович, д. пед. наук, професор
(прізвище, ім'я та по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від « 28 » лютого 2025 року № 327-С

2. Строк подання студентом роботи 18.11.2025

3. Вихідні дані до роботи 1. Постановка задачі.
2. Перелік літератури.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
1. Основні теоретичні відомості;
2. Матеріали та методи дослідження;
3. Результати та їх обговорення;
4. Висновки.

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

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 10.06.2025

К А Л Е Н Д А Р Н И Й П Л А Н

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Розробка плану роботи	21.06.2025	
2.	Збір вихідних даних	05.07.2025	
3.	Обробка методичних та теоретичних	13.07.2025	
	джерел		
4.	Розробка першого та другого розділу	25.08.2025	
5.	Розробка третього розділу	01.10.2025	
6.	Оформлення та нормоконтроль	16.11.2025	
	кваліфікаційної роботи		
7.	Захист кваліфікаційної роботи	11.12.2025	

Студент _____ О. В. Шинкаренко
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи _____ А. М. Андрєєв
(підпис) (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ А. М. Андрєєв
(підпис) (ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра «Методичні засади використання симуляторів для організації теоретичних досліджень учнів з фізики та астрономії».: 54 с., 28 рис., 4 табл., 46 джерел.

СИМУЛЯТОРИ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕОРЕТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ УЧНІВ З ФІЗИКИ ТА АСТРОНОМІЇ, ІННОВАЦІЙНА ПЕДАГОГІЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ, ДИСТАНЦІЙНА ФОРМА НАВЧАННЯ.

Об'єкт дослідження: освітній процес з фізики у закладах загальної середньої освіти.

Предмет дослідження: методичні засади використання симуляторів для організації теоретичних досліджень з фізики та астрономії у закладах загальної середньої освіти за дистанційної форми навчання.

Метою роботи є обґрунтування методичних засад використання симуляторів під час проведення теоретичних досліджень з фізики та астрономії у закладах загальної середньої освіти за дистанційної форми навчання.

Методи дослідження: аналітичний, емпіричний, експериментальний.

У роботі пропонується методика використання симуляторів для організації теоретичних досліджень з фізики та астрономії в умовах дистанційного навчання фізики.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в розробленні методичних засад використання фізичних симуляторів для організації і проведення теоретичних досліджень з фізики та астрономії за дистанційної форми навчання на етапі вивчення нового матеріалу та під час підготовки до виконання лабораторних робіт.

Практичне значення дослідження визначається тим, що розроблені рекомендації дозволять оптимізувати структуру уроку, поєднати традиційні форми навчання з цифровими інструментами й зробити опрацювання теоретичного матеріалу більш наочним, доступним та мотивувальним для здобувачів освіти.

SUMMARY

Master's qualification work "Methodological principles of using simulators for organizing theoretical research of students in physics and astronomy": 54 p., 28 fig., 4 tables., 46 sources.

SIMULATORS FOR ORGANIZING THEORETICAL RESEARCH OF STUDENTS IN PHYSICS AND ASTRONOMY, INNOVATIVE PEDAGOGICAL ACTIVITIES, DISTANCE LEARNING.

Object of research: educational process in physics in secondary education institutions.

Subject of research: methodological principles of using simulators for organizing theoretical research in physics and astronomy in secondary education institutions in the distance learning form.

The purpose of the work is to substantiate the methodological principles of using simulators when organizing theoretical research in physics and astronomy in secondary education institutions in the distance learning form.

Research methods: analytical, empirical, experimental.

The paper proposes a methodology for using simulators to organize theoretical research in physics and astronomy in the context of distance learning in physics.

The scientific novelty of the results obtained lies in the development of methodological principles for using physical simulators to organize and conduct theoretical research in physics and astronomy in the context of distance learning at the stage of studying new material and during preparation for laboratory work.

The practical significance of the study is determined by the fact that the developed recommendations will allow optimizing the structure of the lesson, combining traditional forms of learning with digital tools, and making the study of theoretical material more visual, accessible, and motivating for students.

ЗМІСТ

Завдання на кваліфікаційну роботу…….2

Реферат……..4

Summary……5

Вступ……..7

1 Сучасні підходи до використання симуляторів у процесі вивчення фізики та астрономії у закладах середньої освіти …….……....11

1.1.Застосування комп'ютерних симуляцій на уроках фізики та астрономії під час дистанційного навчання …….……..…….11

1.2.Комп'ютерні симуляції на уроках фізики та астрономії як умова успішного проведення теоретичних досліджень ……...……...…..13

2 Методичні засади використання симуляторів для організації теоретичних досліджень на уроках фізики та астрономії у закладах загальної середньої освіти ….....16

2.1 Використання комп'ютерних симуляцій для проведення теоретичних досліджень на етапі вивчення нового матеріалу на уроках фізики та астрономії у закладах загальної освіти …….……..16

2.2 Використання комп'ютерних симуляцій для проведення теоретичних досліджень під час підготовки до лабораторної роботи ……..26

3 Експериментальна перевірка результатів дослідження……32

2.1.Особливості проведення педагогічного експерименту……32

2.2.Аналіз результатів педагогічного експерименту……...38

Висновки……..46

Список використаних джерел……48

ВСТУП

У сучасному світі технологій є невід'ємною частиною науки й освіти це використання симуляторів, що готує учнів до роботи в цифровому середовищі та показує, як технології можуть бути інструментом навчання. На сьогодні, симулятори допомагають учням моделювати фізичні та астрономічні явища, проводити експерименти в безпечних умовах, аналізувати результати та формувати більш глибоке розуміння складних процесів. Інтерактивні симулятори роблять навчання захопливим, учні краще засвоюють навчальний матеріал, навіть найскладніші закони, концепції можна пояснити через інтерактивну візуалізацію. Впровадження в освітній процес інтерактивних симуляторів допоможе відтворити практичні експерименти, які не вийде відтворити матеріально через недоступність матеріалів або небезпеку проведення такого практичного заняття. Використання комп'ютерних симуляцій на уроках фізики та астрономії змінюють зміст, методи та організаційні форми навчання. На такому уроці вчитель узгоджує методику застосування сучасних педагогічних технологій із традиційними [28].

Для розвитку майбутнього України важливого значення набуває компетентність з природничо-математичних наук. Саме під час дистанційного навчання вчителям судилось вміти задовільнити пізнавальну активність та підвищувати цікавість та бажання вивчати предмети цього циклу. Учням також непросто: виростаючи в еру інформаційних технологій, вони стикаються з труднощами тривалого слухання лекцій та записування конспектів, незалежно від того, проходять заняття онлайн чи офлайн [36].

На допомогу вчителю фізики, науки, яка має експериментальну складову і потребує залучення учнів до планування та виконання фізичного експерименту, приходять віртуальні лабораторії та симуляції, це технології, завдяки яким діти навчаються швидше, цікавіше та ефективніше. Симуляції дають більше можливостей для моделювання різних фізичних явищ та простір для роздумів під час творчих віртуальних експериментів [33].

Застосування віртуальних лабораторних робіт з фізики є одним із шляхів активізації пізнавальної діяльності учнів, вони можуть зробити процес освіти індивідуалізованим, гнучким, це відображається в працях М. І. Жалдака, Ю. О. Жука, В. В. Лапінського [19, с. 256]. Переваги імітаційного моделювання явищ (Імітаційне моделювання – це метод, що дозволяє будувати моделі процесів, що описують, як ці процеси проходили б насправді) в своїй статті визначає Н. П. Дементієвська. Вона зазначає, що на користь використання моделей і симуляцій при вивченні природничих наук свідчить не тільки висока ступінь їх наочності, а й те, що учні самі в таких високо інтерактивних моделях мають змогу «діяти», впливати на хід «експерименту», змінювати умови і його проведення, що викликає у них зацікавленість і схильність до експериментування, проведення реальних дослідів, проведення самостійних досліджень [27, с. 111].

До актуальних проблем розвитку експериментаторських умінь учнів слід віднести, зокрема, відсутність сучасного фізичного обладнання у більшості закладів загальної середньої освіти, а також запровадження дистанційної форми навчання, що обумовлено об’єктивними причинами, пов’язаними з військовими подіями [21]. Для розв’язання цієї проблеми А. М. Андрєєвим та Н. І. Тихонською запропоновано використовувати дидактичні методи, що виявляють найбільші компенсаторні можливості для розвитку в учнів експериментаторських умінь тане потребують виконання експерименту у фізичній лабораторії. Цими методами є: використання наочних фізичних задач; використання «домашніх» експериментальних задач; використання віртуальних лабораторій та електронних симуляторів [1, с. 24].

Отже, актуальною проблемою є використання симуляторів для організації теоретичних досліджень учнів з фізики та астрономії за дистанційної форми навчання.

Метою роботи є обґрунтування методичних засад використання симуляторів під час організації проведення теоретичних досліджень з фізики та астрономії у закладах загальної середньої освіти за дистанційної форми

навчання.

Для досягнення зазначеної мети поставлено такі завдання:

1. З’ясувати методичні особливості організації теоретичних досліджень з фізики та астрономії у закладах загальної середньої освіти за дистанційної форми навчання.

2. Розробити методичні засади використання симуляторів фізичних процесів та астрономічних явищ на етапі вивчення нового матеріалу та під час підготовки до проведення лабораторних робіт.

3. Впровадити в освітній процес з фізики та астрономії запропоновані методичні засади і перевірити їх ефективність.

Об’єкт дослідження: освітній процес з фізики у закладах загальної середньої освіти.

Предмет дослідження: методичні засади використання симуляторів для організації теоретичних досліджень з фізики та астрономії у закладах загальної середньої освіти за дистанційної форми навчання.

Методи дослідження: аналітичний, емпіричний, експериментальний.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в розробленні методичних засад використання фізичних симуляторів для організації і проведення теоретичних досліджень з фізики та астрономії за дистанційної форми навчання на етапі вивчення нового матеріалу та під час підготовки до виконання лабораторних робіт.

Практичне значення дослідження визначається тим, що розроблені рекомендації дозволять оптимізувати структуру уроку, поєднати традиційні форми навчання з цифровими інструментами й зробити опрацювання теоретичного матеріалу більш наочним, доступним та мотивувальним для здобувачів освіти. Матеріали дослідження можна буде впроваджувати у практику роботи закладів загальної середньої освіти, використати в системі дистанційного та змішаного навчання, а також слугувати основою для створення авторських методичних розробок, тренінгів і навчальних курсів з використанням цифрових стимуляторів у шкільному курсі фізики та астрономії [20].

Результати дослідження були апробовані на онлайн-конференції «Молода наука-2025», яка відбулася 17-22 квітня 2025 року [9, с. 5], а також на науково-методичному засіданні кафедри загальної та прикладної фізики ЗНУ (протокол № 5 від 24.11.2025).

Кваліфікаційна робота магістра містить: вступ, три розділи, висновки, перелік посилань (50 джерел), 15 рисунків, 2 таблиці.

1 СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ВИКОРИСТАННЯ СИМУЛЯТОРІВ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕОРЕТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ У ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

1.1 Застосування комп'ютерних симуляцій на уроках фізики та астрономії під час дистанційного навчання

Із запровадженням сучасних технологій навчання виникла потреба у розширенні меж використання комп'ютерів для отримання знань. Дистанційне навчання є альтернативною формою отримання знань, що набуває зараз широкого розповсюдження під час воєнного стану в Україні.

Дистанційне навчання – це нова організація освітнього процесу, що ґрунтується на використанні як кращих традиційних методів навчання, так і нових інформаційних та телекомунікаційних технологій, а також на принципах самостійного навчання, призначена для широких верств населення незалежно від матеріального забезпечення, місця проживання, стану здоров'я.

Така форма здобуття освіти має безперечний ряд переваг:

1. Залучення до навчального процесу учнів, які з різних обставин не мають змоги відвідувати заклад освіти;
2. Гнучкий графік навчання, адже дистанційним навчанням передбачені синхронний та асинхронний режими;
3. Індивідуальний темп навчання;
4. Мобільність (доступний спосіб зв'язку з викладачами);
5. Доступ до різних платформ дистанційного навчання, широкий вибір необхідних комунікаційних онлайн-сервісів та інструментів[23].

Дистанційне навчання дає змогу впроваджувати інтерактивні технології викладення матеріалу, здобувати повноцінну освіту, підвищувати кваліфікацію співробітників. Під час даної форми навчання процес навчання може відбуватися будь-де і будь-коли, єдина умова – доступ до мережі Інтернет [2].

Сучасний вчитель фізики та астрономії може використовувати

інформаційні ресурси Інтернет у наступних напрямах:

1. Самоосвіта, тобто вивчення досвіду колег в інших містах нашої та інших країн.

2. Підготовка до тематичних семінарів, вебінарів, тренінгів і методичних об’єднань. (Це підвищує загальний рівень підготовки вчителя і рівень викладання).

3. Підготовка конспектів і дидактичних матеріалів по новим курсам і поглиблення змісту традиційних курсів.

4. Підготовка атестаційних матеріалів.

5. Позакласна робота учнів при підготовці рефератів, доповідей, повідомлень по індивідуальних творчих завданнях, при роботі з тематики шкільних проектів [26].

6. Використання безпосередньо на уроках при самостійній роботі документів, що вивчаються, довідкових матеріалів, довідкових баз даних, що є в мережі методичних матеріалів, схем, таблиць, малюнків.

7. Тестування знань учнів по окремих предметах або розділам курсів. (Для цього на деяких серверах чи сайтах є програми тестування з вільним доступом.).

8. Демонстрація безпосередньо на уроках по будь якій темі за допомогою телевізора або проектора, керованого комп’ютером, документів, графічних матеріалів, таблиць, діаграм з баз дані мережі.

9. Робота на уроках з навчальними інтерактивними моделями з Мережі.

10. Участь у дистанційних предметних олімпіадах та вікторинах [17].

Широкі можливості для якісного вивчення фізики як предмету дає впровадження дистанційного навчання. Його визначають як «технологію» отримання знань за допомогою телекомунікаційних засобів, коли взаємодія того, кого навчають і викладача проходить на відстані». У дистанційному навчанні змінюється вимоги і роль до вчителів [48].

Отже, завдяки таким засобам дистанційного навчання, як дискусійні форуми, електронні обговорення засвоєного матеріалу, створюється нове

навчальне середовище, в якому учні почувають себе невід'ємною частиною колективу, що посилює мотивацію до навчання. Учителі повинні володіти методами створення і підтримки такого навчального середовища, розробляти стратегії проведення цієї взаємодії між учасниками навчального процесу, підвищувати творчу активність і власну кваліфікацію.

1.2 Комп'ютерні симуляції на уроках фізики та астрономії як умова успішного проведення теоретичних досліджень

Комп'ютерні симуляції – це максимально наближена до реальності імітація фізичних процесів. Це складова програмного рушія, який робить симуляцію фізичних законів реального світу у світі віртуальному з тим або іншим ступенем апроксимації.

Розглянемо детальніше поняття «симуляції». Тлумачення цього слова подається по-різному:

1. Імітація роботи реального процесу або системи з плином часу;
2. Процес розробки моделі реальної чи уявної системи і проведення експериментів з моделлю;
3. Імітація певної реальної речі, ситуації чи процесу [47, с. 848].

Підсумовуючи, можемо сказати, що симуляції – це імітація (моделювання) у віртуальному просторі фізичних явищ, що надає можливість спостерігачеві відтворити та зафіксувати результати експериментів, які з певних причин не можуть бути проведені в реальному часі. Віртуальні симулятори − це реально виконувані лабораторні роботи, під час яких визначені дані можуть бути занесені до пам'яті персонального комп'ютера та дистанційно опрацьовані на віртуально представленому комп'ютером засобі. Це так званий тренажер-інструмент, що імітує експерименти, демонстрації чи процеси [13]. За визначеннями О. І. Язикова, симулятор − це програмний педагогічний засіб, який симулює (моделює) певну реальну або навчальну ситуацію: явище природи, фізичний експеримент або дослід, наводить приклад фізичного явища в природі та техніці.

На думку вченого слід розрізняти поняття «симулятор» і «модель». Адже модель – це представлення будь-якого реального об’єкту або явища за допомогою певної формалізованої мови описання. А симулятор, в свою чергу, більш наближений до реальності спосіб представлення об’єкту або процесу за допомогою графічних, анімаційних та мультимедійних засобів [45, с. 55]. Вимоги до використання віртуальних симуляторів фізичних процесів:

1. Розроблення детальної інструкції;
2. Визначення основних ознак, характеристики реальних явищ і процесів, покладених в основу моделі;
3. Забезпечення розуміння учнями ролі моделей і їх призначення;
4. Аналіз отриманих результатів, порівняння їх з реальним світом;
5. Дає можливість «побачити» процеси, які протікають в мікросвіті, розібратися в деталях цих явищ, з’ясувати їх природу (те, що раніше треба було уявляти);
6. Зрозуміти суть фізичних процесів, які відбуваються з великими швидкостями (за короткі проміжки часу);
7. Показує цілісність картини природи (міжпредметні зв’язки);
8. Дає можливість упроваджувати елементи перевернутого навчання;
9. Проведенню аналізу результатів розв’язку якісних та кількісних задач;
10. Встановленню залежності протікання процесів від різних фізичних величин;
11. Провести досліди за відсутністю обладнання;
12. Дає можливість дітям, які навчаються індивідуальна або за сімейною формою навчання, самостійно проводити дослідження з теми [49].

Симуляції сприяють виникненню інтересу та розвитку мотивації в дітей до вивчення наук природничого циклу, зокрема фізики та астрономії. Учні можуть «впливати» на хід експерименту, змінювати умови його проведення, задавати певні параметри. Проте, лише гри та споглядання під час роботи з комп’ютерним імітуванням, буде недостатньо для опанування необхідних знань і навичок, глибокого розуміння суті процесів, що демонструються [16].

Перед використанням симуляцій вчителю слід сформулювати завдання (розробити інструкцію), визначити з учнями основні ознаки, характеристику реальних явищ і процесів, покладених в основу моделі. Важливо приділяти увагу обговоренню того, що відбувається на екрані, забезпечити розуміння учнями ролі моделей і їх призначення [50]. Підсумовуючи вищесказане, слід проаналізувати отримані результати, порівняти їх з реальним світом.

Отже, на сучасному етапі розвиток інформаційно-комунікаційних умінь і навичок учнів неможливий без використання сучасних інформаційних технологій. Використання сучасних комп'ютерних технологій значно підвищує інтерес до навчання, створює умови для розвитку, а також активізує пізнавальну діяльність учнів. Він дає можливість дітям, які навчаються індивідуально або за сімейною формою навчання, самостійно проводити дослідження з теми. Використання симуляторів паралельно з реальним експериментом фізичних явищ сприяє формуванню у здобувачів освіти мотивації щодо дослідницької та експериментальної роботи, що в свою чергу сприяє зацікавленню учнів до вивченні предмету фізика та астрономія.

.

2 МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ СИМУЛЯЦІЙ НА УРОКАХ ФІЗИКИ ТА АСТРОНОМІЇ

2.1 Використання комп'ютерних симуляцій для проведення теоретичних досліджень на етапі вивчення нового матеріалу на уроках фізики та астрономії

Використання комп'ютерних симуляцій на уроках фізики та астрономії дозволяє учням на етапі вивчення нового матеріалу проводити теоретичні дослідження, імітуючи фізичні процеси та космічні явища у безпечному та доступному середовищі. Це включає візуалізацію абстрактних понять, експериментування з параметрами та перевірку гіпотез, що сприяє глибшому розумінню теорії. Використання віртуальних симуляцій при вивченні нової теми дає можливість наочно продемонструвати процеси, навіть в уповільненому режимі, з'ясувати послідовність цих процесів, «експериментувати» з процесами, змінюючи вихідні данні, що викликає у здобувачів освіти формування високої пізнавальної мотивації до вивчення теми [46, с. 88]. На мою думку, починати використовувати симуляції, як «заміну» експерименту на уроці потрібно саме з проблемного питання. Розглянемо фрагмент уроку з теми «Закон Архімеда». Учням задаємо питання «Чому корабель не тоне, а камінь – тоне?». Учні припускають, що це пов'язано з формою, об'ємом, матеріалом (рис. 2.1).

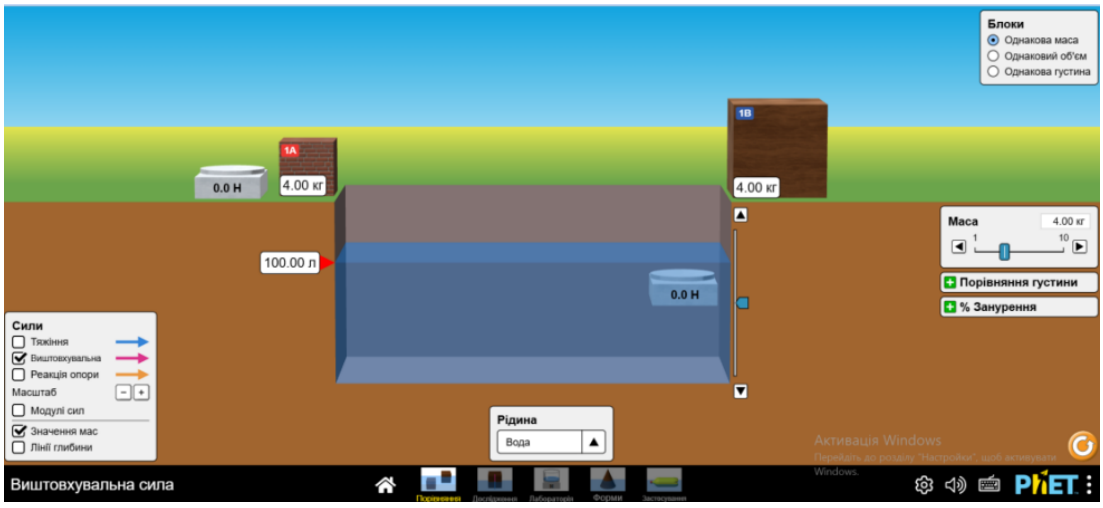


Рисунок 2.1 – Демонстрація симуляції

Під час вивчення теми «Паралельне з'єднання провідників» у 8 класі можемо на етапі вивчення нового матеріалу [43] запропонувати учням роботу з інтерактивною симуляцією «Лабораторія електрики» [14].

Виконання завдань:

1. Створити електричне коло, яке містить джерело живлення, ключ та дві електричних лампи, які з'єднані послідовно.
2. Виміряти силу струму та напругу на різних ділянках кола.
3. Підтвердити чи спростувати твердження: $I = I_1 = I_2$ та $U = U_1 + U_2$ для кола з послідовним з'єднанням (рис. 2.2–2.5).

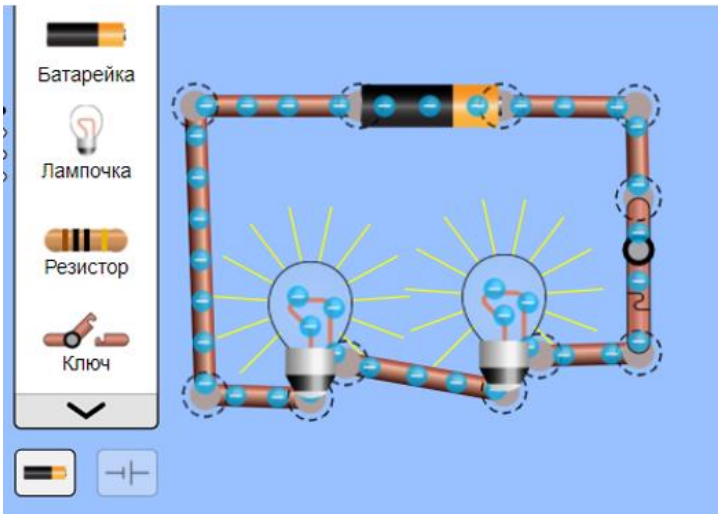


Рисунок 2.2 – Демонстрація симуляції

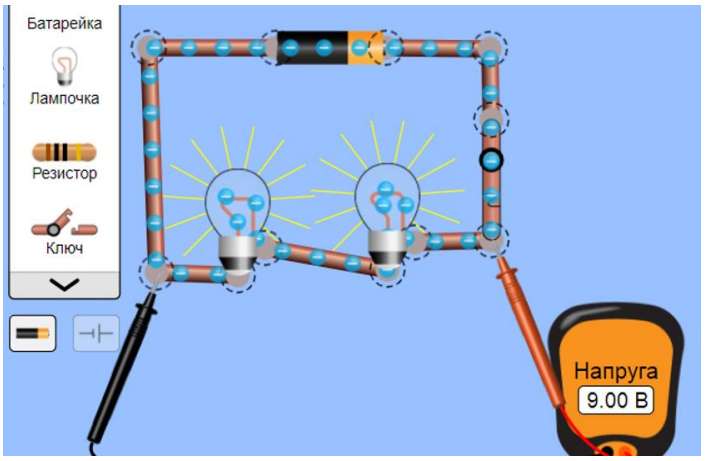


Рисунок 2.3 – Демонстрація симуляції

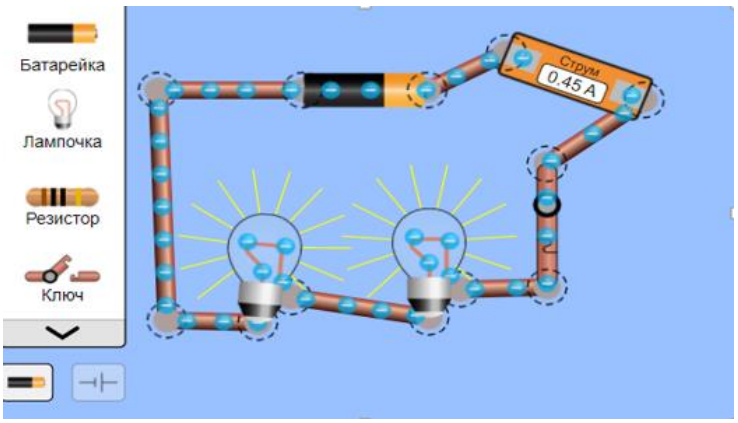


Рисунок 2.4 – Демонстрація симуляції

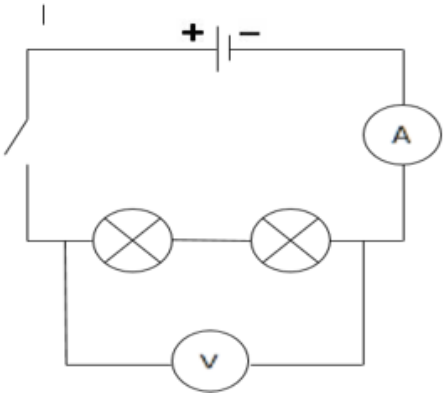


Рисунок 2.5 – Приклад роботи з інтерактивною симуляцією «Лабораторія електрики»

(Накреслити схему даного електричного кола в зошиті з під’єднаними амперметром та вольтметром) (рис. 2.6-2.7).

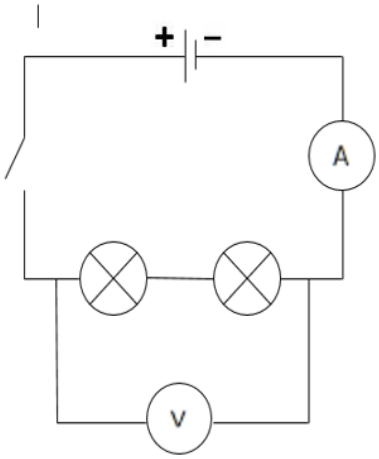


Рисунок 2.6 – Приклад схеми за поданою симуляцією

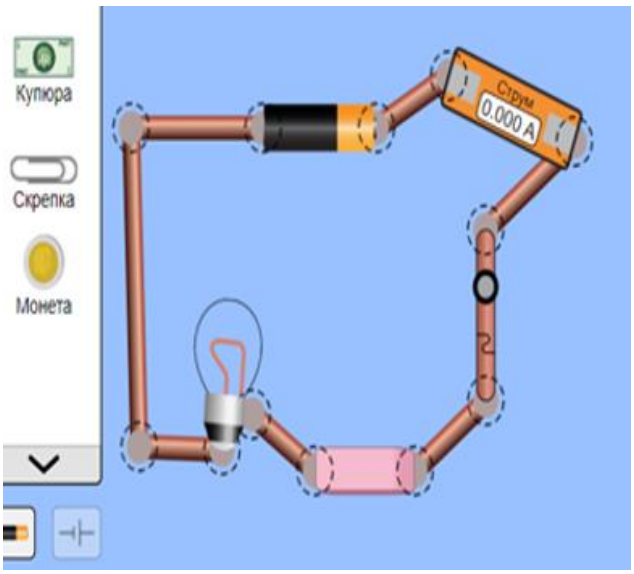


Рисунок 2.7 – Приклад схеми за поданою симуляцією

4. Уявити, що лампа №1 перегоріла та не може пропускати струм у колі (замінити її на матеріал, що не проводить електричний струм).

5. Проблемне питання №1: чи можливо сконструювати коло, яке б працювало навіть за наявності перегорілої лампи (в нашому випадку – гумки) (рис. 2.8).

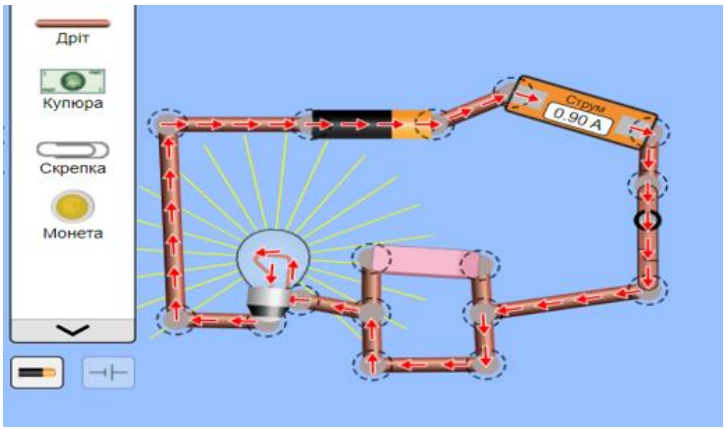


Рисунок 2.8 – Приклад демонстрації перегорілої лампи

Учні роблять припущення, чому дане електричне коло продовжує працювати. (Якщо одна з паралельно з’єднаних ламп вийде з ладу, то друга продовжить світитися, бо через її нитку розжарення все одно буде проходити струм.)

Вивчення нового матеріалу.

Пояснюючи матеріал, відзначаю, що в побуті доводиться в електричне коло вмикати не один споживач електричного струму, а кілька (2-3 лампочки в кімнаті або одночасно лампи, телевізор, електроплитку, тощо) [7].

З’єднання проводів при цьому може бути послідовним або паралельним. Сьогодні ми вивчимо паралельне з’єднання і дослідним шляхом встановимо основні закони паралельного з’єднання [42, с. 135].

Проблемне питання №2: А наскільки це справедливо, чи справді це підтверджується на практиці? Щоб переконатись проведемо віртуальний експеримент (рис. 2.9).

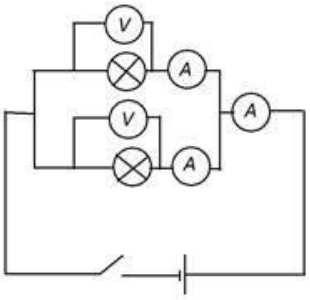


Рисунок 2.9 – Схема електричного кола

Повернемось до лабораторії електрики та складемо електричне коло, з такими ж елементами (рис. 2.10–2.13).

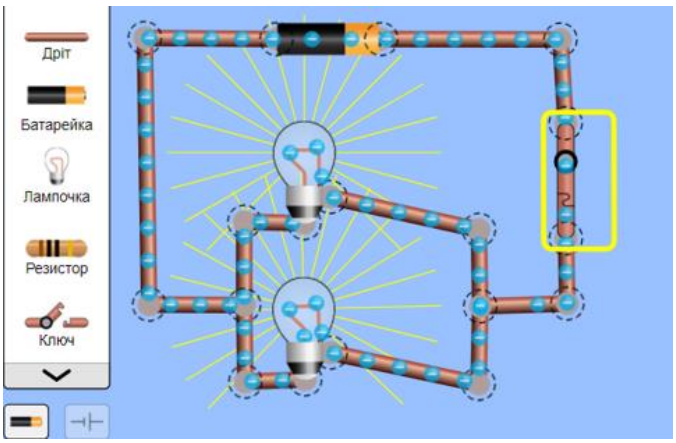


Рисунок 2.10 – Демонстрація вимірювання напруги та сили струму

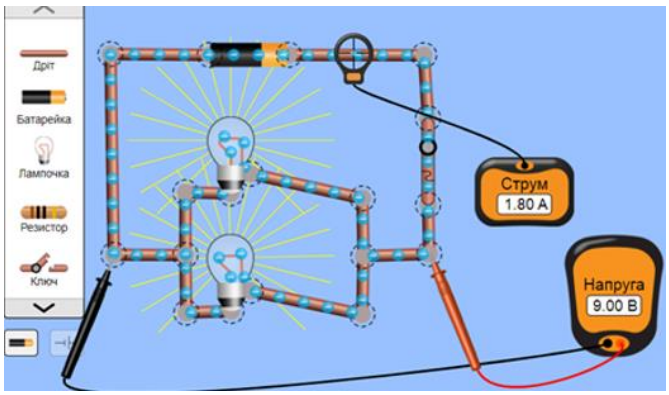


Рисунок 2.11 – Демонстрація вимірювання напруги та сили струму

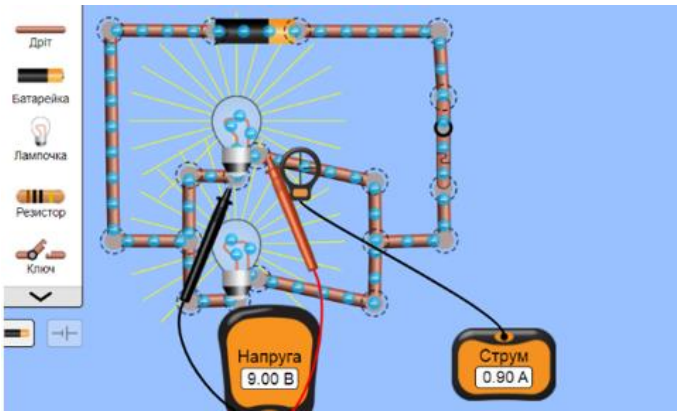


Рисунок 2.12 – Демонстрація вимірювання напруги та сили струму

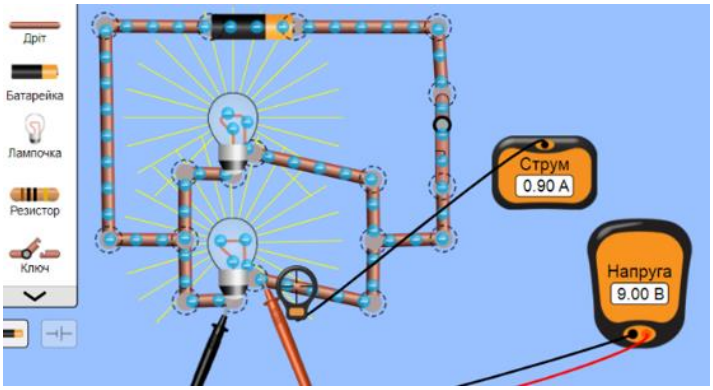


Рисунок 2.13 – Демонстрація вимірювання напруги та сили струму

Амперметри, які підключались до окремих ламп в сумі показали те значення сили струму, яке показав амперметр що підключений, ближче до джерела, тобто на загальній ділянці. Отже, можна зробити висновок, що струм рівномірно розподілився між 2 лампами.

$$I = I_1 + I_2, \qquad (2.1)$$

Розглянемо дані вольтметрів. Ми бачимо, що покази вольтметрів були однаковими, отже напруга в усіх ділянках кола однакова.

$$U = U_1 + U_2, \qquad (2.2)$$

Обрахуємо значення загального опору за допомогою формули:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}, \qquad (2.3)$$

Учні роблять висновок, що отримані співвідношення для напруги, сили струму та опору справджуються для будь-якої кількості паралельно з'єднаних провідників.

Розглянемо віртуальну симуляцію Phet «Балансування» (рис. 2.14 – 2.15), яку можна використати під час вивчення теми: «Важіль. Умови рівноваги важеля» на дистанційних уроках у 7 класі. Використовуючи її, можна поставити ряд проблемних питань щодо умов рівноваги важеля та підвести учнів до самостійного вирішення завдань, розуміння і засвоєння знань, одночасно в нас вийде вести і міжпредметний зв'язок [11, с. 53].



Рисунок 2.14 – Інтерфейс симуляції «Балансування»



Рисунок 2.15 – Інтерфейс симуляції «Балансування»

У своїй роботі використовую ресурси платформи MozaWeb. MozaWeb – це інтерактивна освітня платформа, що пропонує симулятори, 3D-сцени, відео та цифрові підручники для шкільного навчання.

За допомогою даної симуляції, ми можемо продемонструвати процес горіння, виділення теплоти. Вчитель для пояснення нового матеріалу може учням задати ряд питань наприклад: Що потрібно для того, щоб свічка горіла? Чому полум'я має різні кольори?

Можна включити демонстрацію симуляції MozaWeb «Як горять свічки» (рис. 2.16). Учні спостерігають за тривимірною моделлю свічки.

Вчитель звертає увагу на:

1. Плавлення воску → перехід у рідкий стан.
2. Випаровування → перехід у газоподібний стан.
3. Реакцію з киснем → хімічне горіння.
4. Зони полум'я → жовта, синя, прозора [25].

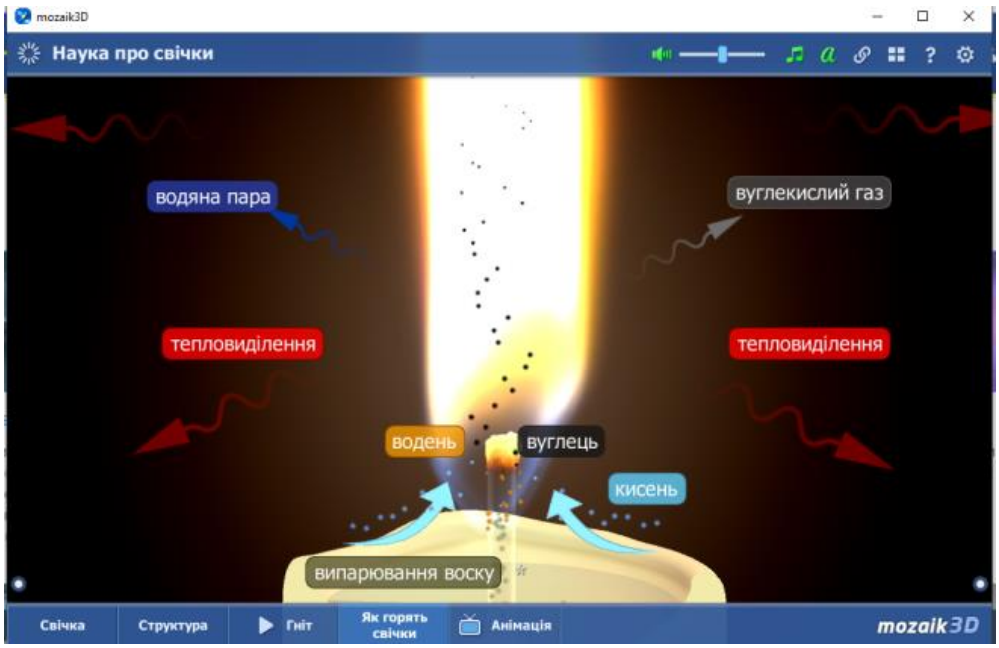


Рисунок 2.16 – Демонстрація симуляції «Як горить свічка»

Після демонстрації провести обговорення. Чому свічка гасне, якщо накрити її склянкою? Як змінюється температура в різних частинах полум’я?

Для пояснення теми «Сонячна система» в 11 класі можна використати симулятор «Solar System» на платформі SimPop, який візуалізує розташування, рух і характеристики планет (рис. 2.17).

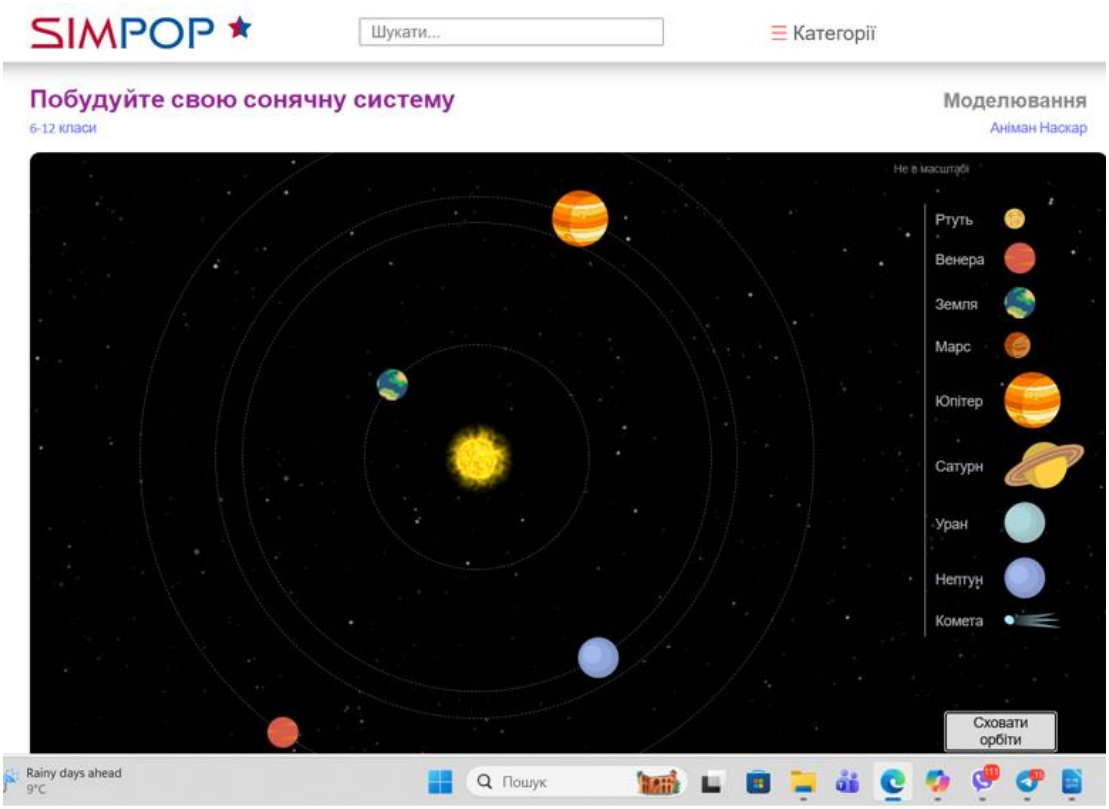


Рисунок 2.17 – Демонстрація симулятора «Solar System» на платформі SimPop

Використати даний симулятор можна на початку вивчення теми «Сонячна система» з астрономії у 11 клас. Дати учням інтерактивне завдання. Обрати одну з планет в симуляторі та дослідити її характеристики. Порівняти температуру, розмір, кількість супутників.

Саме під час дистанційного навчання вчителям у стані війни в Україні судилось зуміти задовільнити пізнавальну активність та підвищувати цікавість та бажання вивчати предмети природничо-математичного циклу. На поміч приходять віртуальні симуляції [30].

Але не слід вважати, що словесні описи явищ та законів стають неважливими, адже саме вони надають можливість заповнити пустоти віртуального бачення проблеми, тоді як самі симуляції будуть лише доповнювати загальну картину фізичного світогляду дитини [29].

Отже, можемо зазначити, що використання симуляцій повинне бути постійним та чітко визначеним, тоді учні здатні отримати більше інформації ніж

під час одноразового використання. Оскільки впливає управління зоровою активністю підготовлено попереднім формуванням певних еталонних схем та навичок, що допомагають швидко сприймати інформацію. Якщо ці еталони не сформовано, то така робота займає тривалий час, а її результати мають обмежену і швидкоплинну дію. Повинен існувати певний процес, що забезпечував би збереження відбитків умов експериментів, які часто трапляються, та закономірностей, що спостерігаються.

При цьому слід відзначити, що зоровий образ, який формується в результаті роботи з симуляцією, зберігається у пам’яті триваліший час, ніж відеоматеріал, отриманий на екрані комп’ютера.

2.2 Використання комп’ютерних симуляцій для проведення теоретичних досліджень під час підготовки до лабораторної роботи

Використання симуляцій у навчанні фізики та астрономії дозволяє зробити урок більш наочним, інтерактивним, доступним для всіх учасників освітнього процесу, навіть в умовах дистанційного або змішаного навчання. Комп’ютерні симулятори можна інтегрувати на різних етапах уроку. Зокрема на етапі підготовки до лабораторної роботи. Основне завдання вчителя ознайомити учнів з принципами експерименту, навчити працювати з параметрами та прогнозування результатів. Цю роботи потрібно розпочинати, коли учні тільки почали вивчати предмет «Фізика» у 7 класі. Під час підготовки до лабораторної роботи 1 з теми «Визначення середньої швидкості руху тіла» [18, 126]. Ми можемо провести ряд вправ для підготовки до виконання цієї роботи з симулятором (рис. 2.18) [14].

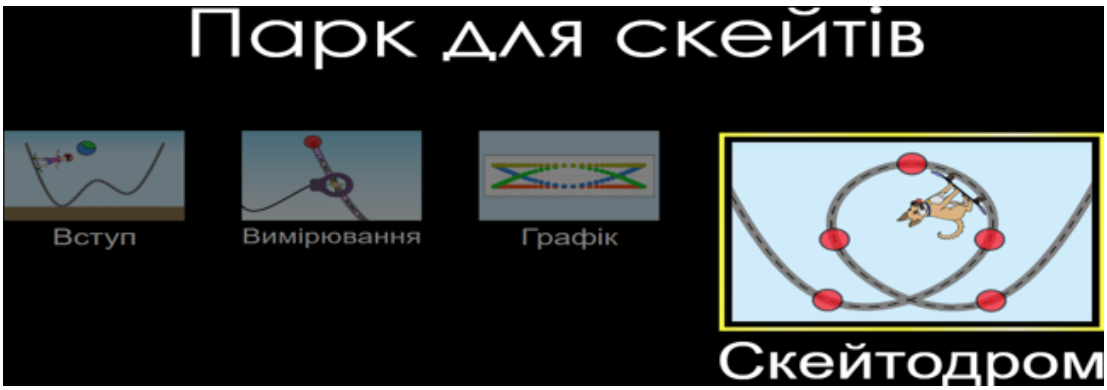
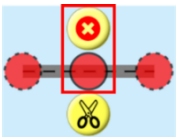


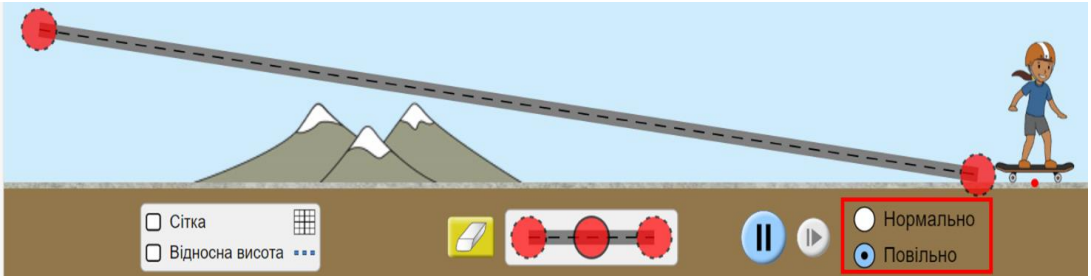
Рисунок 2.18 – Парк для скейтів

Створіть трек (похилу площину) для скейтбордиста. Для цього:

1. Перетягніть в робочу область інструмент для побудови треку 

2. Натисніть на червоне коло посередині та видаліть його 

3. Перетягуючи ліве коло та праве коло, розмістить трек під невеликим кутом до горизонту та увімкніть режим **Повільно.**



4. За допомогою рулетки виміряйте відстань l від лівого кола до правого кола.

5. Перетягніть секундомір в довільне місце робочої області.

6. Перетягніть скейтбордиста у ліве верхнє положення, там, де зображений червоний круг.

7. Відпустіть скейтбордиста та виміряйте час t, за який з'їжджає скейтбордист по похилій площині до нижнього положення, де зображений червоний круг (рис. 2.19) [14, с. 168].

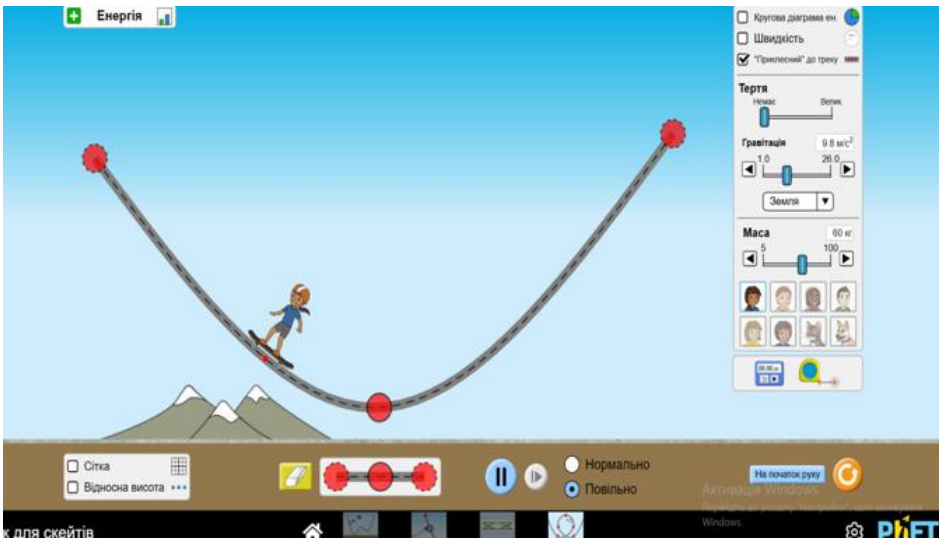


Рисунок 2.19 – Демонстрація симулятора «Скейтодром»

Таким чином, теоретично досліджують, як зміна маси тіла, форми траєкторії або наявність тертя впливають на розподіл енергії. Можна сформулювати гіпотезу: наприклад, «якщо збільшити масу, то…» і перевіряють їх у симуляції.

У 8 класі до лабораторної роботи з теми «Дослідження залежності сили струму від напруги (закон Ома)» можна запропонувати PhET симуляцію «Лабораторія електрики», вчитель має провести ряд підготовчих вправ, а саме:

1. Ознайомлення з симулятором (5-7 хв).
2. Демонстрація інтерфейсу симулятора.
3. Джерело струму, резистор, амперметр, вольтметр, провідники.
4. Пояснення, як з’єднувати елементи та змінювати параметри.
5. Формулювання гіпотези (3 хв).
6. Учні прогнозують: як зміниться сила струму при збільшенні напруги? [4, с. 64].

Учні самостійно роблять висновки, що відбувається, якщо збільшується напруга то, що відбувається з силою струму.

У 11 класі перед виконанням лабораторної роботи № 3. «Визначення довжини світлової хвилі» вчитель може провести за допомогою стимулятора «Інтерференція світла» підготовчі вправи, які допоможуть учням зрозуміти принципи інтерференції, сформувати гіпотези та підготуватися до практичного

вимірювання (рис. 2.20) [3, с.53].

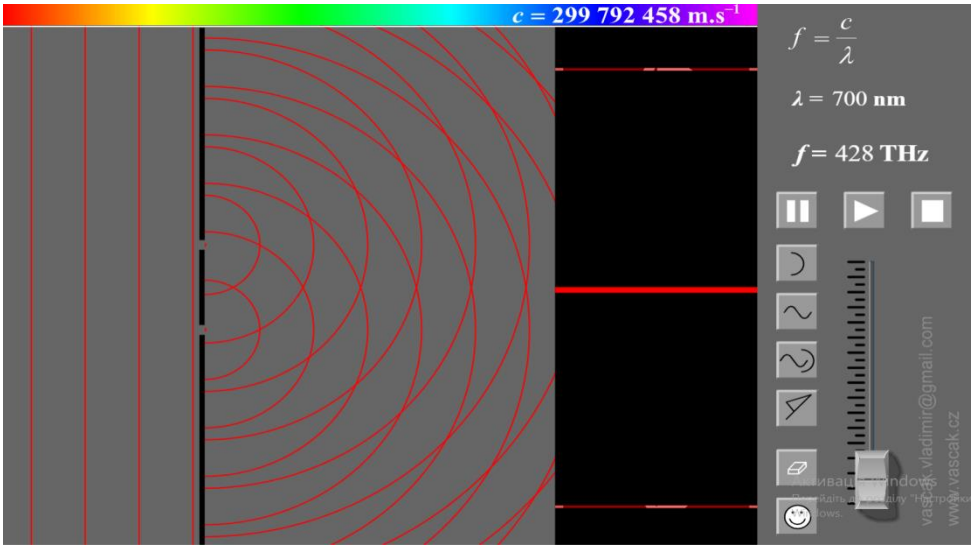


Рисунок 2.20 – Демонстрація симулятора «Інтерференція світла»

Вправа 1. Спостереження інтерференційної картини.

Вчитель дає завдання учням.

1. Запустіть симулятор.
2. Змініть ширину щілини та відстань між щілинами.
3. Спостерігайте, як змінюється інтерференційна картина.

Проблемні питання:

1. Як змінюється кількість світлих і темних смуг при збільшенні відстані між щілинами?

2. Чому при однаковій довжині хвилі змінюється інтерференційна картина?

Вправа 2: Вплив довжини хвилі.

Вчитель учням дає завдання:

1. Виберіть різні кольори світла (червоний, зелений, синій).
2. Порівняйте ширину інтерференційних смуг.

Проблемні питання:

1. Який колір має найбільшу довжину хвилі? Як це видно на екрані?
2. Чому червоне світло дає ширші смуги, ніж синє? [38, с. 17]

Отже, виконуючи такі вправи учні бачать, досліджують і аналізують інтерференцію світла. Візуалізація допомагає краще уявити хвильову природу світла та її наслідки. Проблемні питання спонукають до формулювання гіпотез, пошуку причинно-наслідкових зв’язків, перевірки припущень [40]. На уроках фізики та астрономії під час підготовки до лабораторної роботи з теми «Фази місяця спостереження за фазами» можна використати симулятор NASA Moon Phase Simulator. Використовуючи цей симулятор учитель може запропонувати учням запропонувати дослідити фази місяця (рис. 2.21).

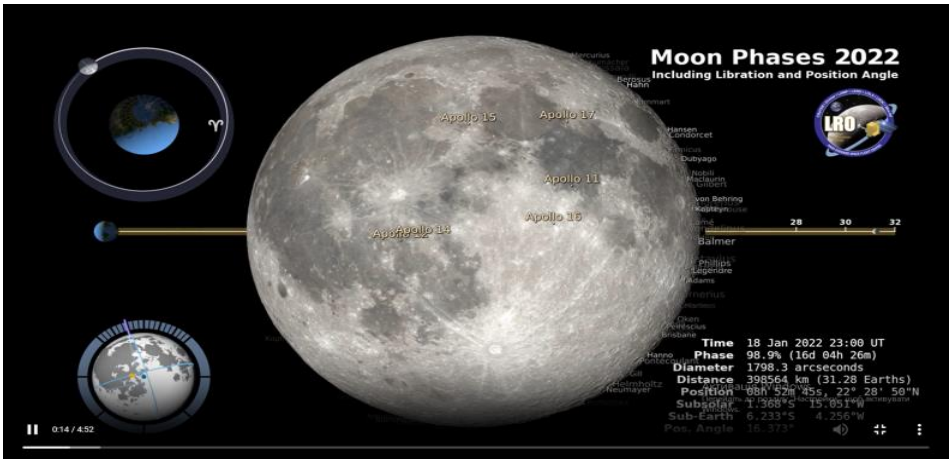


Рисунок 2.21 – Демонстрація фаз місяця

Наприклад переміщуй місяць навколо Землі та спостерігай, як змінюється його вигляд із Землі. Зафіксуй, у яких положеннях:

1. Молодик.
2. Перша чверть.
3. Повня.
4. Остання чверть.

Дай відповідь на проблемні питання:

1. Чому ми не бачимо зворотного боку Місяця?
2. Чи можливе затемнення при кожному молодику або повні? Чому ні?
3. Як фази Місяця впливають на припливи й відпливи? [5]

Отже, використання симулятора NASA Moon Phase Simulator у процесі підготовки до лабораторної роботи з теми «Фази Місяця» сприяє формуванню

дослідницьких навичок, розвитку критичного мислення та глибшому розумінню астрономічних явищ. Завдяки інтерактивному моделюванню учні вчаться розв’язувати проблемні питання, що стимулюють аналітичне мислення учнів, навіть висувати свої гіпотези.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Особливості проведення педагогічного експерименту

Педагогічний експеримент проводився на базі комунального закладу Любимівська загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів Малинівської сільської ради, Пологівського району, Запорізької області в 11 класі. Нами було розподілено дітей на дві навчальні групи так, щоб в кожній групі були діти приблизно з однаковим рівнем знань. Перша група – експериментальна (далі ЕГ), крім основного викладу навчального матеріалу (теорії і задачі), який пропонувався на уроці, використовувалися симулятори фізичних процесів. Друга група учасників експерименту була контрольною (далі КГ). Вона засвоювала знання за стандартною програмою. Всього в експерименті взяли участь 24 учні.

Під час проведення експерименту вивчався розділ «Електричне поле. Закони постійного струму» [35, с. 21]. Учасникам були запропоновані самостійна та контрольна роботи, які проводились на початку та в кінці педагогічного експерименту.

До складу першої самостійної роботи входили завдання в зміст яких входили такі поняття: електричний струм, опір, закон Ома, вольтметр, амперметр, резистор, напруга. Вона містила 3 задачі. Завдання 1-6 оцінювалось в 1 бал, 7-8 – 1,5 бали, 9 – 3 бали. За певну набрану кількість балів учень отримує відповідний результат: 1-3 бали – незадовільна оцінка (початковий рівень), 4-6 – задовільна оцінка (середній рівень), 7-9 – добре (достатній рівень), 10-12 – відмінно (високий рівень). Клас поділено на 2 групи по 6 учнів. Під час проведення експерименту здобувачами освіти вивчався розділ «Електричне поле. Закони постійного струму». Педагогічний експеримент складався з таких етапів:

1. Констатувальний етап. Учасникам були запропоновані самостійна робота та контрольна, які проводились на початку та у підсумку експерименту.
2. Пошуковий – пошук методів та розв’язування теоретичних досліджень за

допомогою комп’ютерних симуляторів під час вивчення нового матеріалу та підготовці до виконання лабораторної роботи

3. Формувальний – формування ключових та предметних компетентності, розвиток критичного мислення, дослідницьких навичок та здатність до самостійного навчання.

4. Контрольний – перевірка та аналіз результатів експериментального дослідження [34, с. 260].

Метою педагогічного експерименту є з’ясування впливу на формування ключових компетентностей.

Для порівняння початкового рівня навчальних досягнень учнів в ЕГ і КГ було проведено самостійну роботу на початку педагогічного експерименту. Її зміст включав такі поняття з тем «Електричний струм у різних середовищах», «Закони електролізу», «Теплова дія струму (закон Джоуля-Ленца)», «Потужність електричного струму», «Послідовне та паралельне з’єднання резисторів» [31, с. 175].

Самостійна робота №1 містила 9 завдань. Завдання 1-6 оцінювалось в 1 бал, 9-12 – в 1 бал, 13-16 – в 2 бали, 17 – в 4 бали. Максимальна кількість балів – 20. За певну набрану кількість балів учень отримує відповідний результат: 3 бали – незадовільна оцінка (низький рівень), 6 – задовільна оцінка (середній рівень), 7-9 балів – добре (достатній рівень), 10-12 – відмінно.

Нижче наведені завдання самостійної роботи №1 за розділом «Постійний електричний струм», які учні розв’язували на початку експерименту.

Самостійна робота №1 з теми: «Постійний електричний струм».

Початковий і середній рівень. (6 балів).

1. Носіями електричного заряду в електролітах є…

а) позитивні іони, негативні іони та електрони;

б) електрони;

в) позитивні та негативні іони;

г) дірки та електрони.

2.Яку провідність має силіцій з домішкою а)галію? б) індію? в) стибію?

А) а) електронну; б) електронну; в) діркову;

Б) а) діркову; б) електронну; в) електронну;

В) а) діркову; б) діркову; в) електронну;

3. Як зміниться маса речовини, яка відкладається на електроді, якщо збільшити силу струму через електроліт в 4 рази?

а) збільшиться в 4 рази;

б) зменшиться в 4 рази;

в) не зміниться;

г) збільшиться в 2 рази;

д) зменшиться в 2 рази.

4. Через резистор з опором 0,4 кОм тече струм силою 800 мА. Визначити напругу на резисторі.

а) 0,32 В;

б) 320 В;

в) 2 В.

5. Потужність нагрівального елемента 180 Вт. Якою повинна бути сила струму в ньому, якщо його опір 2 кОм?

а) 3А;

б) 0,3 А;

в) 0,9А.

6. Яку кількість теплоти випромінює провідник опором 50 Ом за 15 хвилин при силі струму в ньому 3 А?

а) 4,5кДж;

б) 450МДж;

в) 450кДж.

Достатній рівень. (3 бали). Записати розв’язування задачі згідно вимог до оформлення задачі з фізики.

7. Визначте силу струму в резисторі R_4, якщо R_1 =4 Ом,R_2=3 Ом, R_3=6 Ом, $R_4=\frac{11}{3}$ Ом, а напруга на ділянці кола 12 В (рис. 3.1).

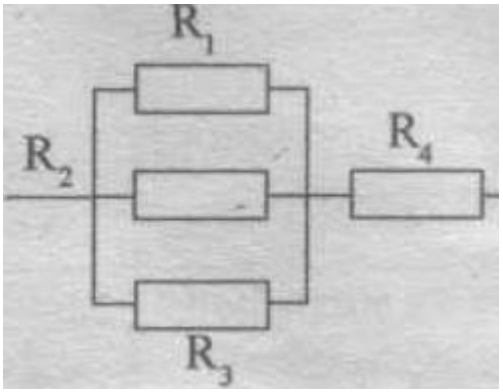


Рисунок 3.1 – Схема до завдання 7

8. До джерела струму з ЕРС 36 В і внутрішнім опором 1 Ом підключили дві лампи, з'єднавши їх паралельно між собою. Опір ламп відповідно 15 Ом і 10 Ом. Визначити напругу на зовнішній ділянці кола.

Високий рівень. (3 бали).

9. Відбувається електроліз розчину $CuSO_4$. ККД установки 60 %. Скільки міді можна отримати, якщо за напруги 20 В витрачено 33000 Дж енергії? ($k_{міді}$ = $3{,}3 \cdot 10^{-7}$ кг/Кл) [12].

Наприкінці педагогічного експерименту учні виконували самостійну роботу №2, завдання якої були пов'язані з темами що вивчалися під час проведення експерименту. Нижче наведені завдання самостійної роботи №2.

Контрольна робота на тему: «Постійний електричний струм»

Початковий і середній рівень. (6 балів).

1. Носіями електричного заряду в газах є…

а) позитивні іони, негативні іони та електрони ;

б) електрони;

в) позитивні та негативні іони;

г) дірки та електрони.

2. Яку з речовин фосфор, галій, стибій потрібно ввести в германій як домішку, щоб отримати електронну провідність?

а) галій;

б) фосфор;

в) стибій;

3. Як зміниться маса речовини, яка відкладається на електроді, якщо зменшити в 4 рази тривалість процесу електролізу?

а) збільшиться в 4 рази;

б) зменшиться в 4 рази;

в) не зміниться;

г) збільшиться в 2 рази;

д) зменшиться в 2 рази.

4. Лампочка має потужність 60 Вт і працює при робочій напрузі 120 В. Чому дорівнює електричний опір лампочки?

а) 2 Ом;

б) 7200 Ом;

в) 240 Ом.

5. Провідник з опором 0,012 кОм підключено у мережу з напругою 220 В. Визначити потужність струму у провіднику.

а) 580 Вт;

б) 336 Вт;

в) 18 Вт;

г) вірної відповіді немає.

6. Яку кількість теплоти випромінює провідник опором 25 Ом за пів години при силі струму в ньому 2 А?

а) 360 кДж;

б) 5 МДж;

в) 180 кДж.

Достатній рівень.(3 бали). Записати розв’язування задачі згідно вимог до оформлення задачі з фізики.

7. Напруга на з’єднанні 60 В. R_1=6 Ом, R_2=3 Ом, R_3=5 Ом, R_4=7 Ом, R_5= 30 Ом. Визначте загальну силу струму у з’єднанні (рис. 3.2).

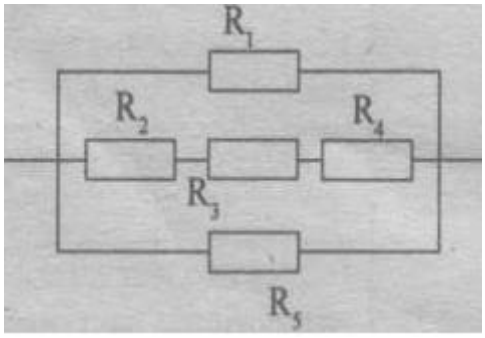


Рисунок 3.2 – Схема до завдання 7

8. До джерела струму з ЕРС 12 В і внутрішнім опором 1,5 Ом підключили два резистори, з'єднавши їх послідовно між собою. Опір резисторів 8,5 Ом і 10 Ом. Визначити напругу на зовнішній ділянці кола.

Високий рівень. (3 бали).

9. Відбувається електроліз розчину $CuSO_4$. ККД установки 60 %. Яку кількість енергії треба витратити, щоб за напруги 50 В отримати 2 г міді? ($k_{міді}$ = $3{,}3 \cdot 10^{-7}$ кг/Кл) [22].

Для з'ясування педагогічного впливу використання симуляторів під час вивчення нового матеріалу та під час підготовки до виконання лабораторних робіт фізики та астрономії, зокрема з розділу «Електричне поле. Закони постійного струму», нами була проведена контрольна робота. На виконання даних робіт було відведено 40 хвилин [41, с. 248].

Отже, педагогічний експеримент показав, що використання комп'ютерних симуляторів під час вивчення розділу «Електричне поле. Закони постійного струму» сприяє кращому засвоєнню матеріалу та формуванню ключових компетентностей учнів. Чітка організація експерименту, поділ класу на контрольну й експериментальну групи та проведення вхідних і підсумкових робіт дали змогу об'єктивно порівняти результати. Отримані дані свідчать, що застосування симуляторів підвищує рівень навчальних досягнень, мотивацію та розвиток дослідницьких навичок здобувачів освіти.

3.2 Аналіз результатів експериментального впровадження комп'ютерних симуляторів під час вивчення нового матеріалу та на підготовчому етапі до проведення лабораторної роботи на уроках фізики та астрономії

Для з'ясування педагогічного впливу використання симуляторів під час вивчення нового матеріалу та під час підготовки до виконання лабораторних робіт фізики та астрономії було проведено аналіз самостійної та контрольної робіт, які проводились на початку та в кінці педагогічного експерименту [8, с. 285].

Проаналізовано рівень навчальних досягнень учнів 11 класу з фізики та астрономії на початку педагогічного експерименту за результатами самостійної роботи №1 (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Рівень навчальних досягнень учнів з фізики на початку експерименту

Рівень підготовки	**Учні КГ**	**Учні ЕГ**
Початковий	1	0
Середній	7	5
Достатній	2	4
Високий	2	3

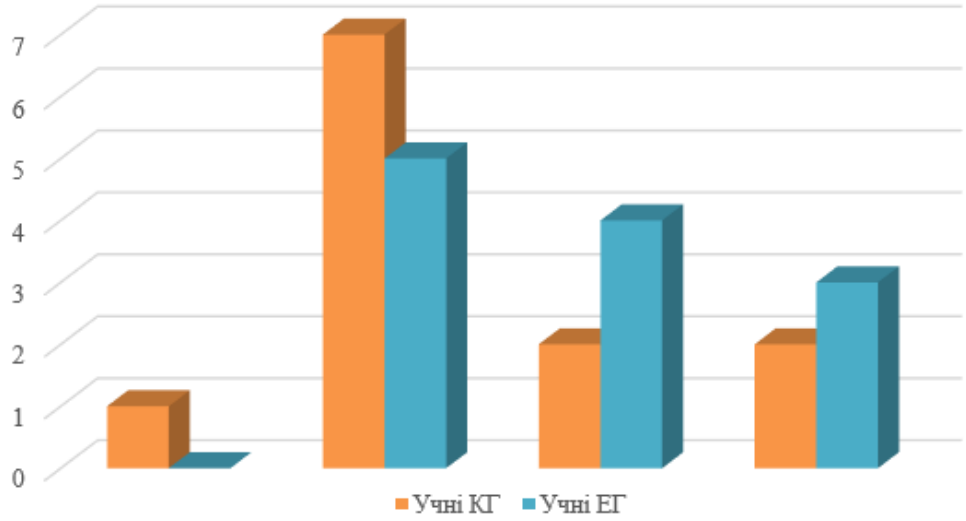


Рисунок 3.3 – Співвіднесення результатів навчальних досягнень учнів ЕГ та КГ з фізики

Як бачимо, рівень підготовки учнів з обох груп приблизно однаковий. Тому отримані результати після проведення педагогічного експерименту можна вважати досить точними (рис. 3.3).

Кількісний статистичний аналіз результатів педагогічного експерименту на початку дослідження проведено за методикою поданою у монографії Андрєєва А. М. [2, с. 94]. У табл. 3.2 наведено результати виконання самостійної роботи №1.

Таблиця 3.2 – Результати виконання учнями самостійної роботи на початку експериментального дослідження

Рівні предметної підготовленості	**Контрольна вибірка** $(n_1 = 12)$		**Експериментальна вибірка** $(n_2 = 12)$	
	n_{1i}	$(n1i/n1)$, %	n_{2i}	$(n2i/\ n2)$, %
Низький (рівень 1)	1	8,33	0	0,0
Достатній (рівень 2)	9	75,00	9	75,00
Високий (рівень 3)	2	16,67	3	25,00

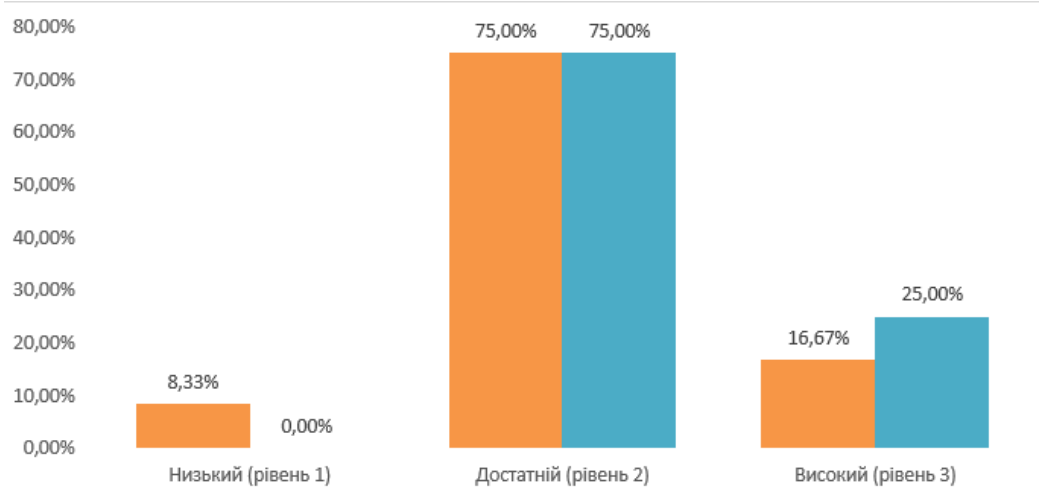


Рисунок 3.4 – Діаграма розподілу учнів контрольної та експериментальної вибірок за рівнями предметної підготовленості до початку експерименту

Для перевірки відсутності статистичної значущості відмінностей у рівнях предметної підготовленості учнів експериментальної та контрольної вибірок (на початку експериментального навчання) використано критерій однорідності χ^2 («хі квадрат»). Такий вибір критерію обумовлений тим, що розподіл індивідуальних показників предметної підготовленості представлений за допомогою порядкової шкали з малою кількістю градацій [10, с. 33].

Характеристикою вибірок у нашому випадку є кількість учнів, які мають певний рівень підготовленості. Введемо позначення: p_{1i} $(i = 1,2,3)$ – імовірність того, що випадково вибраний учень контрольної вибірки має і-й рівень предметної підготовленості; p_{2i} $(i = 1,2,3)$ – імовірність того, що учень експериментальної вибірки має і-й рівень предметної підготовленості. З урахуванням цих позначень, формулювання нульової (H_0) та альтернативної (H_1) гіпотез були подані в наступному варіанті:

H_0: $p_{1i} = p_{2i}$ для всіх рівнів підготовленості $(p_{11} = p_{21}, p_{12} = p_{22}, p_{13} = p_{23})$.

Це означатиме, що учні контрольної та експериментальної вибірок не мають статистично значущих відмінностей у рівнях предметної підготовленості на початку експерименту [39, с. 57].

H_1: $p_{1i} \neq p_{2i}$ хоча б для одного з рівнів.

Для перевірки нульової гіпотези використано дані табл. 3.2. Емпіричне значення критерію у випадку двох вибірок знаходиться за формулою [50, с. 299]:

$$\chi^2_{\text{емп}} = n_1 \cdot n_2 \sum_{i=1}^{L} \quad , \qquad (3.1)$$

де n_1, n_2 – обсяги контрольної та експериментальної вибірок відповідно;

n_{1i}, n_{2i} – кількість учнів контрольної та експериментальної вибірок, які мають і-й рівень предметної підготовленості (у нашому випадку число рівнів $L = 3$, $i = 1,2,3$);

n_{1i}/n_1, n_{2i}/n_2 – відносна кількість учнів контрольної та експериментальної вибірок, які мають і-й рівень предметної підготовленості.

$$\chi^2_{\text{емп}} = 12 \cdot 12.$$

Критичне значення критерію при рівні значущості $\alpha = 0{,}05$ знаходимо за розподілом χ^2 з $\nu = L - 1 = 3 - 1 = 2$ ступенями вільності $\chi^2_{\text{кр}} = 5{,}99$.

Оскільки $\chi^2_{\text{емп}} < \chi^2_{\text{кр}}$ $(1{,}2 < 5{,}99)$, то згідно з правилом прийняття рішень для критерію χ^2, немає підстав для відхилення нульової гіпотези. Отже, до початку експерименту учні контрольної та експериментальної вибірок не мали статистично значущих відмінностей у рівнях предметної підготовленості. Це засвідчило правомірність залучення цих вибірок до подальшого педагогічного дослідження щодо з'ясування ефективності розроблених методичних засад розвитку творчих здібностей в учнів [44, с. 166].

Під час проведення педагогічного експерименту навчання відбувалось в дистанційному форматі. Учні контрольної групи здобували знання за традиційною системою, вивчали теоретичний за наданими їм матеріалами та підручниками. Експериментальна група не тільки теоретичні знання отримувала, але використовувала комп'ютерні стимулятори під час вивчення нового матеріалу та підготовці до лабораторної роботи (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Результати самостійної роботи після проведеного

експерименту

Рівень підготовки	Учні КГ	Учні ЕГ
Початковий	1	0
Середній	7	2
Достатній	4	5
Високий	0	5

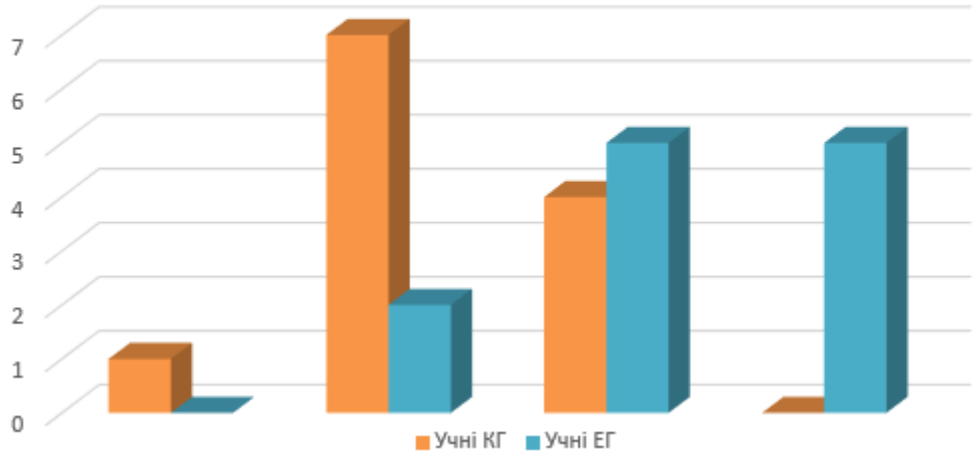


Рисунок 3.5 – Співставлення оцінок за самостійну роботу в експериментальній та контрольній групах

Аналізуючи отримані результати видно, що учні експериментальної групи впорались із виконанням контрольної роботи краще, ніж учні з контрольної групи (рис. 3.5 та рис. 3.6).

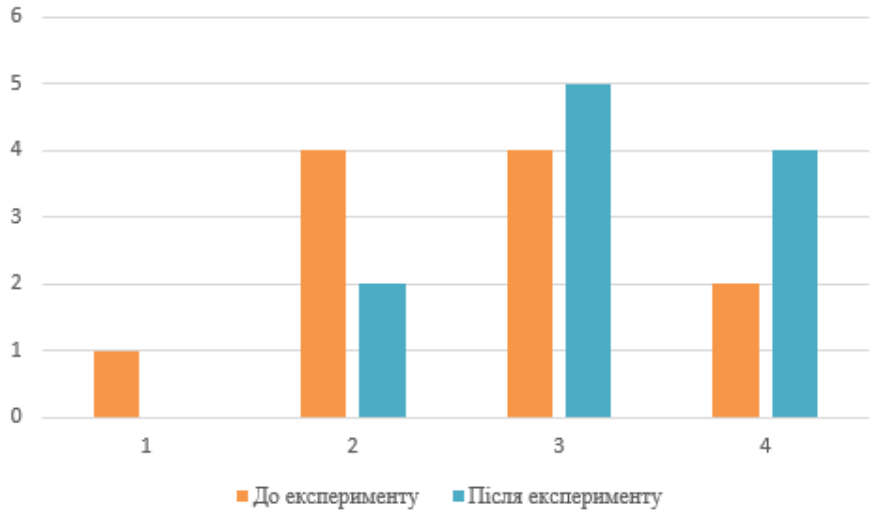


Рисунок 3.6 – Рівень знань учнів ЕГ до та після експерименту

Таблиця 3.4 – Результати виконання учнями самостійної роботи в кінці експериментального дослідження

Рівні предметної підготовленості	**Контрольна вибірка ($n_1 = 16$)**		**Експериментальна вибірка ($n_2 = 16$)**	
	n_{1i}	$(n1i/n1)$, %	n_{2i}	$(n2i/\ n2)$, %
Низький (рівень 1)	1	8,33	0	0,0
Достатній (рівень 2)	11	91,67	7	58,33
Високий (рівень 3)	0	0,0	5	41,67

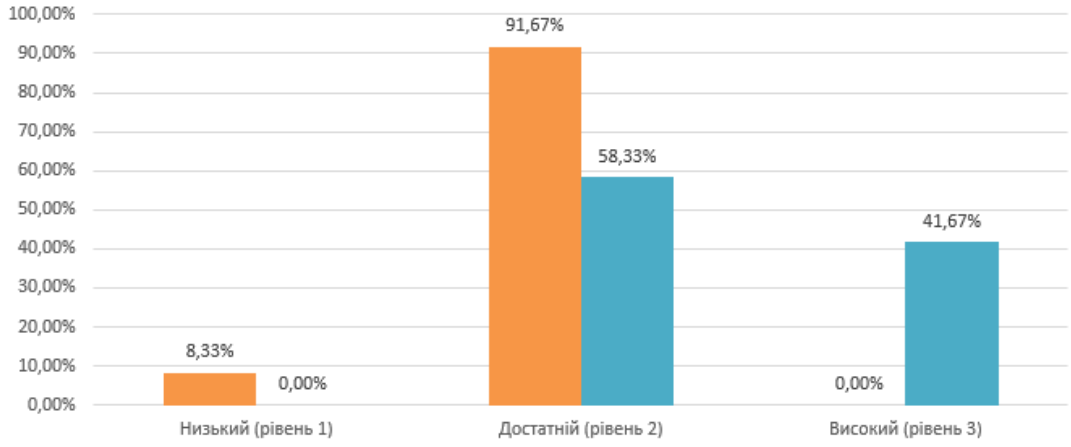


Рисунок 3.7 – Діаграма розподілу учнів контрольної та експериментальної вибірок за рівнями предметної підготовленості в кінці експерименту

Для формулювання статистичних гіпотез введено позначення: p_{1i}, p_{2i} $(i = 1,2,3)$ – імовірність того, що випадково вибраний учень відповідно контрольної та експериментальної вибірки має і-й рівень сформованості готовності до організації інноваційної діяльності учнів. Гіпотези:

H_0: $p_{1i} = p_{2i}$ для всіх рівнів підготовленості ($p_{11} = p_{21}$, $p_{12} = p_{22}$, $p_{13} = p_{23}$). Це означатиме, що учні контрольної та експериментальної вибірок не мають статистично значущих відмінностей у рівнях сформованості розглядуваної готовності;

H_1: $p_{1i} \neq p_{2i}$ хоча б для одного з рівнів.

Емпіричне значення критерію знайдено за формулою (3.1) з використанням даних табл. 3.4

$$\chi^2_{\text{емп}} = 11 \cdot 11$$

Критичне значення критерію при рівні значущості $\alpha = 0{,}05$ знаходимо за розподілом χ^2 з $\nu = 2$ ступенями вільності $\chi^2_{\text{кр}} = 5{,}99$.

Оскільки $\chi^2_{\text{емп}} > \chi^2_{\text{кр}}$ $(6{,}89 > 5{,}99)$, нульову гіпотезу відхилено. Тобто відмінності в рівнях предметної підготовленості у учнів контрольної та експериментальної вибірок значущі. Отже, результати експериментального навчання засвідчили ефективність розроблених методичних засад розвитку творчих здібностей в учнів.

Отже, дослідження підтвердило доцільність застосування симуляторів як на підготовчому етапі виконання лабораторних робіт, так і під час вивчення нового матеріалу, оскільки вони забезпечують глибше розуміння фізичних явищ, формують навички дослідницької діяльності та сприяють розвитку критичного мислення. Педагогічний експеримент довів ефективність запропонованих засад, що дає підстави для їх подальшого використання під час опрацювання інших тем шкільного курсу фізики та розширення практики інтеграції цифрових інструментів у навчання.

ВИСНОВКИ

У роботі наведено теоретико-методичне обґрунтування та авторське розв’язання проблеми з використання комп’ютерних симуляторів під час вивчення нового матеріалу та підготовці до виконання лабораторних робіт. Узагальнення результатів дослідження є підставою для таких висновків:

1. З’ясовано, що дистанційна форма навчання для вчителів фізики та астрономії відкриває додаткові інструменти їх професійного розвитку: від самоосвіти та участі у вебінарах до створення дидактичних матеріалів, використання електронних ресурсів на уроках і проведення тестування. Залучення сучасних онлайн-платформ дає змогу урізноманітнити освітній процес, забезпечити його наочність і практичну спрямованість.

2. Розроблено методичні засади використання симуляторів фізичних процесів та астрономічних явищ на етапі вивчення нового матеріалу та під час підготовки до проведення лабораторних робіт. Показано, що використання комп’ютерних симуляцій на уроках фізики та астрономії забезпечує наочність вивчення нового матеріалу та можливість проводити теоретичні дослідження, варіюючи параметрами фізичної системи у безпечному середовищі. Симуляції допомагають учням краще зрозуміти абстрактні явища, перевіряти гіпотези, простежувати послідовність процесів, формулювати висновки і забезпечувати високу пізнавальну мотивацію. Завдяки проблемним питанням і дослідницьким завданням вони стають ефективним інструментом активного навчання. Водночас симуляції доповнюють, а не замінюють повністю пояснення вчителя, який допомагає учням правильно інтерпретувати явища та встановлювати зв’язок між віртуальною моделлю і реальним світом.

3. Педагогічним експериментом доведено ефективність застосування симуляторів як на підготовчому етапі виконання лабораторних робіт, так і під час вивчення нового матеріалу. Це дає підстави для їх подальшого використання

під час організації та проведення теоретичних досліджень в освітньому процесі з фізики та астрономії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дистанційне навчання. URL: http://khmelivska-zosh.kr.sch.in.ua/uchnyam/distancijna_osvita (дата звернення: 05.09.2025).

2. Досвід роботи з теми «Інформативно-комунікативні технології навчання». URL: https://naurok.com.ua/dosvid-roboti-z-temi-informativno-komunikativni-tehnologi-navchannya-46225.html (дата звернення: 05.09.2025).

3. Дистанційне навчання як елемент використання ІКТ у навчально-виховному процесі. URL: https://persh-scool2.ucoz.org/news/pedrada_distancijne_navchannja/2013-06-04-294 (дата звернення: 05.09.2025).

4. Методична розробка «Фізичний експеримент». URL: https://naurok.com.ua/metodichna-rozrobka-fizichniy-eksperiment-171300.html (дата звернення: 05.09.2025).

5. Методика використання прикладних властивостей фізики: експериментальні роботи. URL: https://vseosvita.ua/library/embed/010094y9-a5d9.doc.html (дата звернення: 05.09.2025).

6. Використання інтернет технологій для дослідження природніх явищ у шкільному курсі фізики URL: http://surl.li/nmhjd (дата звернення: 05.09.2025).

7. Віртуальна лабораторія як складова сучасного експерименту. URL: https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/74736.pdf (дата звернення: 05.09.2025).

8. Використання симуляції при викладанні нового матеріалу, розв’язуванні задач та проведенні лабораторних робіт з фізики. URL: https://naurok.com.ua/vikoristannya-simulyaci-pri-vikladanni-novogo-materialu-rozv-yazuvanni-zadach-ta-provedenni-laboratornih-robit-z-fiziki-206501.html (дата звернення: 05.09.2025).

9. PhET - University of Colorado Boulder. URL: https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom_uk.html(дата звернення: 05.09.2025).

10. Застосування комп'ютерних симуляцій на уроках фізики під час дистанційного навчання. URL: https://naurok.com.ua/zastosuvannya-komp-yuternih-simulyaciy-na-urokah-fiziki-pid-chas-distanciynogo-navchannya-292037.html (дата звернення: 05.09.2025).

11. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти // Фізика та астрономія в сучасній школі. 2012. № 4 (99). С. 2–8.

12. Професійне мовлення вчителя. Короткий словник термінів / уклад. Л. П. Ходанич, Т. В. Палько. Ужгород : Закарпатський інститут післядипломної педагогічної освіти, 2018. 84 с.

13. Троцишин І. В. Новітня методологія та сучасні технічні засоби виконання шкільного лабораторного практикуму з фізики (електрика і магнетизм) // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. 2016. № 1. С. 193–207. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vott_2016_1_37 (дата звернення: 25.08.2023).

14. Методика навчання фізики в середній школі: загальні питання / Савченко В. Ф., Бойко М. П., Дідович М. М., Закалюжний В. М., Руденко М. П. 2003. URL: http://fizmet.org (дата звернення: 25.08.2025).

15. Про освіту: Закон України від 05.09.2017 р. № 2145-VIII. Верховна Рада України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text (дата звернення: 25.08.2025).

16. Деякі питання організації дистанційного навчання: наказ Міністерства освіти і науки України від 08.09.2020 № 1115 // Міністерство юстиції України. 28 вересня 2020 р. за № 941/35224.

17. Лотоцька А., Пасічник О. Методичні рекомендації: організація дистанційного навчання в школі. URL: https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/metodichni%20recomend

azii/2020/metodichni%20recomendazii-dustanciyna%20osvita-2020.pdf (дата звернення: 30.08.2025).

18. Всеукраїнська школа онлайн. URL: https://lms.e-school.net.ua (дата звернення: 26.08.2025).

19. B-Pro: На допомогу вчителеві: 5 практичних порад, як провести дослідну роботу в умовах дистанційного навчання. URL: https://b-pro.com.ua/statti/poglyad-eksperta.-laboratorni-roboti-v-umovah-distancijnogo-navchannya (дата звернення: 02.09.2025).

20. Головіна О. М. Методи й матеріали дистанційного викладання фізики. URL: https://vseosvita.ua/library/metodi-j-materiali-distancijnogo-vikladanna-fiziki-464328.html (дата звернення: 02.09.2025).

21. Дементієвська Н. В. Використання Інтернет-ресурсів для навчального експерименту з курсу фізики середньої школи. URL: https://core.ac.uk/download/pdf/11084179.pdf (дата звернення: 05.09.2025).

22. Educalingo: словник для допитливих людей. URL: https://educalingo.com/ru/dic-en (дата звернення: 05.09.2025).

23. Стаття «Симуляції» з Вікіпедії. URL: http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%BC%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%86%D1%96%D1%8F (дата звернення: 07.09.2023).

24. Юрченко А. Цифрові фізичні лабораторії як актуальний засіб навчання майбутнього вчителя фізики // Фізико-математична освіта. Суми : СумДПУ ім. А. С. Макаренка, 2015. № 1 (4). С. 55-63.

25. Язиков О. І. Використання інноваційних цифрових освітніх ресурсів «Симулятори» на уроках фізики в ПТНЗ. URL: ptu.org.ua/files/Dopovid.doc (дата звернення: 10.09.2025).

26. Zaporozhets O. Організація віртуальних лабораторних робіт з фізики для учнів 7-9 класів на базі сайту інтерактивних симуляцій «PHET COLORADO»: матер. VI Міжнародної дистанційної міждисциплінарної наукової конференції «Trends and directions of development of scientific approaches and prospects of

integration of Internet technologies into society» (Stockholm, 23–26 лютого 2021 р.). С. 348–353.

27. Ck-12. URL: https://interactives.ck12.org/simulations/physics.html (дата звернення: 20.09.2025).

28. JavaLab: сайт електронних симуляцій. URL: https://javalab.org/en/ (дата звернення: 20.09.2025).

29. Андрєєв А. М., Тихонська Н. І., Черкасова О. М. Авторський підхід до розроблення завдань відкритої обласної учнівської олімпіади з фізики у Запорізькому національному університеті : матер. Міжнародної наук.-практ. інтернет-конф. (Мелітополь, 25–27 травня 2021 р.) / ред. кол. : В. М. Кюрчев, Н. Л. Сосницька, М. І. Шут та ін. Мелітополь : ТДАТУ, 2021. С. 235–238.

30. Андрєєв А.М., Тихонська Н. І. Методи розвитку в учнів експериментаторських умінь в умовах дистанційної форми навчання // Педагогічні науки. 2020. Вип. 90. С. 22–27. URL: https://doi.org/10.32999/ksu2413-1865/2020-90-4.

31. Фізика : підручник для 9 класу загальноосвітніх навчальних закладів / [В. Г. Бар'яхтар, Ф. Я. Божинова, С. О. Довгий, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. Харків : Ранок, 2017. С. 6–51.

32. Фізика : підручник для 10 класу загальноосвітніх навчальних закладів / [В. Г. Бар'яхтар, Ф. Я. Божинова, С. О. Довгий, О. О. Кірюхіна]; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. Харків : Ранок, 2018. С. 237–268.

33. Фізика : підручник для 11 класу загальноосвітніх навчальних закладів / [В. Г. Бар'яхтар, Ф. Я. Божинова, С. О. Довгий, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. Харків : Ранок, 2019. С. 4–94.

34. Фізика 7–9 класи. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів : наказ Міністерства освіти і науки України від 07.06.2017 № 804. URL: https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-5-9-klas (дата звернення: 02.10.2025).

35. Фізика і астрономія: Навчальні програми для 10–11 класів закладів загальної середньої освіти : наказ Міністерства освіти і науки України від

24.11.2017 № 1539. URL: https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv (дата звернення: 02.10.2025).

36. Що таке дистанційна освіта: як вона працює? URL: http://www.vsemisto.info/osvita/2355-sho-take-vysha-osvita-jakvona-prazjuje (дата звернення: 20.09.2025).

37. Андрусенко Н. В. Дистанційне навчання в Україні // Дистанційне навчання як сучасна освітня технологія : матеріали міжвузівського вебінару (м. Вінниця, 31 березня 2017 р.) / відп. ред. Л. Б. Ліщинська. Вінниця : ВТЕІ КНТЕУ, 2017. 102 с.

38. Шарко В. Д. Підготовка вчителя до розвитку пізнавальної активності учнів засобами віртуального фізичного експерименту як методична проблема // Інформаційні технології в освіті. 2013. № 14. С. 34–41.

39. Бабаєва Н. А., Коробова І. В. Шкільний фізичний експеримент у 7–9 класах : навч.-метод. посіб. Херсон : ПП Вишемирський В. С., 2014. 328 с.

40. Жарких Ю. С., Лисоченко С. В., Сусь Б. Б., Третяк О. В. Міждисциплінарний підхід до створення віртуальних лабораторних практикумів // Вісник національного університеу «Львівська політехніка». Львів : Видавництво Львівської політехніки. 2013. № 775. С. 29–34.

41. Садовий М. І., Вовкотруб В. П., Трифонова О. М. Вибрані питання загальної методики навчання фізики : навчальний посібник [для студ. ф.-м. фак. вищ. пед. навч. закл.]. Кіровоград : ПП «Центр оперативної поліграфії «Авангард», 2013. 252 с.

42. Віртуальні лабораторії – Репозиторій цифрових ресурсів. URL: https://ele.zp.ua/repository/home/labs/ (дата звернення: 02.10.2025).

43. Найкращі інтернет-ресурси та віртуальні лабораторії для проведення дистанційних уроків. URL: https://myronivka-osvita.gov.ua/najkraschi-internetresursi-ta-virtualni-laboratorii-dlya-provedennya-distancijnih-urokiv-10-16-41-25-03-2021/ (дата звернення: 02.10.2025).

44. Методичні рекомендації «Лабораторні роботи з фізики». URL: https://naurok.com.ua/metodichni-rekomendaci-laboratorni-roboti-z-fiziki-235549.html (дата звернення: 02.10.2025).

45. Методичні рекомендації до лабораторних робіт з шкільного курсу фізики та методики її викладання (для студентів фізико-математичного факультету). URL: http://surl.li/nmhvg (дата звернення: 02.10.2025).

46. Збірник наукових праць студентів, аспірантів, докторантів і молодих вчених «Молода наука-2025» : у 5 т. / Запорізький національний університет. Запоріжжя : ЗНУ, 2025. С. 293.