

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра загальної та прикладної фізики**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

**на тему: «МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ
ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ СИМУЛЯТОРІВ
У НАВЧАННІ ФІЗИКИ ЗАКЛАДІВ ЗАГАЛЬНОЇ
СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ»**

Виконав студент: 2 курсу, групи 8.0141-ф-з
спеціальності 014 Середня освіта
(шифр і назва спеціальності)

Д.С. ЦВЕТОВ
(ініціали та прізвище)

Керівник Доктор фізико-математичних наук, доцент,
професор кафедри загальної та прикладної фізики
Смоляков О.В.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент Вчитель фізики Запорізької гімназії № 31,
спеціаліст вищої категорії, старший вчитель
Чельцова Є. Ю.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Математичний

Кафедра прикладної фізики

Рівень вищої освіти Магістр

Спеціальність 014 Середня освіта

Предметна спеціальність 014.08 Середня освіта (Фізика)

Освітня програма Середня освіта (Фізика)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Доктор фізико-математичних наук, доцент, професор кафедри загальної та прикладної фізики.

Смоляков О.В.

(підпис)

« » 2022 р.

ЗАВДАННЯ НА ВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Цвєтову Данилу Сергійовичу

(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема роботи Методичні особливості використання комп'ютерних симуляторів у навчанні фізики закладів загальної середньої освіти

керівник роботи Смоляков Олександр Васильович, Доктор фізико-математичних наук, доцент, професор кафедри загальної та прикладної фізики

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

затверджені наказом ЗНУ від « 16 » вересня 2022 року № 1207-с

2. Строк подання студентом роботи 18.11.2022

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 аналіз;

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 10.06.2022**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Розробка плану роботи.	21.06.2022	
2.	Збір вихідних даних.	05.07.2022	
3.	Обробка методичних та теоретичних джерел.	13.07.2022	
4.	Розробка першого розділу.	25.08.2022	
5.	Розробка другого розділу.	01.10.2022	
6.	Оформлення та нормоконтроль кваліфікаційної роботи.	16.11.2022	
7.	Захист кваліфікаційної роботи.		

Студент _____
(підпис)Д.С. ЦВЕТОВ
(ініціали та прізвище)Керівник роботи _____
(підпис)О.В. СМОЛЯКОВ
(ініціали та прізвище)**Нормоконтроль пройдено**Нормоконтролер _____
(підпис)О.В. СМОЛЯКОВ
(ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра «методичні особливості використання комп'ютерних симуляторів у навчанні фізики закладів загальної середньої освіти»: 46 сторінки, 13 рис., 4 таблиці.

КОМП'ЮТЕРНІ СИМУЛЯТОРИ, ФІЗИКА, ЗАКЛАДИ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

Об'єктом дослідження є процес навчання фізики в закладах середньої освіти.

Мета роботи: полягає в теоретичному обґрунтуванні та експериментальній перевірці методичних особливостей використання комп'ютерних симуляторів у навчанні фізики закладів загальної середньої освіти, а також довести ефективність їх впливу на навчальний процес та розвиток пізнавальних здібностей.

Методи дослідження – методи аналізу педагогічної і методичної літератури; узагальнення результатів вітчизняного і зарубіжного досвіду; якісний і кількісний аналіз результатів педагогічного експерименту.

Наукова новизна та теоретичне значення одержаних результатів: обґрунтовано та експериментально перевірено методичні особливості використання комп'ютерних симуляторів у навчанні фізики закладів загальної середньої освіти; набули подальшого розвитку теоретико-методичні підходи щодо організації комп'ютерного навчального моделювання у процесі вивчення фізики.

Практичне значення даної роботи: робота може бути використана у подальшому процесі викладання фізики. Особливо актуальним є застосування її під час дистанційного навчання

SUMMARY

Master's Qualification Thesis «Methodological Features of the Use of Computer Simulators in Teaching Physics in General Secondary Education» contains: 46 pages, 13 pictures, 4 tables.

COMPUTER SIMULATORS, PHYSICS, INSTITUTIONS OF GENERAL SECONDARY EDUCATION

The object of research is the process of teaching physics in secondary education.

Purpose: is to theoretically substantiate and experimentally test the methodological features of the use of computer simulators in teaching physics in general secondary education, as well as to prove the effectiveness of their impact on the educational process and the development of cognitive abilities.

Research methods – methods of analysis of pedagogical and methodological literature; generalization of results of domestic and foreign experience; qualitative and quantitative analysis of the results of the pedagogical experiment.

Scientific novelty and theoretical significance of the obtained results: methodical peculiarities of the use of computer simulators in teaching physics of general secondary education institutions are substantiated and experimentally tested; Theoretical and methodological approaches to the organization of computer training modeling in the study of physics have been further developed.

The practical significance of this work: the work can be used in the further process of teaching physics. Its use is especially relevant during distance learning.

ЗМІСТ

Завдання на валіфікаційну роботу.....	2
Реферат.....	4
Summary.....	5
Вступ.....	7
1 Сучасні підходи до використання комп'ютерних симуляторів у навчальному процесі з фізики у закладах загальної середньої освіти.....	10
1.1 Комп'ютерні симулятори у навчальному процесі з фізики	10
1.2 Дистанційне навчання як актуальна форма організації сучасного освітнього процесу	12
1.3 Проблемні питання дистанційної форми навчання. Комп'ютерні симулятори як вихід з цього положення.....	14
2 Методичні підходи до використання комп'ютерних симуляторів у навчальному процесі з фізики та астрономії.....	18
2.1 Теоретичні відомості про онлайн платформу spacegid та комп'ютерний симулятор solar system score	18
2.2 Проведення експериментальних робіт з фізики за допомогою комп'ютерного симулятора solar system score	24
3 експериментальна перевірка результатів дослідження.....	31
3.1 Організація і проведення педагогічного експерименту.....	31
3.2 Аналіз результатів педагогічного експерименту.....	35
Висновки.....	41
Перелік посилань.....	43

ВСТУП

В поточній програмі навчання фізики [1], яка затверджена МОН України, багато уваги приділяється інтерактивному навчанню та експериментальній складовій. Ознайомлення школярів із методами та прийомами наукового дослідження сприяє розвитку у них цілеспрямованості та самостійності при плануванні та виконанні експериментальних завдань, а також глибокому засвоєнню нових знань.

Сучасні тенденції в освіті потребують вдосконалення методів вивчення фізики, при цьому особлива увага надається використанню симуляцій фізичних процесів. Це зумовлено тим, що: фізика беззаперечно є експериментальною наукою; система різних видів експериментальної діяльності сприяють не тільки глибокому засвоєнню учнями програмного матеріалу, а і їх особистій реалізації як дослідників; використання симуляцій дозволяє продемонструвати та виконати такі досліди, які не можливо провести в реальних умовах[2].

Оскільки в сучасних умовах фізика є новим напрямком розвитку нової української школи, то актуальним питанням є розробка методичних особливостей використання комп'ютерних симуляторів у навчанні фізики закладів загальної середньої освіти.

Об'єктом дослідження є процес навчання фізики в закладах середньої освіти.

Предмет дослідження – методичні особливості використання комп'ютерних симуляторів у навчанні фізики закладів загальної середньої освіти.

Мета дослідження полягає в теоретичному обґрунтуванні та експериментальній перевірці методичних особливостей використання комп'ютерних симуляторів у навчанні фізики закладів загальної середньої освіти, а також довести ефективність їх впливу на навчальний процес та розвиток пізнавальних здібностей.

У ході роботи були виконані такі завдання:

1. На основі аналізу педагогічної літератури та практики обґрунтувати методичні особливості використання комп'ютерних симуляторів у навчанні фізики закладів загальної середньої освіти, розглянути ступінь розроблення цієї проблеми на сучасному етапі.

2. Розробити методичні засади використання комп'ютерних симуляторів під час проведення лабораторних робіт з фізики та астрономії в закладах загальної середньої освіти.

3. Впровадити в освітній процес з фізики запропоновані методичні засади та довести їх ефективність шляхом проведення педагогічного експерименту.

Методи дослідження – методи аналізу педагогічної і методичної літератури; узагальнення результатів вітчизняного і зарубіжного досвіду; якісний і кількісний аналіз результатів педагогічного експерименту. Теоретичне моделювання використання системи комп'ютерного моделювання; перевірка ефективності системи навчального експерименту на основі комп'ютерних симуляцій шляхом порівняльного аналізу успішності, якісний і кількісний аналіз результатів педагогічного експерименту.

Наукова новизна та теоретичне значення одержаних результатів: обґрунтовано та експериментально перевірено методичні особливості використання комп'ютерних симуляторів у навчанні фізики закладів загальної середньої освіти; набули подальшого розвитку теоретико-методичні підходи щодо організації комп'ютерного навчального моделювання у процесі вивчення фізики.

Практичне значення даної роботи: робота може бути використана у навчанні фізики в закладах загальної середньої освіти. Особливо актуальним є застосування під час дистанційного навчання комп'ютерних симуляторів як одного із засобів самостійного засвоєння навчального матеріалу учнями.

Апробація роботи відбувалася в рамках університетської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених ЗНУ «Молода

наука-2022», а також на науково-методичному засіданні кафедри загальної та прикладної фізики ЗНУ (протокол № 4 від 29.11.2022).

Кваліфікаційна робота магістра містить: вступ, 3 розділи, висновки, перелік посилань (25 джерел), 13 рисунків, 4 таблиці.

1 СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ СИМУЛЯТОРІВ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ З ФІЗИКИ У ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

1.1 Комп'ютерні симулятори у навчальному процесі з фізики

Комп'ютерні симулятори - це комп'ютерні програми, які дозволяють проводити досліди без безпосереднього контакту з реальною установкою [3].

Використання комп'ютерних симуляторів у навчальному процесі з фізики надає можливість учню провести експерименти з обладнанням та матеріалом, якими він не має можливості скористатися через відсутність реальної лабораторії, отримати практичні навички проведення експериментів, детально ознайомитися з комп'ютерною моделлю та процесом роботи унікальної апаратури, досліджувати небезпечні у реальній ситуації процеси та явища, не побоюючись за можливі наслідки [4].

Таким чином, комп'ютерні симулятори можна використовувати для:

1. Підготовки учнів до реальних процесів за допомогою виконання лабораторних робіт;
2. Занять, якщо немає відповідних матеріалів, реактивів та обладнання;
3. Дистанційного навчання;
4. Самоосвіти;
5. Проведення експериментальних досліджень та наукової роботи[5].

Якщо порівнювати комп'ютерні симулятори та реальні лабораторії, можна виділити такі переваги комп'ютерних симуляторів:

1. Для проведення різноманітних лабораторних робіт немає необхідності купувати дороге обладнання. Внаслідок недостатнього фінансування у більшість лабораторій встановлено старе обладнання, яке може давати не точні результати дослідів або спотворювати їх та служити потенційним джерелом небезпеки для учнів. Крім цього, існують області, де

крім обладнання необхідно закуповувати витратні матеріали, ціни на які досить високі;

2. Можливість моделювання великого набору процесів, перебіг яких тяжкий у реальних лабораторних умовах;

3. Безпека – це ще одна важлива причина та перевага використання віртуальних лабораторій, особливо в тих випадках, коли йде робота з небезпечними матеріалами та високовольтними пристроями;

4. Докладна та багатостороння візуалізація на комп'ютері. В даний час сучасні комп'ютерні технології дозволяють побачити та спостерігати в динаміці процеси, які важко розрізнити в реальних умовах без використання спеціалізованої техніки;

5. Можливість «масштабування» часу. Це означає, що дослід або лабораторну роботу можна спостерігати в уповільненому режимі процес, що протікає в дуже короткий час (у частках секунди) або навпаки прискорити процес, що протікає тривалий час (триває протягом декількох років), і це, у свою чергу, дає можливість глибше проникати у тонкощі процесів;

6. Завдяки тому, що при моделюванні віртуального процесу керування здійснюється через комп'ютер, з'являється можливість проведення множини дослідів з різними значеннями вхідних параметрів, необхідних для визначення необхідного результату [6].

Комп'ютерні симулятори створюються з метою імітації реального лабораторного середовища і вироблених у ньому процесів, і водночас моделювання навчального середовища, в якому учні трансформують свої теоретичні знання в практичні знання та навички експериментальним шляхом. Також комп'ютерні симулятори можуть давати учням значні віртуальні відчуття, за допомогою яких з'являється спосіб повторити будь-який невдалий експеримент чи розширити знання у практичній частині. Застосування комп'ютерних симуляторів сприятиме підвищенню ефективності при реалізації навчальних та практичних занять, засвоєнню навчально-методичних матеріалів, а також результативності навчання загалом [7].

1.2 Дистанційне навчання як актуальна форма організації сучасного освітнього процесу

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. Дистанційне навчання дає змогу впроваджувати інтерактивні технології викладення матеріалу, здобувати повноцінну освіту, підвищувати кваліфікацію співробітників у територіально розподілених місцях. Процес навчання може відбуватися будь-де і будь-коли, єдина умова – доступ до мережі Інтернет [8].

Серед переваг дистанційного навчання можна виділити:

1. Актуальність, що передбачає використання найсучасніших засобів для здобуття інформації, ІКТ та можливостей Інтернету;
2. Порівняно більші обсяги інформації, яку можна отримати в умовах дистанційного навчання у коротші строки;
3. Зручність, за якої кожен студент має можливість обрати власний ритм та режим отримання знань у комфортній для нього обстановці, що сприятливо вплине на сам процес навчання;
4. Індивідуалізація, що дає змогу кожному студенту узгодити навчання зі своїми потребами;
5. Доступність, що передбачає економію часу та коштів за рахунок використання навчальних приміщень та представлення вільного доступу до навчальних матеріалів;
6. Гнучкість, яка надає можливість викладати матеріал відповідно до рівня підготовки та базових знань студентів, створюючи додаткові сайти з необхідною інформацією та сайти, на яких студенти можуть обмінюватися

інформацією, відповідаючи на запитання один одного та навчатися, навчаючи інших;

7. Відсутність географічних бар'єрів, за якої відпадає необхідність дорогого переїзду та проживання в інших країнах, а натомість надається можливість спілкування з викладачами та студентами по всьому світу без обмежень [9].

Проте, система дистанційного навчання має і недоліки:

1. Для успішної корекції навчання та адекватного оцінювання важливо мати безпосередній контакт із здобувачем;

2. Неможливо точно перевірити, чи саме та людина працює, виконує завдання чи це робить хтось інший. Тому остаточний контроль якості знань все ж таки проводиться на очній сесії;

3. Не у всіх населених пунктах є можливість доступу до мережі Інтернет-зв'язку;

4. При дистанційному навчанні втрачається безпосередній контакт між викладачем та студентом. При тривалому дистанційному навчанні студент перестає правильно формулювати свої думки, висловлюватись та проводити дискусійне обговорення[10].

Разом з тим, така форма навчання потребує свідомого і мотивованого підходу до отримання освіти. Можливість навчатися у зручний час може перетворитися не на систематичне навчання, а на постійну прокрастинацію цього виду діяльності. Саме тому дистанційна форма потребує особливої самоорганізованості та вміння розрахувати свій час [11].

Досвід використання дистанційної форми навчання виявив іще одну особливість, а саме – велике навантаження на зір у зв'язку з необхідністю тривалий час перебувати за комп'ютером[12].

Тому, застосовуючи дистанційну форму навчання потрібно урізноманітнювати її види. Найбільш поширеними є наступні види дистанційних технологій:

1. Чат-заняття, які проводяться синхронно, коли всі учасники мають одночасний доступ до чату;
2. Веб-заняття, або дистанційні лекції, конференції, семінари, ділові ігри, лабораторні роботи, практикуми та інші форми навчальних занять, що проводяться за допомогою засобів телекомунікацій та інших можливостей інтернету;
3. Телеконференції, що проводяться, на основі списків розсилки з використанням електронної пошти. Для навчальних телеконференцій характерно досягнення освітніх завдань[13].

Однак не всі знання можна отримати дистанційно. Так, наприклад, навчитися самостійно деяким видам творчої діяльності, при відсутності прямого контакту учня і вчителя, практично неможливо. Одна з головних проблем запровадження інноваційних форм навчання є вибір оптимального співвідношення найкращих традицій наявної освітньої системи, сучасних педагогічних інновацій та інструментарію інформаційно-комунікаційних технологій. Як свідчить практика і деякі дослідження, тенденція навчання чітко розвивається в напрямку змішаного навчання як процесу, котрий створює комфортне інформаційне освітнє середовище, системи комунікацій, що надають всю необхідну навчальну інформацію [14].

1.3 Проблемні питання дистанційної форми навчання. Комп'ютерні симулятори як вихід з цього положення

Наше сьогодні не дає змоги працювати навчальним закладам постійно у звичному режимі. На заміну прийшло дистанційне навчання. Якщо в умовах пандемії це були короткотривалі відрізки часу, то під час воєнного стану в країні швидке завершення онлайн-навчання не є таким прозорим. Дистанційне навчання стало нагальною потребою, а не додатковим варіантом заміщення отримання освіти.

Швидка адаптація до змін та певна цифрова грамотність педагогів дала можливість освітянам певним чином продовжити свою роботу. Наразі гостро стоїть питання у покращенні рівня викладання в умовах дистанційного навчання для втримання рівня якості освіти наших дітей, адже онлайн уроки не можуть повноцінно замінити живе спілкування та співпрацю з учнями, яка була під час навчання у закладах освіти.

Важливо пам'ятати, що сучасні діти живуть у світі, де чільне місце посідає інформаційна культура, тому більшість з учнів віддають перевагу саме дистанційному навчанню, де вони можуть підлаштувати темп навчання під себе, мінімізувати психологічне та фізичне навантаження[15].

Але важливою умовою такого навчання є відхід від старих стереотипів та вміння перелаштуватися під нові технології та вимоги. Наразі не так часто зустрічаються вчителі, у яких поєднується і великий досвід роботи, і технологічна грамотність та здатність до швидких змін. Вчителю необхідно володіти сучасними методами та освітніми технологіями, щоб бути на одному рівні з дитиною; бути цікавим під час викладання матеріалу, щоб втримати увагу дитини, яка знаходиться по інший бік екрану [16].

В наш буремний час 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. Адже учням теж важко: вони зростають в епоху інформаційних технологій і їм важко годинами слухати викладачів та записувати конспекти: байдуже, це онлайн або офлайн[17].

Не секрет, що для демонстрації фізичного досліду під час дистанційного навчання учні не завжди мають необхідне обладнання, тож нерідко доводиться обходитися теоретичним розглядом матеріалу. Але фізика зароджувалась як практична наука, експериментальна, без використання фізичного досліду неможливо якісно і ефективно викладати цей предмет.

На допомогу вчителю фізики, науки, яка має експериментальну складову і потребує залучення учнів до планування та виконання фізичного експерименту, приходять комп'ютерні 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.

Експериментальна діяльність на уроках фізики, навіть під час дистанційного навчання, передбачає оволодіння певними знаннями, методами та вміннями, але також і сформованістю певного стилю мислення, усвідомленості не лише результатів своєї діяльності, а й самого процесу цієї діяльності, розуміння фізичних подій, явищ та законів, а також допомагає глибше зрозуміти фізичний процес, його перебіг за різних умов, за різних значень вихідних параметрів тощо.

Це все стає можливим завдяки комп'ютерні симуляціям, оскільки через віртуальну дію можна досягнути певні принципи фізичних законів, переконатися у справедливості тверджень та дослідити процеси, які не можливо відтворити у повсякденному житті, учні можуть досліджувати причинно-наслідкові зв'язки навіть за відсутності прямих інструкцій. Це дає змогу для дослідження нових можливостей для експериментування, швидко повторюваність, і можливість зробити видимими основні деталі і механізми. Варто зауважити, що симуляції є безпечними у використанні та створені на основі наукових педагогічних робіт і спонукають учнів до навчальних досліджень і експериментування, використовуючи інтуїцію в середовищі, подібному до гри[18].

Зазначимо, 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 відео-матеріал, отриманий на екрані комп'ютера[19].

Отже, було обґрунтовано важливість використання комп'ютерних симуляторів у шкільному курсі фізики:

- як незамінимий метод при дистанційній формі навчання;
- реальний експеримент замінюється на комп'ютерний, що дозволяє учням виконувати лабораторні роботи у зручному місці та у будь який час;
- можна розширити спектр лабораторних робіт і забезпечити проведення в тих темах, де раніше важко було здійснити їх виконання, а тепер це стало можливим завдяки використанню комп'ютерних симуляторів.

2 МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ СИМУЛЯТОРІВ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ З ФІЗИКИ ТА АСТРОНОМІЇ

2.1 Теоретичні відомості про онлайн платформу spacegid та комп'ютерний симулятор Solar System Scope


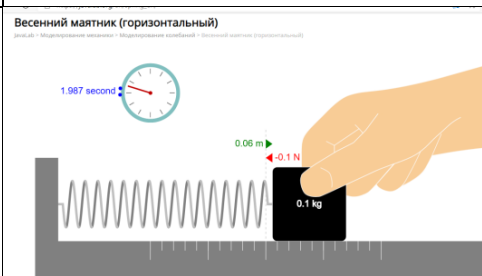
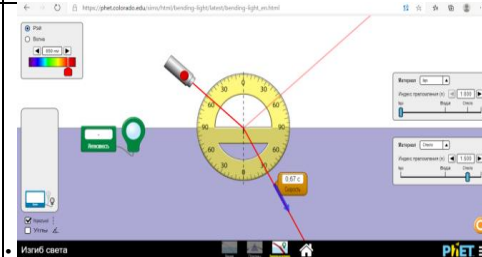
Існує багато популярних комп'ютерних симуляторів з фізики та астрономії, які ми можемо наприклад знайти на таких онлайн платформах як <https://www.vascak.cz>, <http://www.falstad.com>, <https://interactives.ck12.org>, <https://javalab.org/en>, <https://phet.colorado.edu>, <https://ua.mozaweb.com>.

Проведемо аналіз цих онлайн платформ, результати якого представлені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 — Аналіз онлайн платформ з комп'ютерними симуляторами

Посилання	Особливості	Приклад графіки та зображення
1	2	3
https://www.vascak.cz/physicsanimations.php?l=ua	<ul style="list-style-type: none"> • Не потребує реєстрації на сайті. • Зображення приладів не символічне, а наближене до реального. • Можна використовувати для проведення лабораторних робіт (дистанційно) 	
http://www.falstad.com	<ul style="list-style-type: none"> • Не потребує реєстрації на сайті. • Можливі повноекранні демонстрації. • Відсутня реклама. 	

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
<p>https://interactives.cck12.org/simulations/physics.html</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Повноекранна демонстрація. • Відсутня реклама на сайті. • Дає візуальну відповідь на поставлене питання. • Якісна графіка. • Має пояснення не лише яскравою анімаційною картинкою, а й схематично, що робить платформу зручною для розв'язання якісно-кількісних задач. 	
<p>https://javalab.org/en</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Платформа систематизована за розділами фізики. • Є можливість самостійно створювати симуляції. 	<p>Весенний маятник (горизонтальный)</p> 
<p>https://phet.colorado.edu/</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Велика кількість симуляцій українською мовою. • Високий рівень інтерактивності. • Якісна графіка. • Зручні у використанні. • Легко змінювати параметри пристроїв. • Відкриваються повноекранно. • Дає можливість розв'язувати якісно-кількісні та експериментальні задачі. • Можна використовувати для виконання лабораторних робіт (дистанційне навчання). 	

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
https://ua.mozaweb.com/	<ul style="list-style-type: none"> • Католог 3D-демонстрацій. • Яскраві, змістовні, є можливість подивитися у вигляді відеоролика. • Можна обирати мову озвучки (використовувати при проведенні уроків з вчителями іноземних мов). • Легкі при використанні. 	

На мою думку, увагу заслуговує не дуже відома, але цікава онлайн платформа spacegid <https://spacegid.com> (рис. 2.1), на сторінках якої можемо знайти інтерактивні симулятори які пов'язані фізикою та астрономією, а також безліч цікавих і пізнавальних статей, присвячених як планетам та їх супутникам, так і різноманітним туманностям, галактикам, чорним діркам, нейтронним зіркам та екзопланетам [20].



Рисунок 2.1 – онлайн платформа spacegid

З тією величезною кількістю астрономічної інформації, яку ми можемо знайти в інтернеті, на мій погляд, на онлайн платформі spacegid, зібрані найцікавіші події та явища. Ця онлайн платформа містить:

1. Безліч різноманітної інформації про навколишній простір;
2. Цілу колекцію інтерактивних астрономічних симуляторів;
3. Інфографіку, яка наочно демонструє астрономічні явища чи об'єкти.

Уся інфографіка взята з авторитетних зарубіжних ресурсів, таких як NASA, ESA та інші;

4. Відео та анімацію.

Переглядаючи цю онлайн платформу, можна побачити, що автор у кожній статті намагається максимально розбавити текст наочними фотографіями та відео. Все це спрямоване на те, щоб на сторінках онлайн платформи можна було отримати вичерпну інформацію та із задоволенням провели час [21].

Приклади комп'ютерних симуляторів які розміщені на онлайн платформі spacegid, зображено на рисунку 2.2.



Рисунок 2.2 – Приклади симуляторів онлайн платформи spacegid

Серед різних комп'ютерних симуляторів які ми можемо знайти на платформі spacegid, я би хотів розглянути Solar System Scope <https://spacegid.com/3d-model-solnechnoy-sistemyi.html> (рис. 2.3 та рис. 2.4).



Рисунок 2.3 – Комп'ютерний симулятор Solar System Scope



Рисунок 2.4 – Комп'ютерний симулятор Solar System Scope

Комп'ютерний симулятор Solar System Score являє собою інтерактивну 3D модель Сонячної системи, планет і нічного неба. Ця модель складається з 3-х видів (геліоцентричний, геоцентричний та панорамний), у тому числі вона містить:

1. Точні позиції всіх небесних тіл, відповідно до розрахунків NASA;
2. Схему відстаней та розмірів планет та їх руху;
3. Калькулятор для вимірювання відстаней між небесними тілами [22].

Комп'ютерний симулятор Solar System Score допоможе вам дізнатися детальну інформацію про найбільші об'єкти Сонячної системи. Цей симулятор мстить такі розділи:

1. Усі існуючі планети Сонячної системи: їх імена, орбіти, їх маси, атмосфера, відстань до Землі та Сонця, вид планет із Землі;
2. Всі об'єкти каталогу Месьє;
3. Найближчі зірки.

На карті зоряного неба Землі можна переглянути фактичне розташування сузір'їв, їх назви. Також, карта показує назви та місце розташування на зоряному небі зірок – гігантів.

Щоб змінити параметри відображення карти, натисніть на значок "шестерні" у лівому куті екрану. У цьому меню ви зможете вибрати моделі відображення карти, розміри та об'єкти для перегляду. Піктограма підзорної труби дозволяє переключити карту в режим перегляду сузір'їв.

У вас є можливість змінити дату перегляду, щоб побачити, як виглядатиме Сонячна система в минулому чи майбутньому.

Багато цікавих параметрів містить комп'ютерний симулятор Solar System Score, він дозволяє спостерігати за найближчими астрономічними об'єктами, користувачі цього симулятора можуть грати, пізнаючи Всесвіт. Багато вчителів використовують цю 3D модель на уроках фізики та астрономії як практичне джерело, здатне показати і пояснити події в нашій Сонячній системі.

Крім перегляду симулятора у веб браузері, є можливість завантажити мобільну <https://play.google.com/store/apps/details?id=air.com.eu.inove.sss2> та десктопну <https://www.solarsystemscope.com/download> версію програми [23].

2.2 Проведення експериментальних робіт з фізики за допомогою комп'ютерного симулятора Solar System Scope

Тема уроку: «Вивчення законів Кеплера».

У шкільній навчальній програмі з астрономії є тема «Вивчення законів Кеплера» і за цією темою передбачено завдання яке полягає в перевірці третього закону Кеплера.

Вчитель може сформулювати третій закон Кеплера так: «Квадрати періодів обертання планет навколо Сонця відносяться, як куби великих півосей орбіт планет»:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3},$$

де T_1 та T_2 – періоди обертання двох планет навколо Сонця, а a_1 та a_2 – довжина великих півосей їх орбіт. Твердження справедливе також для супутників[24].

Учні мають обрати дві планети або два супутника і дізнатися їх періоди обертання та довжини великих півосей їх орбіт за допомогою комп'ютерного симулятора Solar System Scope, а потім підставити отримані дані у формулу.

Учень може перевірити третій закон Кеплера на прикладі двох супутників Марсу – Фобоса та Деймоса. За допомогою симулятора Solar System Scope він можемо дізнатися необхідні дані, для цього йому необхідно буде виконати наступні дії:

1. Два рази натиснути на планету Марс, таким чином наблизиться до цієї планети;

2. Обирає необхідний супутник та натискає на його маленьке зображення, яке з'явилося у правому куті екрану;

3. Обирає пункт «Енциклопедія» і таким чином побачить характеристики супутника.

Характеристики супутників Марсу – Фобоса та Деймоса зображено на рисунку 2.5 та на рисунку 2.6.



Рисунок 2.5 – Характеристики Фобоса



Рисунок 2.6 – Характеристики Деймоса

Учень за допомогою комп'ютерного симулятора Solar System Scope з'ясував, що періоди обертання Фобоса дорівнює 7 год. 39 хв. = 27540 с., а Деймоса - 1,26 дня = 108864 с. Велика півось орбіти Фобоса дорівнює 9387 км, а Деймоса - 23481 км. Після цього підставляє отримані данні у формулу для розрахунку третього закону Кеплера:

$$\frac{27540^2}{108864^2} = \frac{9387^3}{23481^3} \Rightarrow \frac{758451600}{11851370496} = \frac{827142723603}{12946422193641} \Rightarrow 0,064 = 0,064.$$

Отримані результати збіглися і таким чином учень робить висновок, що третій закон Кеплера перевірено правильно.

Тема уроку: «Вивчення фізичних характеристик планет сонячної системи».

У шкільній навчальній програмі з астрономії передбачена тема «Вивчення фізичних характеристик планет сонячної системи» і мета цієї роботи полягає в тому, що учні мають навчитися визначати фізичні характеристики планет сонячної системи.

Комп'ютерний симулятор Solar System Score допоможе учням дізнатися фізичні характеристики планет сонячної системи і для цього вони мають виконати наступні дії:

1. Натиснути на планету, у якої хочуть дізнатися фізичні характеристики, наприклад нехай це буде Меркурій;
2. Натиснути на її маленьке зображення, яке з'явилося у правому куті екрану;
3. Фізичні характеристики Меркурія, учні можуть переглянути у пунктах «Енциклопедія» та «Структура», які з'явилися у лівому куті екрану.

Фізичні характеристики Меркурія з пункту «Енциклопедія» зображено на рисунку 2.7, а фізичні характеристики з пункту «Структура» зображено на рисунку 2.8.

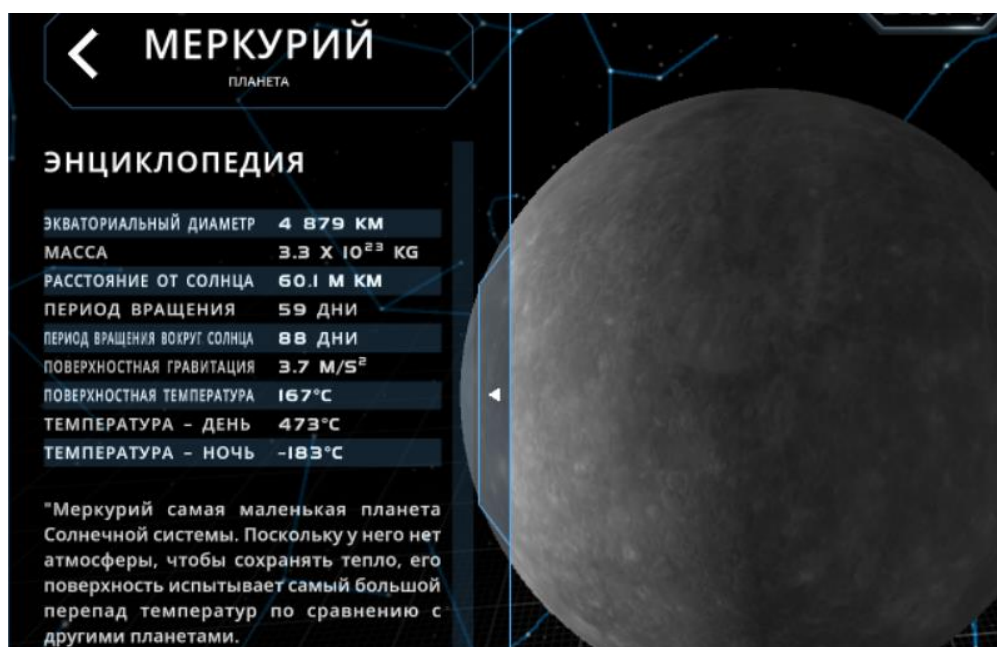


Рисунок 2.7 – Фізичні характеристики Меркурія з пункту «Енциклопедія»

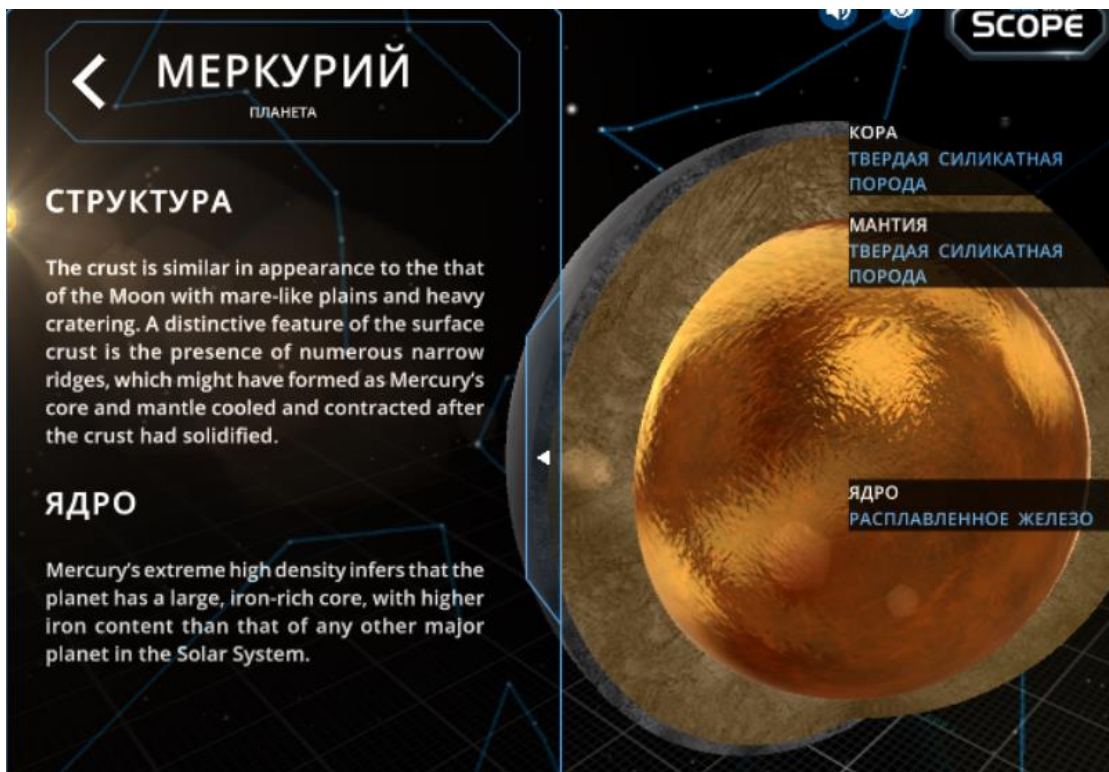


Рисунок 2.8 – Фізичні характеристики Меркурія з пункту «Структура»

Тема уроку: «Дослідження найближчих зірок».

У шкільній навчальній програмі з астрономії є тема «Дослідження найближчих зірок» і за цією темою передбачено завдання яке полягає в тому, що учні мають навчитися досліджувати зірки.

Крім вивчення об'єктів сонячної системи, комп'ютерний симулятор Solar System Scope дозволяє досліджувати найближчі зірки, для цього учням необхідно буде виконати наступні дії:

1. Натиснути на значок у вигляді кіл, в лівому куті екрану;
2. Натиснути на пункт Star Explore;
3. Обрати зірку, наприклад учень обирає Альфа Центавра та Сіріус;
4. Натиснути маленьке зображення зірки, яке з'явилося у правому куті екрану;
5. Характеристики зірок учні можуть знайти у пункті «Енциклопедія».

Характеристики зірки Альфа Центавра зображено на рисунку 2.9, а характеристики зірки Сіріус зображено на рисунку 2.10.

ALPHA CENTAURI
TRIPLE STAR SYSTEM

ЭНЦИКЛОПЕДИЯ

СОЗВЕЗДИЕ	ЦЕНТАВР
РАССТОЯНИЕ	4.37 LY
ВИДИМАЯ ЗВЁЗДНАЯ ВЕЛИЧИНА	-0.27
ПРЯМОЕ ВОСХОЖДЕНИЕ	14° 39' 36.49"
СКЛОНЕНИЕ	-60° 50' 02.37"
ДРУГИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ	ALPI CEN, HIP 71683, HD 128620, HR 5459

RIGIL KENTAURUS
[ALPHA CENTAURI A]
ЖЕЛТЫЙ КАРЛИК

СПЕКТРАЛЬНЫЙ КЛАСС	G2V
РАДИУС	1.22 X СОЛНЦЕ
МАССА	1.1 X СОЛНЦЕ
ПОВЕРХНОСТНАЯ ТЕМПЕРАТУРА	5 790K [5 520°C]

TOLIMAN
[ALPHA CENTAURI B]
ORANGE КАРЛИК

Рисунок 2.9 – Характеристики зірки Альфа Центавра

SIRIUS
BINARY STAR SYSTEM

ЭНЦИКЛОПЕДИЯ

СОЗВЕЗДИЕ	БОЛЬШОЙ ПЕС
РАССТОЯНИЕ	8.6 LY
ВИДИМАЯ ЗВЁЗДНАЯ ВЕЛИЧИНА	-1.47
ПРЯМОЕ ВОСХОЖДЕНИЕ	06° 45' 08.92"
СКЛОНЕНИЕ	-16° 42' 58.02"
ДРУГИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ	9 ALP CMA, HIP 32349, HD 48915, HR 2491

SIRIUS A
MAIN SEQUENCE STAR

СПЕКТРАЛЬНЫЙ КЛАСС	A0mAlVa
РАДИУС	1.71 X СОЛНЦЕ
МАССА	2.06 X СОЛНЦЕ
ПОВЕРХНОСТНАЯ ТЕМПЕРАТУРА	9 940K [9 670°C]

SIRIUS B
WHITE DWARF

Рисунок 2.10 – Характеристики зірки Сіріус

Отже, було розроблено методичні засади використання комп'ютерних симуляторів під час проведення лабораторних робіт з фізики, основна ідея яких полягає в тому що вони дозволяють:

- вчителю, який проводить лабораторні роботи, мати можливість демонструвати їх виконання на комп'ютері;
- учням, виконувати лабораторні роботи як у школі під вчительським контролем так і самостійно дома, без будь-яких труднощів;
- діагностувати рівень сформованості знань та умінь учнів після проведення лабораторних робіт.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Організація і проведення педагогічного експерименту

Педагогічний експеримент проводився на базі Запорізького ліцею №105 Запорізької міської ради в двох навчальних групах 11 класу. Перша група – експериментальна, яка крім основного викладу навчального матеріалу (теорії і задачі), використовувала комп'ютерні симулятори. Друга група учасників експерименту була контрольною, яка засвоювала знання за стандартною програмою. Всього в експерименті взяли участь 46 учнів.

Під час проведення експерименту учні вивчали тему «Наша сонячна система». Учасникам були запропоновані самостійні роботи, які проводились на початку та у підсумку експерименту.

Перша самостійна робота містила 9 завдань. Завдання з 1 по 6 – це тести, кожне питання оцінювалось в 1 бал. Завдання з 7 по 9 – це відкриті питання, кожне питання оцінювалось в 2 бали. За певну набрану кількість балів учень отримує відповідний результат: 1-3 бали – незадовільна оцінка (низький рівень), 4-6 – задовільна оцінка (середній рівень), 7-9 – добре (достатній рівень), 10-12 – відмінно (високий рівень).

Нижче наведені завдання самостійної роботи №1, яка проводились на початку експерименту.

1. Найближча до Землі зоря – це ...

- а) Проксима Центавра
- б) Проціон
- в) Сіріус
- г) Сонце
- д) Зоря Барнарда

2. Планета яка має найбільшу кількість природних супутників – це ...

- а) Сатурн
- б) Уран
- в) Нептун
- г) Юпітер
- д) Меркурій

3. На якій планеті помічено велику Червону Пляму?

- а) Нептун
- б) Уран
- в) Марс
- г) Юпітер
- д) Меркурій

4. Чому дорівнює температура Сонця у ядрі?

- а) 5000 К.
- б) 10 000 К.
- в) 200 000 К.
- г) 15 000 000 К.
- д) 200 000 000 К.

5. Яка з цих планет належить до планет земної групи?

- а) Юпітер
- б) Уран;
- в) Венера;
- г) Сатурн;
- д) Нептун

6. *Яка з цих планет належить до планет-гігантів?*

- а) Меркурій;
- б) Марс;
- в) Венера;
- г) Сатурн;
- д) Земля

7. *Напишіть що вивчає Астрофізика?*

8. *Сформулюйте перший закон Кеплера.*

9. *Напишіть чому сучасні наземні астрономічні обсерваторії, як правило розміщують високо в горах?*

Після проведення педагогічного експерименту учні виконали самостійну роботу №2 за темою «Наша сонячна система». Вона складалась з 9 завдань. Завдання з 1 по 6 – це тести, кожне питання оцінювалось в 1 бал. Завдання з 7 по 9 – це відкриті питання, кожне питання оцінювалось в 2 бали. За певну набрану кількість балів учень отримує відповідний результат: 1-3 бали – незадовільна оцінка (низький рівень), 4-6 – задовільна оцінка (середній рівень), 7-9 – добре (достатній рівень), 10-12 – відмінно (високий рівень).

Нижче наведені завдання самостійної роботи №2, яка проводилась після проведення педагогічного експерименту.

1. *Поверхня яких з цих об'єктів Сонячної системи сильно вкрита кратерами?*

- а) Меркурій і Марс
- б) Місяць і Сонце
- в) Венера і Земля
- г) Місяць і Меркурій
- д) Земля і Сонце

2. Вкажіть правильне розташування планет земної групи за порядком віддалення від Сонця.

- а) Меркурій, Венера, Земля, Марс;
- б) Венера, Меркурій, Земля, Марс;
- в) Меркурій, Марс, Земля, Венера;
- г) Венера, Марс, Земля, Меркурій;

3. Вкажіть правильне розташування планет-гігантів за порядком віддалення від Сонця.

- а) Юпітер, Сатурн, Уран, Нептун;
- б) Уран, Сатурн, Юпітер, Нептун;
- в) Нептун, Сатурн, Юпітер, Уран;
- г) Сатурн, Юпітер, Нептун, Уран;

4. Діаграма Герцшпрунга-Рассела - це розподіл зір за...

- а) Хімічним складом
- б) Розміром
- в) Розташуванням
- г) Спектрами
- д) Віком зірок

5. Що таке Сидеричний Місяць ?

- а) Проміжок часу між молодиком і повним Місяцем;
- б) Період обертання Місяця навколо Землі відносно зір.
- в) Проміжок часу між двома повними затемненнями Місяць;
- г) Проміжок часу між двома послідовними однаковими фазами Місяця.
- д) Період обертання місяць навколо своєї осі

6. Скільки триває найвідоміший цикл Сонячної активності ?

- а) 5 років*
- б) 10 років*
- в) 11 років*
- г) 15 років*
- д) 21 рік*

6. Напишіть що вивчає астрометрія?

7. Сформулюйте другий закон Кеплера?

9. Напишіть у якій країні було виведено в космос перший супутник Землі?

3.2 Аналіз результатів педагогічного експерименту

Проведений експеримент показав, що використання комп'ютерних симуляторів в навчальному процесі сприяло кращому засвоєнню учнями знань. Результати учнів експериментальної групи були вищими у порівнянні з учнями контрольної групи.

Проаналізуємо більш детально результати які були отримані до та після проведення педагогічного експерименту. Перед початком педагогічного експерименту учні обох навчальних груп виконали однаково самостійну роботу з теми «Наша сонячна система». Був проведений аналіз рівня навчальних досягнень учнів, результати якого представлені у таблиці 3.1 та на рисунку 3.1.

Таблиця 3.1 — Рівень навчальних досягнень учнів на початку експерименту

Рівень підготовки	Кількість учнів контрольної групи	Кількість учнів експериментальної групи
Початковий	4	5
Середній	7	9
Достатній	9	8
Високий	2	2

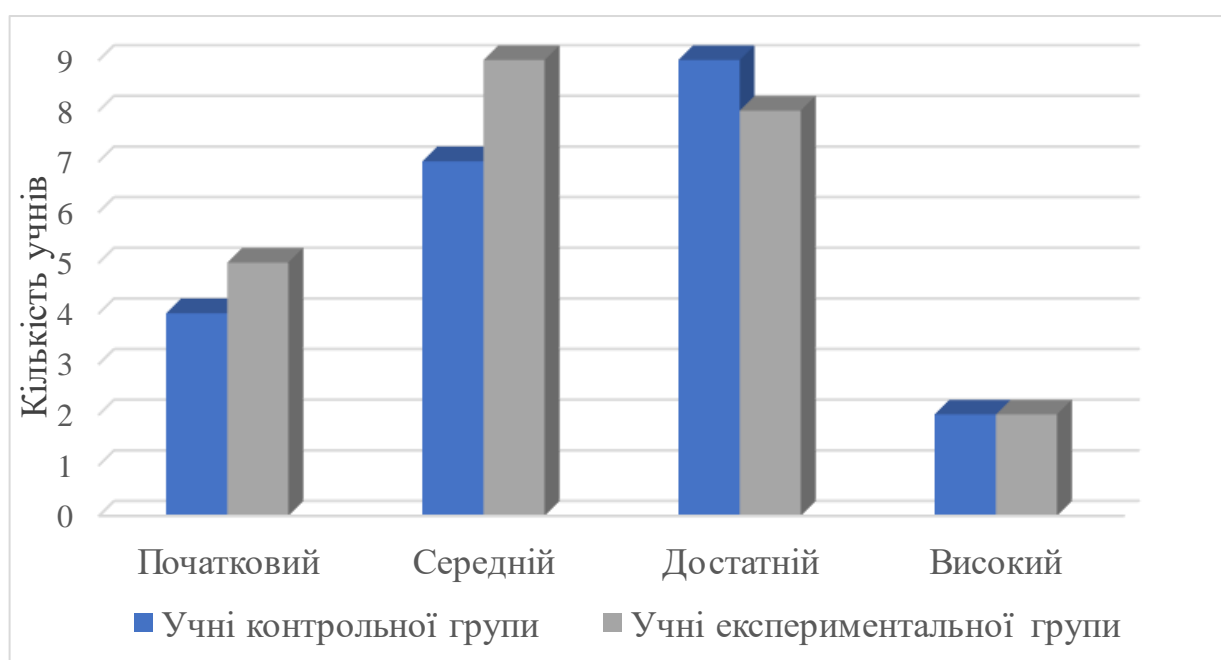


Рисунок 3.1 – Співвіднесення результатів навчальних досягнень учнів контрольної групи та експериментальної групи на початку експерименту

Як бачимо, рівень підготовки учнів на початку експерименту з обох груп приблизно однаковий. Тому отримані результати після проведення педагогічного експерименту можна вважати досить точними.

Під час проведення педагогічного експерименту, навчання відбувалось в дистанційному форматі. В контрольній групі учні здобували знання за традиційною системою, виконували лабораторні роботи переглядаючи відео

дослід (мультимедійний додаток до підручника). В експериментальній групі учні не тільки засвоювали теоретичні знання, а й застосовували їх на практиці, використовуючи комп'ютерні симулятори з фізики та астрономії на онлайн платформі sрасегid. Результати другої самостійної роботи наведені в таблиці 3.2 та на рисунку 3.2.

Таблиця 3.2 — Результати самостійної роботи після проведеного експерименту

Рівень підготовки	Кількість учнів контрольної групи	Кількість учнів експериментальної групи
Початковий	4	2
Середній	9	6
Достатній	9	13
Високий	0	3

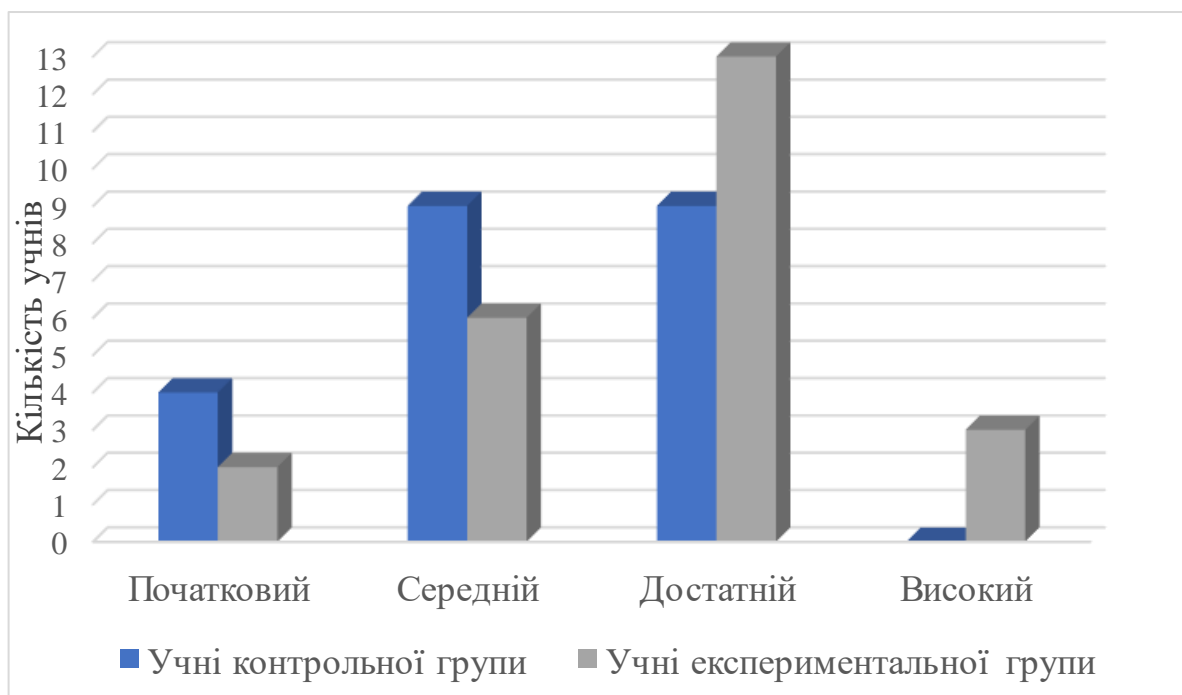


Рисунок 3.2 – Співвіднесення результатів навчальних досягнень учнів контрольної групи та експериментальної групи після експерименту

Після аналізу отриманих результати видно, що учні експериментальної групи впорались із виконанням другої самостійної роботи краще, ніж учні з контрольної групи. Рівень знань учнів експериментальної групи до та після експерименту наведені в таблиці 3.3 та на рисунку 3.3.

Таблиця 3.3 — Рівень знань учнів експериментальної групи до та після експерименту

Рівень підготовки	Кількість учнів до експерименту	Кількість учнів після експерименту
Початковий	5	2
Середній	9	6
Достатній	8	13
Високий	2	3

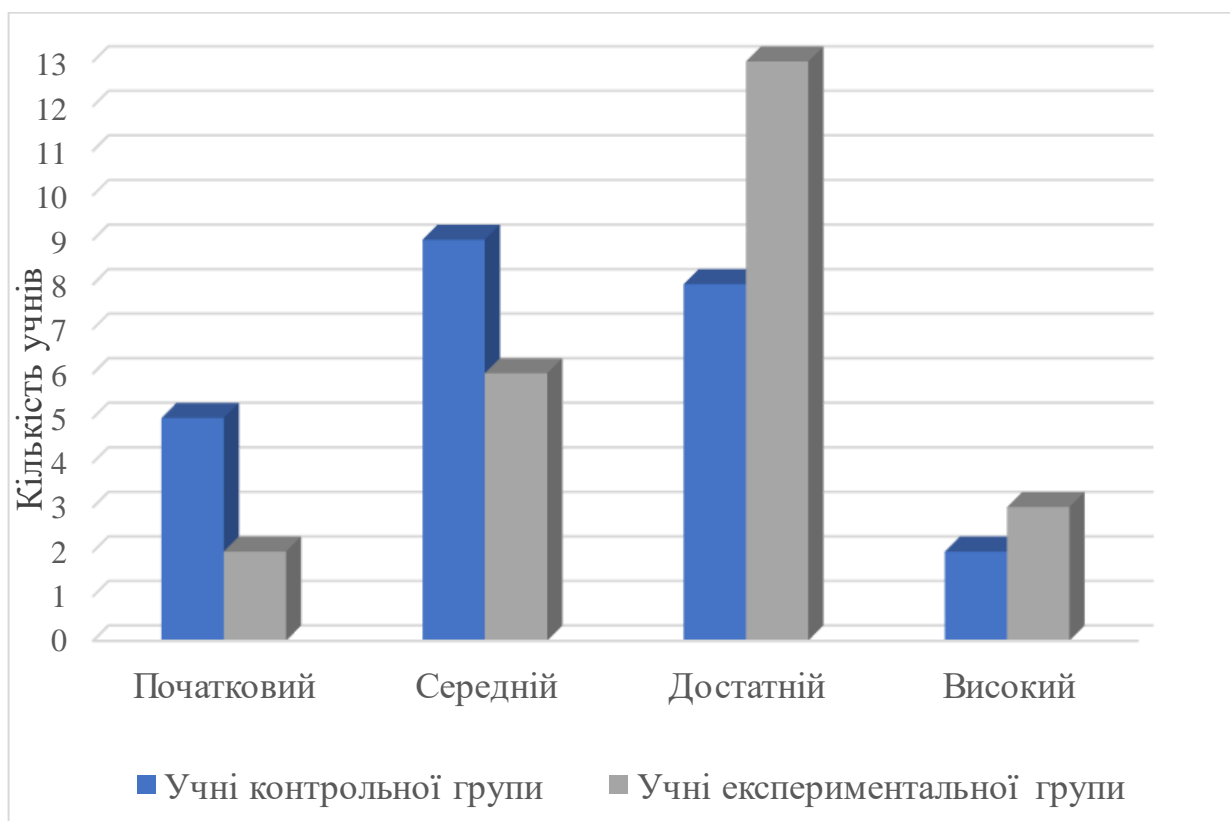


Рисунок 3.3 – Рівень знань учнів експериментальної групи до та після експерименту

З наведених даних бачимо, що рівень знань учнів експериментальної групи підвищився. В межах вивчення однієї теми три учні, що мали початковий рівень підвищили його до середнього, також три учні з середнім рівнем знань отримали 7-9 балів. П'ять учнів змогли підвищити свої оцінки до достатнього рівня.

Розрахуємо якість знань експериментальної групи до та після експерименту.

Якість знань розраховується за формулою:

$$\text{Якість знань} = \frac{n(\text{в}) + n(\text{д})}{N} \cdot 100\% ,$$

де $n(\text{в})$ – кількість учнів, які мають досягнення високого рівня.,

$n(\text{д})$ – кількість учнів, які мають досягнення достатнього рівня.,

N – кількість всіх учнів[25].

Якість знань експериментальної групи до експерименту:

$$\frac{8 + 2}{24} \cdot 100\% = 42\% .$$

Якість знань експериментальної групи після експерименту:

$$\frac{13 + 3}{24} \cdot 100\% = 67\% .$$

Якість знань зросла з 42% до 67%, що на мій погляд є досить непоганим результатом.

Отже, шляхом проведення педагогічного експерименту було доведено ефективність запропонованих методичних засад, що дозволяє впровадити їх в освітній процес с фізики закладів загальної середньої освіти, в якості додаткового інструменту, під час проведення традиційних лабораторних занять.

ВИСНОВКИ

Результати проведеного дослідження теоретичних та методичних засад використання комп'ютерних симуляторів у навчанні фізики закладів загальної середньої освіти є підставою для наступних висновків:

1. Обґрунтовано важливість комп'ютерних симуляторів у шкільному курсі фізики та виявлено умови, що забезпечують ефективність виконання цих робіт та описані переваги використання комп'ютерних симуляторів зокрема: для проведення різноманітних лабораторних робіт немає необхідності купувати дороге обладнання; можливість моделювання великого набору процесів, перебіг яких важкий у реальних лабораторних умовах; безпека, особливо в тих випадках, коли йде робота з небезпечними матеріалами та високовольтними пристроями; докладна та багатостороння візуалізація на комп'ютері; можливість «масштабування» часу; можливість проведення множини дослідів з різними значеннями вхідних параметрів, необхідних для визначення необхідного результату. Виокремлено труднощі, які виникають при проведенні експериментальних робіт під дистанційної форми навчання під час вивчення фізики, а саме те що, для демонстрації фізичного досліду під час дистанційного навчання учні не завжди мають необхідне обладнання, а також запропоновано використання комп'ютерних симуляторів в якості рішення цих труднощів .

2. Розроблено методичні засади використання комп'ютерних симуляторів під час проведення лабораторних робіт з фізики та астрономії за допомогою онлайн платформи spacegid. Наведено приклади експериментальних робіт, які виконуються за допомогою цієї онлайн платформи та комп'ютерного симулятора Solar System Scope.

3. Впроваджено в освітній процес з фізики запропоновані методичні засади. Доведено їх ефективність шляхом проведення педагогічного експерименту. Показано, що в умовах дистанційного навчання можливо

забезпечити діяльнісний підхід та сприяти розвитку експериментаторських вмінь учнів.

У перспективі плануються використовувати розроблені методичні засади для підготовки учнів до конкурсів та олімпіад з фізики та астрономії.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Навчальна програма з фізики 6-9 клас. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-5-9-klas> (дата звернення 03.10.2022)
2. Завражна О.М. Теоретико-методичні засади вивчення сучасної фізики та нанотехнологій у загальноосвітніх та вищих навчальних закладах: матеріали IV Всеукраїнської науково-методичної конференції, м. Суми, 27 листопада 2019 р./за ред. О.М. Завражної – Суми : Вид-во СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2019. – 98 с.
3. Юрченко А.А. Цифровые лаборатории как современное средство обучения будущих учителей / Артем Александрович Юрченко. // Материалы XXVI международной конференции «Применение инновационных технологий в образовании» 24 – 25 июня 2015 г. ИТО – ТРОИЦК - МОСКВА. – 2015. – С.170-172.
4. Величко С. П. Оптична міні-лава та інтегрований навчальний експеримент. Посібник для студентів фіз.-мат. фак-тів пед. вищих навч. закладів. Частина 1. / С. П. Величко, І. М. Гладкий, Д. О. Денисов, В. В. Неліпович, І. В. Сальник, Е. П. Сірик / [ред. С. П. Величка.] – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2008. – 148 с.
5. Дементієвська Н.П. Відбір інтернет-ресурсів для формування дослідницьких компетентностей учнів при вивченні фізики в школі / Звітна наукова конференція Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України: Збірник матеріалів наукової конференції, Київ : ІТЗН НАПН України, 2019.
6. Слабошевська Т. М. С 47 Практикум з експлуатації інформаційної техніки : навчально-методичний посібник. – Ч. 1 / Т. М. Слабошевська, І. М. Смекалін, С. М. Яшанов ; за заг. редакцією С. М. Яшанова ; Мін-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. пед. ун-т імені М. П. Драгоманова. – К. : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2012. – 130 с.

7. Вивченні атомної фізики у закладах загальної середньої освіти Наукові записки. Серія: педагогічні науки. Кропивницький. РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка, 2019.

8. Воронкін О.С. «Хмарні» обчислення як основа формування персональних навчальних середовищ // Збірник наукових праць: матеріали другої міжнародної науково-практичної конференції FOSS Lviv 2012, Львів, 26- 28 квітня 2012 р. – Львів, 2012. – С. – 143 – 146.

9. Що таке дистанційна освіта: як вона працює?. URL: <https://web.archive.org/web/20191121054325/http://www.vsemisto.info/osvita/2355-sho-take-vysha-osvita-jak-vona-prazjuje> (дата звернення 15.10.2022).

10. Биков В.Ю. Дистанційне навчання в країнах Європи та США і перспективи для України / В.Ю. Биков // Інформаційне забезпечення навчально-виховного процесу: інноваційні засоби і технології : кол. монографія / В.Ю. Биков, О.О. Гриценчук, Ю.О. Жук та ін. / Академія педагогічних наук України, Інститут засобів навчання. – К. : Атіка, 2015.

11. Клокар Н. Методологічні основи запровадження дистанційного навчання в системі підвищення кваліфікації / Н. Клокар // Шлях освіти. – 2012. – No 4 (46). – С. 38-41.

12. Власенко І. Г. Впровадження дистанційного навчання – вимога сучасності / І. Г. Власенко // Дистанційне навчання як сучасна освітня технологія [Електронний ресурс]: матеріали міжвузівського вебінару (м. Вінниця, 31 березня 2017 р.) / відп. ред. Л. Б. Ліщинська. – Вінниця : ВТЕІ КНТЕУ, 2017. – С. 12 – 14.

13. Вишнівський В.В., Гніденко М.П., Гайдур Г.І., Ільїн О.О. Організація дистанційного навчання. Створення електронних навчальних курсів та електронних тестів. – Навчальний посібник. – Київ: ДУТ, 2014.

14. Відділ дослідження і проектування навчального середовища ІТЗН АПН України URL: <http://www.ime.edu-ua.net/nauk.html> (дата звернення 15.10.2022).

15. Дементієвська Н.П. Відбір інтернет-ресурсів для формування дослідницьких компетентностей учнів при вивченні фізики в школі / Звітна наукова конференція Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України: Збірник матеріалів наукової конференції, Київ : ІТЗН НАПН України, 2019.

16. Купріянов О. В. Основи дистанційного навчання : навч. посібник / О. В. Купріянов. – Укр. інж.–пед. акад. – Харків : Друкарня Мадрид, 2020. – 91 с.

17. Литвинова С.Г. Модель використання системи комп'ютерного моделювання для формування компетентностей учнів з природничо-математичних предметів. Фізико- математична освіта : науковий журнал. / Сумський державний педагогічний університет імені А.С.Макаренка, Фізико-математичний факультет редкол.: О.В.Семеніхіна (гол.ред.) [та ін.]. – Суми : [СумДПУ ім. А.С.Макаренка], 2019.

18. Кудін А.П. Програмне забезпечення реальних фізичних лабораторних практикумів / А.П. Кудін, А.О. Юрченко // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка. – 2015.

19. Жук Ю. О., Соколик О. М., Дементієвська Н. П., Слободяник О. В., Соколов П. К. ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРНЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИРОДНИХ ЯВИЩ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ФІЗИКИ, посібник, - К., Атіка, 2014.

20. Spacegid.com - Ваш гид в мире космоса. URL: <https://spacegid.com> (дата звернення 21. 10.2022).

21. О сайте Spacegid.com. URL: <https://spacegid.com/o-sayte> (дата звернення 21. 10.2022).

22. 3D Модель Сонячної системи. URL: <https://spacegid.com/3d-model-solnechnoy-sistemyi.html> (дата звернення 20. 10.2022).

23. Приложение Solar System Scope. URL: <https://spacegid.com/sss.html> (дата звернення 04. 11.2022).
24. Википедия. Законы Кеплера. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Законы_Кеплера (дата звернення 21. 10.2022).
25. Результаты мониторингу якості освіти. URL: <http://1.zosh.zt.ua/rezultaty-monitoryngu-yakosti-osvity-za-i-semester-2019-2020-n-r/> (дата звернення 28. 10.2022).