МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра загальної та прикладної фізики

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

на тему: **«РОЗРОБЛЕННЯ ДИСТАНЦІЙНИХ ФОРМ ПРОВЕДЕННЯ ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ З ОПТИКИ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ФІЗИКИ»**

Виконав студент: 2 курсу, групи 8.0143–ф–дн
спеціальності 014 Середня освіта
(шифр і назва спеціальності)
предметної спеціальності 014.08 Середня освіта (Фізика та астрономія)
освітньої програми Середня освіта (Фізика та астрономія)
Т.І. Просяний
(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 та астрономії Запорізької гімназії №28 Запорізької міської ради Запорізької області Точиліна Т. М.
(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 та астрономія)

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

« ____ » _____ 2025р.

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

Просяного Тимура Ігоровича
(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема роботи Розроблення дистанційних форм проведення фізичного експерименту з оптики у шкільному курсі фізики

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

затверджені наказом ЗНУ від « 01 » 03 2024 року № 385–с

2. Строк подання студентом роботи

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 _____

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	12.06.2024	
2.	Збір вихідних даних	03.07.2024	
3.	Обробка методичних та теоретичних	15.07.2024	
	джерел		
4.	Розробка першого та другого розділу	21.08.2024	
5.	Розробка третього розділу	18.09.2024	
6.	Оформлення та нормоконтроль	13.11.2024	
	кваліфікаційної роботи		
7.	Захист кваліфікаційної роботи	19.02.2025	

Студент _____ Т. І. Просяний
(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 «Розроблення дистанційних форм проведення фізичного експерименту з оптики у шкільному курсі фізики»: с. 71, рис. 20, табл. 3, джерел. 22.

ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ З ФІЗИКИ, ДИСТАНЦІЙНА ФОРМА НАВЧАННЯ, ФІЗИЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ, ЕЛЕКТРОННІ СИМУЛЯТОРИ ФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ, ОПТИКА, ПІДГОТОВЧІ ВПРАВИ ДО ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ФІЗИКИ.

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

Мета роботи: обґрунтування методичних засад розроблення та проведення фізичного експерименту з оптики у шкільному курсі фізики у закладах загальної середньої освіти за дистанційної форми навчання.

Досягнення цієї мети передбачає вирішення наступних *завдань*:

1. Проаналізувати сучасний стан проблеми проведення фізичного експерименту в умовах дистанційного навчання та визначити основні тенденції його розвитку.

2. Дослідити педагогічні можливості віртуальних лабораторій та симуляторів фізичних процесів для проведення експерименту з оптики.

3. Розробка методичних засад використання симуляторів фізичних процесів для проведення експериментальних досліджень з оптики у дистанційному форматі.

4. Апробація розроблених методичних засад у реальному освітньому процесі з фізики та оцінка їх ефективності.

Методи дослідження – аналітичний, емпіричний, експериментальний.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у розробці дистанційних форм проведення фізичного експерименту з оптики, які базуються на використанні програм–симуляторів фізичних процесів та побутового обладнання. Такий підхід дозволяє подолати обмеження, пов'язані з відсутністю

доступу до спеціалізованих лабораторій, та забезпечити можливість проведення експериментальних досліджень у дистанційному форматі.

Практична значущість дослідження обумовлена можливістю застосування розроблених методичних засад в освітньому процесі з фізики. Використання цифрової лабораторії, побутового обладнання та симуляторів фізичних процесів сприяє формуванню стійкого пізнавального інтересу учнів до вивчення фізики, забезпечує глибше розуміння фізичних явищ та законів, а також розвиває експериментальні вміння і навички. Запропонований підхід особливо актуальний в умовах дистанційного навчання, оскільки дозволяє організувати ефективну експериментальну діяльність учнів незалежно від їх місцезнаходження.

SUMMARY

Master’s Qualification Thesis: «Development of Distance Learning Forms for Conducting Physics Experiments in Optics in the School Physics Curriculum»: 75 pages, 30 figures, 33 tables, 50 sources.

LABORATORY WORK IN PHYSICS, DISTANCE LEARNING, PHYSICAL EXPERIMENT, ELECTRONIC SIMULATORS OF PHYSICAL PROCESSES, OPTICS, PREPARATORY EXERCISES FOR LABORATORY WORK IN PHYSICS.

Object of research: The educational process in physics in secondary schools.

Objective: To substantiate the methodological foundations for the development and conduct of physical experiments in optics in the school physics curriculum in secondary schools under distance learning conditions.

Research methods: Analytical, empirical, experimental.

Scientific novelty of the obtained results: The development of distance learning forms for conducting a physical experiment in optics, based on the use of program simulators of physical processes and household equipment. This approach allows overcoming the limitations associated with the lack of access to specialized laboratories and provides the opportunity to conduct experimental research in a distance format.

Practical significance of the research: The possibility of applying the developed methodological principles in the educational process in physics. The use of a digital laboratory, household equipment, and simulators of physical processes contributes to the formation of a stable cognitive interest of students in the study of physics, provides a deeper understanding of physical phenomena and laws, and also develops experimental skills and abilities. The proposed approach is especially relevant in the context of distance learning, as it allows organizing effective experimental activities for students, regardless of their location.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ 4
SUMMARY 6
ВСТУП 8
1 Теоретичні засади проведення фізичного експеременту в закладах загальної середньої освіти за дистанційної форми навчання 10
1.1 Фізичний експеримент як метод навчання 10
1.2 Особливості організації дистанційного навчання як актуальної форми освітнього процесу 15
1.3. Проблеми проведення фізичного експерименту у шкільному курсі фізики за дистанційної форми навчання 20
2 Методичні підходи до проведення фізичного експерименту з оптики в умовах дистанційної форми навчання 26
2.1 Місце оптики у шкільному курсі фізики 26
2.2 Використання побутового обладнання для проведення фізичного експерименту з оптики 30
2.3 Використання симуляторів фізичних процесів для проведення фізичного експерименту з оптики 36
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ 58
3.1 Організація і проведення педагогічного експерименту 58
3.2. Аналіз результатів педагогічного експерименту 65
ВИСНОВКИ 69
СПИСОК ПОСИЛАНЬ 71

ВСТУП

Сучасний освітній процес вимагає активного впровадження педагогічних та інформаційно–комунікаційних технологій, спрямованих на підвищення навчально–пізнавальної активності учнів, формування їх інформаційної культури та якісної підготовки. Особливого значення набуває інтеграція цих технологій у викладання природничих наук, зокрема фізики, яка є наукою експериментальною. Застосування цифрових технологій в експериментальній діяльності учнів дозволяє не тільки поглибити їх знання з фізики, а й розвинути логічне мислення, сформувати практичні вміння та навички дослідницької роботи.

У зв’язку з цим актуальною проблемою є розробка та впровадження ефективних методик проведення фізичного експерименту, зокрема з оптики, у шкільному курсі фізики, особливо в умовах дистанційного навчання. Перспективним напрямом є інтеграція реального фізичного експерименту з сучасними інформаційно–комунікаційними технологіями, що сприятиме активізації пізнавальної діяльності учнів, розвитку їх експериментаторських вмінь та формуванню цілісного уявлення про досліджувані явища.

Використання комп’ютерно-орієнтованих засобів навчання розширює можливості наочності та дозволяє автоматизувати процеси збору, обробки та систематизації даних, що, в свою чергу, сприяє ефективному використанню навчального часу та зосередженню уваги учнів на фізичній суті досліджуваного явища.

Метою даної роботи є обґрунтування методичних засад розроблення та проведення фізичного експерименту з оптики у шкільному курсі фізики у закладах загальної середньої освіти за дистанційної форми навчання.

Досягнення цієї мети передбачає вирішення наступних *завдань*:

1. Проаналізувати сучасний стан проблеми проведення фізичного експерименту в умовах дистанційного навчання та визначити основні тенденції його розвитку.

2. Дослідити педагогічні можливості віртуальних лабораторій та симуляторів фізичних процесів для проведення експерименту з оптики.

3. Розробка методичних засад використання симуляторів фізичних процесів для проведення експериментальних досліджень з оптики у дистанційному форматі.

4. Апробація розроблених методичних засад у реальному освітньому процесі з фізики та оцінка їх ефективності.

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

Предмет дослідження: методичні засади проведення експериментальних досліджень з оптики за дистанційної форми навчання.

Методи дослідження – аналітичний, емпіричний, експериментальний.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у розробці дистанційних форм проведення фізичного експерименту з оптики, які базуються на використанні програм-симуляторів фізичних процесів та побутового обладнання. Такий підхід дозволяє подолати обмеження, пов'язані з відсутністю доступу до спеціалізованих лабораторій та забезпечити можливість проведення експериментальних досліджень у дистанційному форматі.

Практична значущість дослідження обумовлена можливістю застосування розроблених методичних засад в освітньому процесі з фізики. Використання цифрової лабораторії, побутового обладнання та симуляторів фізичних процесів сприяє формуванню стійкого пізнавального інтересу учнів до вивчення фізики, забезпечує глибше розуміння фізичних явищ та законів, а також розвиває експериментальні вміння і навички. Запропонований підхід особливо актуальний в умовах дистанційного навчання, оскільки дозволяє організувати ефективну експериментальну діяльність учнів незалежно від їх місцезнаходження.

Кваліфікаційна робота магістра містить: вступ, три розділи, висновки, перелік посилань (50 джерел), 30 рисунків, 5 таблиць.

1 ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ПРОВЕДЕННЯ ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРЕМЕНТУ В ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ ЗА ДИСТАНЦІЙНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ

1.1 Фізичний експеримент як метод навчання

Фізика є наукою, що базується на експериментах, її вивчення передбачає не лише засвоєння теоретичних знань, а й формування практичних навичок. Учні повинні вміти проводити досліди, аналізувати результати та розв’язувати проблеми на основі отриманих даних. Розвиток дослідницьких здібностей у процесі навчання фізики відповідає вимогам Державного стандарту базової і повної середньої освіти [1].

Фізичний експеримент є невід’ємною складовою освітнього процесу з фізики, виконуючи функцію інструменту пізнання, який забезпечує безпосереднє сприйняття фізичних явищ та закономірностей. Він дозволяє учням не тільки спостерігати за процесами, а й самостійно проводити вимірювання, аналізувати отримані дані та формулювати висновки, що сприяє розвитку їх дослідницьких здібностей та критичного мислення.

Як засіб наочності, експеримент сприяє візуалізації абстрактних фізичних понять та законів, роблячи їх більш доступними для розуміння. Спостереження за реальними фізичними процесами значно полегшує сприйняття навчального матеріалу та підвищує ефективність його засвоєння, формуючи у учнів цілісне уявлення про навколишній світ.

Експеримент виступає і як метод навчання, що розвиває у учнів дослідницькі навички, вміння планувати та проводити дослідження, обробляти результати, формулювати гіпотези та перевіряти їх експериментально. Він стимулює пізнавальну активність, формує критичне мислення та сприяє розвитку творчих здібностей, спонукаючи учнів до активного навчання та самостійного пошуку знань.

Експеримент – один із найбільш ефективних і результативних засобів наочності. Він є джерелом суб'єктивно нових для учнів емпіричних фактів, які виступають у ролі вихідних елементів в інтерпретації їх на основі концептуального змісту, що, врешті–решт, сприяє розвитку і становленню теоретичного знання.

Фізичний експеримент, інтегрований в освітній процес, виступає не лише методом навчання, але й важливим чинником формування особистості учня. Він сприяє розвитку таких важливих якостей, як наполегливість у досягненні мети, акуратність та старанність у роботі, вміння спостерігати й аналізувати, виділяти суттєве та відкидати другорядне.

Застосування фізичного експерименту в навчальному процесі є різнобічним. Він може бути використаний для організації спостереження фізичних явищ, якісного та кількісного вивчення методів дослідження, введення нової теорії, підтвердження теоретичних висновків, а також для ілюстрації практичного застосування фізичних законів. Таким чином, експеримент дозволяє зв'язати теоретичні знання з практичним досвідом, сприяючи формуванню цілісного світогляду учня.

Додатково варто зазначити, що ефективність експерименту як методу навчання залежить від його правильної організації та методичного супроводу. Важливим є чітке формулювання мети експерименту, добір відповідного обладнання, забезпечення безпеки проведення дослідів, а також навчання учнів методам аналізу та інтерпретації отриманих результатів.

Фізичний експеримент, як універсальний метод навчання [3], може бути ефективно застосований для досягнення різноманітних дидактичних цілей, зокрема: постановка навчальної проблеми: Експеримент дозволяє створити проблемну ситуацію, яка активізує пізнавальну діяльність учнів та спонукає їх до самостійного пошуку рішення. Повідомлення нових знань: Експериментальні дослідження можуть служити джерелом нових знань про фізичні явища та закономірності. Ілюстрація навчального матеріалу: Експеримент дозволяє наочно продемонструвати фізичні закони та поняття, сприяючи їх кращому розумінню та засвоєнню. Формування практичних умінь і навичок: У процесі

проведення експериментів учні набувають досвіду роботи з обладнанням, проведення вимірювань, обробки та аналізу результатів. Контроль знань: Експеримент може бути використаний для перевірки рівня засвоєння учнями теоретичного матеріалу та формування практичних навичок. Повторення та закріплення матеріалу: Експериментальні завдання дозволяють учням повторити, закріпити та узагальнити вивчений матеріал у нестандартній формі. Розвиток творчих здібностей: Експеримент стимулює розвиток творчого мислення учнів, їх здатності до формулювання гіпотез, проведення досліджень та пошуку нестандартних рішень.

Роль та функції фізичного експерименту в навчальному процесі можуть варіюватися залежно від обраного підходу до організації пізнавальної діяльності учнів.

Дедуктивний підхід передбачає використання експерименту переважно як інструменту перевірки теоретичних положень. В цьому випадку експеримент виступає критерієм істини, підтверджуючи або спростовуючи висновки, отримані шляхом теоретичних міркувань.

Індуктивний підхід ставить експеримент в основу пізнання. Учні, спостерігаючи за фізичними явищами та проводячи дослідження, самостійно формулюють висновки та узагальнення, які згодом можуть бути сформульовані у вигляді законів та понять. Таким чином, експеримент стає основним джерелом знань, а теоретичні положення виступають як узагальнення експериментальних даних.

Вибір підходу до організації експериментальної діяльності учнів залежить від конкретних дидактичних завдань, змісту навчального матеріалу та рівня підготовки учнів.

При викладі навчального матеріалу з фізики індуктивним підходом можна виділити наступні етапи [3]: постановка задачі (проблеми), що вимагає експериментального розв’язання; з’ясування елементів знань, які передбачається одержати експериментально (але не повідомлення самих знань); проектування експерименту (визначення блок–схеми установки, виконання її креслення, малюнка); складання установки на очах учнів. При цьому проводиться

співвіднесення креслення, схеми з елементами установки. Іноді частину установки (окремі блоки) збирають завчасно, і тільки в рідких випадках установка може бути зібрана заздалегідь. Однак, у будь–якому варіанті прилади виставляють на демонстраційний стіл тільки на час демонстрації досліду; пояснення установки, з'ясування призначення окремих приладів і блоків, функціональних залежностей між елементами установки; демонстрація явища чи процесу, що супроводжується поясненням того, що і як спостерігати, на що акцентувати увагу (щоб у процесі демонстрації й супроводжуючої її бесіди учні самі помітили те, що необхідно, й робили відповідні висновки); словесна, графічна чи таблична фіксація одержаних експериментальних даних; організація роботи з учнями з виділення нових знань, отриманих у результаті постановки досліду, через порівняння, рахування, узагальнення. При дедуктивному викладі матеріалу змінюються тільки 1, 2 і 8–й етапи [3]: на першому етапі визначають, які наслідки з теорії можна перевірити експериментально; на другому етапі з'ясовують, які елементи теоретично одержаних знань мають бути підтверджені експериментально; на останньому етапі діяльність учнів спрямовується на виділення тих фактів, що підтверджують висновки теорії і були отримані в результаті виконання досліду.

У контексті активізації пізнавальної діяльності учнів та розвитку їх дослідницьких компетенцій, евристичний метод навчання демонструє високу ефективність. Його суть полягає в тому, що учні, спираючись на дані, отримані в ході навчального експерименту (демонстраційного, фронтального, лабораторного, експериментальних задач тощо), самостійно формулюють висновки та узагальнення, аналізують результати та шукають відповіді на поставлені питання.

Евристичний метод, на відміну від традиційних методів, де знання передаються в готовому вигляді, спонукає учнів до активної розумової діяльності, розвиває їх критичне мислення, вміння аналізувати, порівнювати, узагальнювати. Він сприяє формуванню глибокого розуміння навчального матеріалу, а не просто механічного запам'ятовування.

Звичайно, застосування евристичного методу вимагає більше часу на проведення занять, ретельнішої підготовки та продуманої організації освітнього процесу. Проте, результати його використання переконливо свідчать про доцільність та ефективність такого підходу. Учні, які навчаються за допомогою евристичного методу, демонструють вищий рівень засвоєння знань, краще розуміння фізичних законів та явищ, а також більш розвинені дослідницькі навички.

У процесі розвитку методики навчання фізики шкільний фізичний експеримент з окремих дослідів перетворився у стрункy систему, яка охоплює такі його види [3]: демонстраційні досліди до різних тем шкільного курсу фізики, виконувані вчителем. Фронтальні лабораторні роботи й фронтальні досліди. Роботи фізичного практикуму. Експериментальні задачі. Позакласні (домашні) досліди. Віртуальні лабораторні роботи й модельні дослідження з використанням комп'ютерних програмних педагогічних засобів.

Для успішного та безпечного проведення шкільного фізичного експерименту необхідно забезпечити належні умови. Кабінет фізики має бути оснащений достатньою кількістю приладів та матеріалів. Організація роботи в малих групах дозволить вчителю ефективно контролювати діяльність учнів та забезпечити дотримання правил безпеки. Залучення предметів побуту, спортивного інвентарю, саморобних пристроїв зробить експерименти більш цікавими та наочними. Впровадження сучасних технологій, таких як комп'ютери, вимірювальні прилади з датчиками та мультимедійне обладнання, розширює можливості експерименту та підвищує його ефективність. Робочі місця учнів мають бути організовані з урахуванням вимог ергономіки та безпеки, а зона для проведення дослідів має бути достатньо просторою та безпечною. Дотримання зазначених умов сприятиме ефективному та безпечному проведенню шкільних фізичних експериментів, що є важливою складовою якісного навчання фізики.

Фізичні експерименти відіграють важливу роль у процесі навчання фізики, сприяючи підвищенню мотивації учнів до навчально–пізнавальної діяльності та формуванню наукового світогляду. Вони розвивають критичне мислення, вміння

аналізувати та інтерпретувати дані, а також презентувати результати досліджень у різних формах (словесно, графічно, математично). Експерименти дозволяють учням оволодіти навичками роботи з вимірювальними приладами та фізичним обладнанням, формують здатність до самостійного пошуку та розв'язання проблемних завдань.

Важливо, що експериментальна діяльність сприяє розвитку вміння аргументувати та доводити свою думку, а також застосовувати отримані знання на практиці в повсякденному житті.

Сучасна система шкільного фізичного експерименту характеризується значним різноманіттям, що дозволяє вчителю обирати найбільш раціональний вид експериментальної діяльності для кожного конкретного уроку, враховуючи його мету, зміст навчального матеріалу та рівень підготовки учнів. Така гнучкість системи сприяє ефективному досягненню дидактичних цілей та підвищенню якості освітнього процесу.

Отже, важливим принципом побудови цієї системи є ідея поступового підвищення самостійності учнів у процесі оволодіння знаннями. Починаючи з демонстраційних дослідів, де учні виступають в ролі спостерігачів, вони поступово переходять до виконання фронтальних лабораторних робіт, а згодом і до самостійного планування та проведення досліджень в рамках фізичного практикуму та експериментальних задач. Такий підхід сприяє формуванню у учнів дослідницьких навичок, розвитку критичного мислення та творчих здібностей, а також підвищує їх мотивацію до навчання.

1.2 Особливості організації дистанційного навчання як актуальної форми освітнього процесу

Організація освітнього процесу в Україні зазнала значних трансформацій за останні роки, особливо в контексті пандемії COVID–19 та воєнних дій. До 2020 року дистанційне навчання сприймалося як інноваційний підхід, що використовувався епізодично. Однак, пандемія змусила освітні заклади перейти

в онлайн-режим, що призвело до накопичення як позитивного, так і негативного досвіду.

Повномасштабне вторгнення в Україну у 2022 році створило нові виклики для освітнього процесу. Вимушена міграція, руйнування інфраструктури та обмежена можливість організації очного навчання в умовах воєнного стану актуалізували проблему розвитку дистанційної освіти. Дистанційне навчання стало не просто альтернативою, а необхідністю для забезпечення безперервності освітнього процесу.

Враховуючи ці фактори, дослідження проблематики дистанційного навчання в Україні набуває особливої актуальності. Необхідно проаналізувати вплив пандемії та воєнних дій на організацію освітнього процесу, визначити ефективні стратегії розвитку дистанційної освіти, а також розробити рекомендації щодо її впровадження з урахуванням потреб та викликів сьогодення. Особливої уваги потребує аналіз психологічних аспектів дистанційного навчання, ролі батьків у цьому процесі, а також перспектив розвитку дистанційної освіти в Україні в контексті післявоєнного відновлення.

Важливим аспектом є також дослідження ефективності дистанційного навчання в порівнянні з очним, з урахуванням різних вікових категорій та освітніх потреб учнів. Необхідно розробити критерії оцінки якості дистанційного навчання та визначити оптимальні моделі його організації з урахуванням специфіки різних навчальних дисциплін.

Розвиток дистанційної освіти в Україні розпочався з 2000–х років під впливом євроінтеграційних процесів, спрямованих на створення єдиного європейського простору вищої освіти. Офіційне приєднання України до Болонського процесу в 2005 році закріпило цей вектор розвитку [5].

З того часу в Україні активно формується нормативно–правова база, що регламентує організацію дистанційного навчання. Концепція розвитку дистанційної освіти в Україні (2000) визначила цю форму навчання рівноцінною з очною, вечірньою, заочною та екстернатом, що впроваджується за допомогою педагогічних та інформаційних технологій дистанційного навчання [6].

Зазначений документ визначив подальший розвиток нормативно–правового забезпечення дистанційної освіти в Україні. Були затверджені вимоги до навчальних закладів різних типів, що надають освітні послуги за дистанційною формою навчання; встановлено порядок доступу до електронних наукових баз даних; з'явився Типовий перелік комп'ютерного обладнання і Положення про електронні освітні ресурси; створено Український центр дистанційної освіти тощо [13, с. 59].

У 2013 році нормативно–правова база дистанційного навчання в Україні поповнилася положенням, яке деталізувало його сутність. Дистанційне навчання було визначено як індивідуалізований процес набуття знань, що реалізується через опосередковану взаємодію учасників освітнього процесу, які знаходяться на відстані один від одного, у спеціалізованому середовищі, створеному на базі сучасних психолого–педагогічних та інформаційно–комунікаційних технологій [12]. Головною метою дистанційного навчання було проголошено забезпечення якісної та доступної освіти для всіх, незалежно від індивідуальних особливостей та обставин, що унеможливлюють відвідування закладів освіти. Цей документ чітко визначив два основні шляхи реалізації дистанційного навчання в Україні: як самостійної форми навчання та як доповнення до традиційних форм освіти [12].

У жовтні 2020 року набуло чинності Положення про дистанційну форму здобуття повної загальної середньої освіти, яке суттєво розширило можливості для застосування дистанційного навчання в школах. Згідно з цим документом, дистанційне навчання стало добровільним вибором для учнів, а його організація стала більш гнучкою. Відтепер технології дистанційного навчання могли використовуватися не лише для організації навчання в цілому, а й для проведення оцінювання, консультацій, вивчення окремих тем, надання допомоги учням з особливими освітніми потребами, а також для забезпечення безперервності навчання під час карантину та інших надзвичайних ситуацій. Важливим нововведенням стала можливість організації змішаного навчання, що поєднує очне та дистанційне навчання [11].

Повномасштабна війна в Україні поставила перед системою освіти нові виклики, які потребували оперативного врегулювання питань організації дистанційного навчання в умовах воєнного стану [7; 8]. Лист МОН України, виданий у 2023 році, надав закладам загальної середньої освіти право самостійно визначати форму навчання (очна, дистанційна або змішана) залежно від безпекової ситуації та наявності укриттів. Також було надано можливість змінювати форму навчання протягом навчального року для учнів, які тимчасово перебувають за кордоном або є внутрішньо переміщеними особами [9].

Успішна реалізація дистанційного навчання неможлива без ефективної взаємодії всіх учасників освітнього процесу. Методичні рекомендації підкреслюють важливість налагодження комунікації між адміністрацією школи, вчителями, учнями та батьками [10, с. 4]. Доступ до інтернету, наявність комп'ютерної техніки та володіння вчителями технологіями дистанційного навчання визначено як необхідні умови для забезпечення ефективності освітнього процесу в умовах сучасних викликів.

Важлива роль у процесі впровадження та організації дистанційного навчання належить адміністрації закладу загальної середньої освіти. На керівників шкіл покладається відповідальність за обговорення з педагогічним колективом питання щодо вибору форми навчання, підбір оптимальної онлайн–платформи та запровадження навчального процесу з використанням дистанційних технологій. Директор повинен організувати колегіальний вибір оптимального варіанту дистанційного навчання з урахуванням технічних можливостей закладу, вчителів та учнів, а також специфіки різних ланок освіти (початкова, основна, старша). Особливої уваги потребує організація навчання учнів початкових класів, які мають нижчий рівень сформованості навичок самостійної роботи, що передбачає активну участь батьків в організації навчального процесу вдома. При цьому важливо розмежувати допомогу батьків в організації навчання та безпосереднє виконання ними завдань замість дитини.

Ефективність дистанційного навчання значною мірою залежить від якості комунікації між учасниками освітнього процесу. Вчителі повинні налагодити зворотний зв'язок з учнями та їхніми батьками, чітко доносити інформацію щодо

обсягу та змісту навчального матеріалу, завдань для його закріплення, а також забезпечувати своєчасну перевірку та оцінювання виконаних робіт. Важливо, щоб усі учасники освітнього процесу чітко розуміли мету, план виконуваних завдань, інструментарій та методику оцінювання. На батьків покладається відповідальність за створення належних умов для навчання та сприяння досягненню дитиною передбачених освітньою програмою результатів навчання.

В умовах дистанційного навчання актуальним є питання організації ефективної комунікації між учасниками освітнього процесу. А. Лотоцька та О. Пасічник зазначають, що комунікативний простір дистанційного навчання є штучно створеним і потребує наявності місця, часу та взаємного бажання для спілкування, спрямованого на досягнення цілей навчання [10, с. 10–11]. Ефективність та успішність дистанційного навчання безпосередньо залежать від рівня сформованості комунікативного простору. Для налагодження ефективної онлайн–комунікації між учасниками освітнього процесу рекомендується використовувати різноманітні форми взаємодії: відеоконференції, форуми, чати, блоги, електронну пошту, анкетування, соціальні мережі, месенджери тощо [10, с. 10–11].

Важливим аспектом ефективної організації дистанційного навчання є мотивація учнів. Фахівці зазначають, що традиційні методи мотивації в умовах дистанційного навчання можуть бути менш ефективними, ніж в очному навчанні. Складність полягає не лише в стимулюванні учнів до навчання, а й у налагодженні діалогу з ними. У цьому контексті зростає роль телекомунікаційних технологій та інтернет–ресурсів, які суттєво впливають на способи відбору та структуризації змісту, методи та організаційні форми навчання.

Таким чином, дистанційна освіта в Україні пройшла шлях від становлення до активного розвитку та інтеграції в міжнародний освітній простір. В умовах перших соціальних викликів, спричинених пандемією COVID–19 та карантинними обмеженнями, заклади загальної середньої освіти змогли адаптуватися до нових реалій та здійснити перехід від очного до дистанційного навчання.

Сьогодні дистанційна освіта в Україні функціонує як система відкритої освіти, що базується на використанні інформаційно–комунікаційних технологій та передбачає змішаний формат навчання. Досвід, накопичений за попередні роки, сприяв розвитку цифрових компетентностей вчителів та учнів, а також спонукав до рефлексії щодо особливостей цифрової педагогіки, яка стає невід'ємною частиною сучасного освітнього ландшафту.

Отже повномасштабна війна в Україні створила нові виклики для освітньої системи, які потребують пошуку ефективних рішень та стратегій розвитку. Важливо відзначити, що попри складнощі воєнного часу, система дистанційної освіти в Україні продовжує успішно функціонувати та динамічно розвиватися.

1.3 Проблеми проведення фізичного експерименту у шкільному курсі фізики за дистанційної форми навчання

Фізичний експеримент є невід'ємною складовою навчання фізики, оскільки він дозволяє учням безпосередньо спостерігати за фізичними явищами, перевіряти теоретичні знання на практиці, розвивати експериментальні вміння та навички, а також формувати науковий світогляд. Однак організація та проведення фізичного експерименту в умовах дистанційного навчання стикається з низкою труднощів.

Однією з основних проблем є обмежений доступ до обладнання. Не всі учні мають вдома необхідне обладнання та матеріали для проведення фізичних експериментів. Це може суттєво обмежувати можливості для практичного засвоєння матеріалу. Крім того, в умовах дистанційного навчання учні не мають можливості отримати безпосередню допомогу та консультацію вчителя під час проведення експерименту. Це може призводити до помилок та неточностей у виконання завдань.

Ще однією проблемою є необхідність володіння цифровими компетентностями. Для проведення віртуальних експериментів та використання онлайн–симуляцій учні повинні мати певний рівень цифрових компетентностей. Не всі учні володіють ними достатньою мірою. Також в умовах дистанційного

навчання може знижуватися мотивація учнів до проведення фізичних експериментів. Це пов’язано з відсутністю безпосереднього спілкування з учителем та однокласниками, а також з необхідністю самостійно організовувати свою роботу.

Для вирішення зазначених проблем можна використовувати різні підходи. Одним із них є використання віртуальних лабораторій та симуляцій. Віртуальні лабораторії та симуляції дозволяють моделювати фізичні явища та процеси, а також проводити експерименти в умовах, які неможливо створити в реальному житті. Це може бути ефективним доповненням до реальних експериментів або альтернативою їм в умовах обмеженого доступу до обладнання. Також важливо розробити методичні рекомендації для вчителів та учнів щодо організації та проведення фізичного експерименту в умовах дистанційного навчання. У разі необхідності школа може надати учням в оренду або тимчасове користування необхідне обладнання для проведення експериментів. Для підвищення мотивації учнів вчителі повинні використовувати різноманітні методи мотивації, наприклад, ігрові технології, проблемні завдання, проекти тощо.

Проведення якісного фізичного експерименту в умовах дистанційного навчання є складним, але можливим завданням. Для його успішної реалізації необхідно використовувати різноманітні підходи та методи, а також забезпечити учнів необхідними ресурсами та підтримкою. Поєднання реальних та віртуальних експериментів, використання сучасних технологій та методів мотивації дозволить зробити вивчення фізики цікавим та ефективним навіть в умовах дистанційного навчання.

Сучасні цифрові вимірювальні комп’ютерні комплекси дозволяють проводити демонстраційні та фронтальні лабораторні експерименти з використанням цифрових датчиків, що відповідає вимогам освітнього стандарту та тенденціям розвитку сучасної освіти. Застосування таких комплексів дає можливість поєднувати натурний експеримент з можливостями комп’ютерних інструментів, розширюючи спектр досліджень та сприяючи вирішенню міжпредметних задач [14].

Використання цифрових датчиків робить експеримент більш інформаційно–насиченим, наочним та зрозумілим для учнів. Результати вимірювань відображаються на екрані комп'ютера у вигляді графіків і таблиць, що сприяє кращому засвоєнню матеріалу. Розширюється коло можливих самостійних експериментів творчого характеру, формуються навички дослідницької діяльності [14].

Застосування цифрових технологій на уроках фізики підвищує мотивацію учнів, дозволяє демонструвати досліди, які неможливо провести в умовах фізичного кабінету. Це сприяє формуванню готовності учнів використовувати свої знання в реальних життєвих ситуаціях, реалізації завдань інтелектуально–спрямованої педагогіки та зміні способів взаємодії між учасниками освітнього процесу.

Робота з цифровим обладнанням має низку переваг як для вчителів, так і для учнів. Вчителі можуть скоротити час на підготовку та проведення лабораторних і практичних робіт, розширити їх спектр, розробляти авторські проекти [14]. Учні отримують можливість розкрити свій творчий потенціал, підвищити рівень знань та активно включатися в експериментально–дослідницьку роботу.

Проте, незважаючи на широкі можливості комп'ютерного експерименту, він не може повністю замінити реальні дослідження. Набуття дослідницьких навичок та вміння працювати з фізичним обладнанням відбувається в ході безпосередньої практичної діяльності.

Період карантинних обмежень та воєнних дій в Україні створив значні труднощі в організації освітнього процесу. На допомогу вчителям та учням прийшла платформа «Всеукраїнська школа онлайн» [15], яка транслювала уроки з різних предметів, зокрема і з фізики. Однак, незважаючи на це, учні зазнали значних освітніх втрат, особливо в частині проведення лабораторних робіт та експериментів. Компенсація цих втрат стала нагальною проблемою курсу фізики.

Фізичний експеримент класифікується за різними ознаками: за змістом, методами виконання, мірою самостійності, дидактичною метою, місцем у

навчальному процесі та організаційною ознакою [16]. Вчителі фізики зіткнулися з проблемами забезпечення діяльнісного підходу в умовах дистанційного навчання, зокрема з пасивною участю школярів при перегляді відеоматеріалів, організацією та контролем за виконанням лабораторних робіт, оцінюванням експериментаторських вмінь [17].

Для проведення демонстраційного експерименту в умовах дистанційного навчання використовувалися різні підходи: відеозаписи експериментів, онлайн-демонстрації з використанням web-камери, документ-камери або камери смартфону. При змішаній формі навчання демонстраційний експеримент проводився синхронно або асинхронно з подальшим обговоренням під час онлайн-зустрічі. Навчальний фізичний експеримент у форматі фронтальних лабораторних робіт та лабораторного практикуму проводився під час очного формату навчання зі зміщенням часу проведення на ті дні, коли учні відвідують школу очно.

Поява та стрімкий розвиток обчислювальної техніки відкрили нові можливості для використання моделей у навчанні фізики. Проведення віртуального експерименту потребує математичного та програмного забезпечення, а також комп’ютера. Однією з переваг віртуальних експериментів є можливість створення індивідуальних моделей дослідниками, що сприяє розвитку дослідницьких навичок та творчого мислення учнів. Комп’ютерне моделювання фізичних процесів стає все більш важливим елементом навчання фізики, доповнюючи та розширюючи можливості реального експерименту.

Хоча на сьогоднішній день реальні об’єкти та вимірювальні прилади мають більш широкий спектр характеристик ніж віртуальні аналоги, розробники віртуальних лабораторій впевнені, що з розвитком фізики як науки будуть створюватися більш складні і точні моделі фізичних процесів, об’єктів і явищ.

Поява та стрімкий розвиток обчислювальної техніки відкрили нові можливості для використання моделей у навчанні фізики. Проведення віртуального експерименту потребує математичного та програмного забезпечення, а також комп’ютера. Однією з переваг віртуальних експериментів є можливість створення індивідуальних моделей дослідниками, що сприяє

розвитку дослідницьких навичок та творчого мислення учнів. Комп'ютерне моделювання фізичних процесів стає все більш важливим елементом навчання фізики, доповнюючи та розширюючи можливості реального експерименту.

Хоча на сьогоднішній день реальні об'єкти та вимірювальні прилади мають більш широкий спектр характеристик ніж віртуальні аналоги, розробники віртуальних лабораторій впевнені, що з розвитком фізики як науки будуть створюватися більш складні і точні моделі фізичних процесів, об'єктів і явищ.

Для проведення віртуальних експериментів з фізики можна використовувати безліч електронних освітніх ресурсів (ЕОР). Серед них, з поміж інших ресурсів з комп'ютерних симуляцій, що творені на основі різних програмних середовищ (наприклад, «JavaLab», «Exploration Series», «MOZAIK education», «Go–Labz»), вирізняється сайт Інтерактивних симуляцій PhET (https://phet.colorado.edu/uk/), створений University of Colorado Boulder.

Проблеми проведення фізичного експерименту у шкільному курсі фізики за дистанційної форми навчання: використання віртуальних лабораторій та симуляцій. На сучасному етапі розвитку освіти існує значна кількість електронних освітніх ресурсів (ЕОР), які можна ефективно використовувати для проведення віртуальних експериментів з фізики. Серед них варто виділити наступні:

Physics Education Technology (PhET) – платформа містить 158 симуляцій з дисциплін природничо–математичного циклу. Віртуальні лабораторії PhET мають низку переваг: інтерактивність, наочність, доступність, багатомовність, наявність методичного супроводу.

VirtuLab – один з найбільших збірників віртуальних дослідів з різних навчальних дисциплін, який надає можливість проводити дослідження з використанням віртуальних приладів, аналізувати дані та будувати графіки.

Steam – лабораторія МАНЛаб, яка містить набір реальних і віртуальних навчальних досліджень у галузі природничих дисциплін, спрямований на підтримку STEM-освіти в Україні.

Gizmos – портал, який містить понад 400 симуляцій з математики та природничих наук для учнів основної та старшої школи. Симуляції Gizmos

дозволяють проводити експерименти, моделювати фізичні явища та розв’язувати задачі.

Інтеграція віртуальних експериментів в навчально–виховний процес потребує врахування особливостей сучасного стану освітньої системи, в якій взаємодіють різні форми навчання, в тому числі змішані та дистанційні. Важливим є забезпечення належного методичного супроводу самостійної роботи учнів з ЕОР, а також врахування їхніх індивідуальних особливостей. Структура і методика навчальних матеріалів в електронному форматі повинні бути різноманітними та адаптуватися до конкретного контексту їх застосування.

Необхідно забезпечити доступ до максимально широкого спектру навчально–методичних ресурсів для всіх учасників освітнього процесу. Важливо відзначити, що технології, які здійснюють ідею персоналізації навчання та створюють умови для творчого самовираження і самореалізації учнів, є найбільш ефективними для підготовки старшокласників до вибору професії. До таких технологій належить віртуальний експеримент у поєднанні з технологією самостійного і проблемного навчання.

Проблема проведення фізичного експерименту в умовах дистанційного навчання є актуальною та потребує комплексного вирішення. Використання віртуальних лабораторій та симуляцій, доступних на електронних освітніх ресурсах, є одним із перспективних напрямків розвитку експериментальної складової навчання фізики.

Важливим є забезпечення доступу до широкого спектру ЕОР для всіх учасників освітнього процесу, а також розробка методичного супроводу для ефективного використання цих ресурсів в умовах дистанційного навчання. Особливу увагу слід приділити адаптації віртуальних експериментів до індивідуальних особливостей учнів та конкретного контексту їх застосування.

Отже, поєднання віртуальних експериментів з іншими інноваційними технологіями навчання, такими як самостійне та проблемне навчання, сприятиме підвищенню ефективності освітнього процесу та розвитку ключових компетентностей учнів.

2 МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ПРОВЕДЕННЯ ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ З ОПТИКИ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ

2.1 Місце оптики у шкільному курсі фізики

Оптика, як фундаментальний розділ фізики, присвячений вивченню природи світла, його властивостей та закономірностей поширення, посідає чільне місце у шкільному курсі фізики. Вона надає учням знання про широкий спектр явищ, пов’язаних з випромінюванням, поширенням, поглинанням та взаємодією світла з речовиною. Завдяки вивченню оптики, у учнів формується цілісне уявлення про світлові явища та їх роль у навколишньому світі, а також закладається фундамент для розуміння багатьох природних процесів та технологічних досягнень. Вивчення оптики в закладах загальної середньої освіти розподілено на два етапи: 9 та 11 клас. Такий підхід дозволяє учням поступово заглиблюватися у світ оптики, починаючи з базових понять та законів в 9 класі, а потім переходячи до більш складних тем хвильової та квантової оптики в 11 класі.

9 клас – розділ «Світлові явища» в шкільному курсі фізики 9 класу знайомить учнів з основами геометричної оптики. Учні розглядають такі теми:

1. *Світлові явища. Джерела та приймачі світла. Швидкість поширення світла.* Учні дізнаються про різноманітність світлових явищ, що зустрічаються в природі та повсякденному житті. Вони вивчають різні джерела світла (природні та штучні) та приймачі світла (око, фотоелементи). Важливим моментом є розуміння того, що світло поширюється з величезною, але скінченною швидкістю [18].

2. *Світловий промінь і світловий пучок. Закон прямолінійного поширення світла. Сонячне та місячне затемнення.* Учні засвоюють модель світлового променя для опису поширення світла. Вони вивчають закон прямолінійного

поширення світла та його наслідки, такі як утворення тіні та півтіні, а також сонячні та місячні затемнення[18].

3. *Відбивання світла. Закони відбивання світла. Плоске дзеркало.* Учні вивчають закони відбивання світла на межі двох середовищ та вміють їх застосовувати для пояснення різноманітних явищ, зокрема утворення зображень у плоскому дзеркалі [18].

4. З*акони заломлення світла.* Учні ознайомлюються із законами заломлення світла на межі двох прозорих середовищ та впливом цього явища на сприйняття розмірів та форми предметів, що знаходяться в іншому середовищі [18].

5. *Дисперсія світла. Спектральний склад природного світла. Кольори*. Учні вивчають явище дисперсії світла – розкладання білого світла на спектр при проходженні через призму. Вони знайомляться зі спектральним складом природного світла та механізмом виникнення кольорів предметів [18].

6. *Лінзи. Оптична сила лінзи. Побудова зображень у лінзах.* Деякі оптичні пристрої. Формула тонкої лінзи. Учні вивчають різні типи лінз (збиральні та розсіювальні), їх властивості (фокус, фокусна відстань, оптична сила), вміють будувати зображення в лінзах за допомогою геометричних побудов та знайомляться з формулою тонкої лінзи. Вони також розглядають деякі оптичні пристрої, що містять лінзи, та їх застосування [18].

7. *Око як оптична система. Зір і бачення. Окуляри. Вади зору та їх корекція*. Учні вивчають будову ока як оптичної системи, механізм зору та причини виникнення вад зору. Вони знайомляться з різними типами окулярів та їх призначенням для корекції зору [18].



Рис. 2.1 – Структурно-логічна послідовність тем з оптики в 9 класі [18]

У 11 класі закладів загальної середньої освіти оптика представлена розширеним розділом, який поглиблює знання, отримані в 9 класі. На цьому етапі навчання акцент зміщується з геометричної оптики на хвильові та квантові властивості світла, що дозволяє сформувати більш повне уявлення про це фізичне явище.

Розділ «Оптика» в 11 класі охоплює широкий спектр тем, починається з історичного вступу, де розглядається розвиток уявлень про природу світла від давніх часів до сьогодні. Зокрема, аналізуються корпускулярна та хвильова теорії світла, а також сучасна концепція корпускулярно–хвильового дуалізму. Далі поглиблюються знання з геометричної оптики, отримані в 9 класі. Розглядаються закони відбивання та заломлення світла, різні види відбивання та заломлення, а також явище повного внутрішнього відбивання. Особлива увага приділяється вивченню лінз – їх типам, властивостям (фокусна відстань, оптична сила) та побудові зображень. Також розглядаються оптичні системи та поняття кута зору [19].

В рамках хвильової оптики вивчаються явища дисперсії, інтерференції, дифракції та поляризації світла. Розглядається будова та принцип дії спектроскопа, а також умови виникнення та прояви інтерференції та дифракції світла в природі і техніці. Окремо вивчається явище поляризації світла та властивості поляроїдів [19].

Квантова оптика в 11 класі включає вивчення формули Планка та поняття світлових квантів, а також явища фотоефекту та його законів. Це дозволяє познайомитися з квантовими уявленнями про світло та його взаємодію з речовино [19].

Розділ завершується вивченням шкали електромагнітних хвиль та їх застосуванням в різних галузях науки і техніки. Розглядаються різні діапазони електромагнітних хвиль (радіохвилі, інфрачервоне випромінювання, видиме світло, ультрафіолетове випромінювання, рентгенівське випромінювання, гамма–випромінювання) та їх властивості [19].

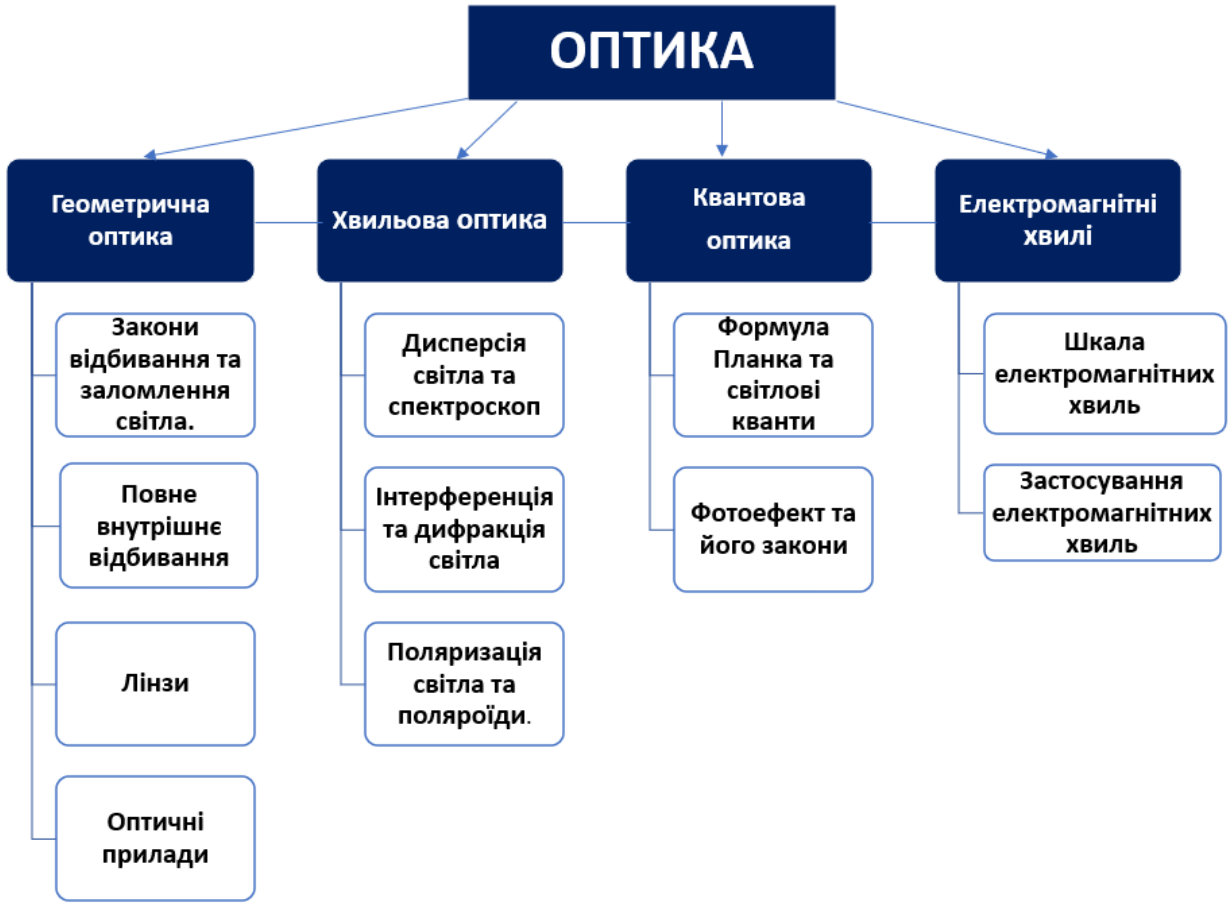


Рис. 2.2 – Структурно–логічна послідовність тем з оптики в 11 класі [19]

Вивчення оптики в 11 класі сприяє формуванню глибокого розуміння природи світла, розвитку наукового мислення та підготовці до подальшого навчання в університетах за природничими спеціальностями.

Шкільний курс фізики пропонує поетапне вивчення оптики, розділеної на два рівні: базовий у 9 класі та поглиблений в 11 класі. Така структура дозволяє

сформувати ґрунтовні знання про світло та його властивості, починаючи з основ геометричної оптики та завершуючи складнішими концепціями хвильової та квантової оптики.

У 9 класі основна увага приділяється геометричній оптиці, що дозволяє пояснювати багато явищ навколишнього світу на основі законів поширення, відбивання та заломлення світла. Вивчаються також лінзи та оптичні системи, включаючи око людини. Це створює фундамент для подальшого поглиблення знань в 11 класі. В 11 класі відбувається перехід до вивчення хвильових та квантових властивостей світла, що суттєво розширює науковий світогляд. Розглядаються явища інтерференції, дифракції та поляризації, а також формула Планка та фотоефект. Це дозволяє зрозуміти природу світла з різних точок зору та оцінити його роль в різноманітних галузях науки і техніки.

Отже, поетапне вивчення оптики в школі, що охоплює геометричну, хвильову та квантову складові, дозволяє учням краще засвоїти матеріал, зрозуміти зв’язок між різними оптичними явищами та сформувати цілісне уявлення про природу світла. Вивчення оптики сприяє розвитку аналітичного та критичного мислення, а також вміння застосовувати знання на практиці, що є важливим для багатьох професій в галузі науки, техніки та медицини. В цілому, оптика є важливою складовою шкільного курсу фізики, яка сприяє всебічному розвитку та підготовці до життя в сучасному технологічному світі.

2.2 Використання побутового обладнання для проведення фізичного експерименту з оптики

У сучасному світі, де наука та технології визначають вектори розвитку людства, особливої актуальності набуває завдання залучення молоді до вивчення фундаментальних наук, зокрема фізики. Одним з ефективних шляхів реалізації цієї мети є використання експериментального підходу у навчальному процесі, що дозволяє учням не лише пасивно засвоювати теоретичні знання, але й активно досліджувати навколишній світ, розвиваючи при цьому аналітичне та критичне мислення.

Враховуючи обмежені ресурси багатьох навчальних закладів, особливо актуальним є використання доступних матеріалів та обладнання для проведення фізичних експериментів. Зокрема, залучення побутової техніки та предметів домашнього вжитку до демонстрації оптичних явищ має низку переваг. По–перше, це забезпечує доступність експериментального обладнання для широкого кола учнів, що сприяє підвищенню зацікавленості до вивчення фізики. По–друге, використання знайомих предметів дозволяє наочно проілюструвати фізичні закони та явища, роблячи їх більш зрозумілими та запам’ятовуваними. По–третє, такий підхід стимулює дослідницьку діяльність учнів, спонукаючи їх до самостійного пошуку рішень та формування власних висновків [33].

Проте, слід зазначити, що використання побутового обладнання в оптичних експериментах має і певні обмеження. Зокрема, точність таких дослідів може бути нижчою порівняно з експериментами, що проводяться з використанням спеціалізованого обладнання. Крім того, деякі оптичні явища можуть бути недостатньо чітко виражені при використанні побутових предметів.

Метою даного підрозділу є розглянути можливості та приклади використання побутового обладнання для проведення фізичних експериментів з оптики, а також проаналізувати переваги та недоліки такого підходу.

Геометрична оптика, що вивчає закони поширення світла в прозорих середовищах на основі концепції світлового променя, є фундаментальним розділом фізики, знання якого необхідне для розуміння багатьох природних явищ та технологічних процесів. Основні закони геометричної оптики, а саме закон прямолінійного поширення світла, закон відбивання світла та закон заломлення світла, формулюють базові принципи взаємодії світла з речовиною.

Ці закони можуть бути ефективно проілюстровані за допомогою простих експериментів з використанням побутового обладнання. Наприклад, для демонстрації закону прямолінійного поширення світла можна використати ліхтарик та непрозорий предмет, спостерігаючи утворення тіні. Закон відбивання світла можна дослідити за допомогою дзеркала та лазерної указки, вимірюючи кути падіння та відбивання. Для вивчення закону заломлення світла можна

використати склянку з водою та олівець, спостерігаючи зміну напрямку променя світла на межі повітря та води [35].

Окрім основних законів геометричної оптики, за допомогою побутового обладнання можна досліджувати і більш складні оптичні явища, такі як відбивання, заломлення, дисперсія, інтерференція та дифракція. Наприклад, дисперсію світла можна спостерігати, пропускаючи світло через призму або склянку з водою, розглядаючи розкладання білого світла на спектр. Інтерференцію світла можна виявити, спостерігаючи кольорові розводи на мильній плівці або на поверхні CD-диска. Дифракцію світла можна побачити, розглядаючи світло від далекого джерела через вузьку щілину або отвір [44].

Табл. 2.1 – Приклади використання побутового обладнання

Обладнання	**Оптичне явище**	**Опис експерименту**
Плоске дзеркало, ліхтарик, транспортир	Відбивання	Дослідження закону відбивання світла шляхом вимірювання кутів падіння та відбивання
Косметичні дзеркала, ложки	Відбивання	Демонстрація утворення зображень в увігнутих та опуклих дзеркалах
Фотоапарат, проектор	Заломлення	Отримання зображень за допомогою лінз
Скляні призми, кришталеві вази	Дисперсія	Демонстрація дисперсії світла шляхом розкладання білого світла на спектр кольорів
CD/DVD диски	Дифракція	Спостереження райдужних відблисків на поверхні диска, що є результатом дифракції світла на мікроскопічних доріжках
Мильні бульбашки	Інтерференція	Спостереження кольорових переливів на поверхні бульбашки, що виникають внаслідок інтерференції світла
Ліхтарик	Прямолінійне поширення світла	Спостереження утворення тіней та демонстрація прямолінійного поширення світла
Склянка з водою	Заломлення	Дослідження заломлення світла при проходженні через склянку з водою

Отже, використання побутового обладнання в оптичних експериментах дозволяє зробити вивчення фізики більш доступним, наочним та цікавим для учнів, спонукаючи їх до активного пізнання навколишнього світу. Водночас, важливо пам’ятати, що такі експерименти мають демонстраційний характер і не завжди дозволяють отримати високоточні результати. Проте, їх значення в навчальному процесі важко переоцінити, оскільки вони сприяють формуванню у учнів цілісного уявлення про фізичні явища та закони.

Вивчення оптики в 11-му класі виходить на новий рівень, заглиблюючись у хвильову природу світла та досліджуючи складніші явища. За допомогою звичайних речей, які є в кожній оселі, можна провести захопливі експерименти, що демонструють інтерференцію, дифракцію та поляризацію світла. Наприклад, спостерігаючи райдужні переливи на мильній бульбашці чи поверхні CD-диска, учні на власні очі побачать інтерференцію світлових хвиль. Використовуючи два поляроїди від старих 3D-окулярів, можна дослідити поляризацію світла та її застосування. Такі досліди не лише ілюструють теоретичний матеріал, а й розвивають дослідницькі навички учнів, спонукаючи їх до самостійного пошуку відповідей на питання про навколишній світ [26].

Наведемо приклади двох авторських лабораторних робіт з використанням побутового обладнання.

Лабораторна робота №1

Тема: дослідження законів заломлення світла за допомогою склянки з водою.

Мета: дослідити закони заломлення світла, використовуючи доступне побутове обладнання.

Обладнання: склянка з прозорими стінками, вода, олівець або ручка, лінійка, аркуш паперу.

Теоретичні відомості: закон заломлення світла стверджує, що падаючий промінь, заломлений промінь та перпендикуляр до поверхні розділу двох середовищ в точці падіння лежать в одній площині. Відношення синуса кута падіння до синуса кута заломлення є величиною сталою для даних двох

середовищ і називається відносним показником заломлення другого середовища відносно першого.

Хід роботи:

1. Наповніть склянку водою приблизно на 2/3.
2. Поставте склянку на аркуш паперу.
3. Нахиліть олівець і повільно опустіть його у воду.
4. Спостерігайте за видимим «зламом» олівця на межі повітря і води.
5. Змінюйте кут нахилу олівця і спостерігайте за зміною кута заломлення.
6. За допомогою лінійки спробуйте приблизно виміряти кути падіння та заломлення світла (можна відмітити на папері положення олівця та його видимого «продовження» у воді).

Аналіз результатів:

1. Опишіть свої спостереження. Як змінюється кут заломлення при зміні кута падіння?
2. Чому олівець здається «зламаним» на межі повітря і води?
3. Поясніть спостережуване явище з точки зору закону заломлення світла.
4. Чи можна за допомогою цього експерименту приблизно визначити показник заломлення води? Якщо так, то як?

Додаткові завдання:

1. Дослідіть, як змінюється кут заломлення при використанні рідин з різною густиною (наприклад, олії).
2. Спробуйте провести експеримент з використанням джерела світла (ліхтарика) та тонкого променя світла.
3. Знайдіть в інтернеті таблицю показників заломлення різних речовин і порівняйте отримані вами результати з табличними даними.

Висновок:

Сформулюйте висновки про виконану роботу, вкажіть основні закономірності заломлення світла та оцініть точність отриманих результатів.

Лабораторна робота за допомогою побутового обладнання

Тема: дослідження дисперсії світла за допомогою CD–диска

Мета: дослідити явище дисперсії світла, використовуючи CD–диск як дифракційну решітку.

Обладнання: CD–диск, Джерело білого світла (ліхтарик, лампа розжарювання), Білий екран (аркуш паперу)

Теоретичні відомості: дисперсія світла – це явище розкладання світла на складові кольори (спектр) внаслідок залежності показника заломлення середовища від довжини хвилі світла. Біле світло є сумішшю світлових хвиль різної довжини, які заломлюються під різними кутами. CD–диск діє як дифракційна решітка, розкладаючи світло на спектр завдяки мікроскопічним доріжкам на його поверхні.

Хід роботи:

1. Розмістіть CD–диск на столі.
2. Спрямуйте світло від джерела на поверхню диска.
3. Спостерігайте на екрані (аркуші паперу) утворення спектра (райдужних кольорів).
4. Змінюйте кут падіння світла на диск і спостерігайте за зміною спектра.
5. Спробуйте використати різні джерела світла (ліхтарик, лампу розжарювання, світлодіодну лампу) і порівняйте отримані спектри.

Аналіз результатів:

1. Опишіть свої спостереження. Які кольори ви бачите в спектрі?
2. Як змінюється спектр при зміні кута падіння світла?
3. Чому CD–диск розкладає світло на спектр?
4. Чим відрізняються спектри, отримані від різних джерел світла?

Додаткові завдання:

1. Спробуйте використати DVD–диск або Blu–ray диск замість CD–диска. Чи відрізняється спектр? Чому?
2. Знайдіть в інтернеті інформацію про дифракційні решітки та їх застосування.
3. Спробуйте створити власну дифракційну решітку, використовуючи тонкі нитки або прозору плівку з нанесеними на неї паралельними лініями.

Висновок: сформулюйте висновки про виконану роботу, вкажіть основні закономірності дисперсії світла та поясніть, як CD–диск може бути використаний для дослідження цього явища.

Проведене дослідження підтверджує, що використання побутового обладнання для проведення фізичних експериментів з оптики є ефективним методом навчання, що сприяє формуванню у учнів глибокого розуміння основних законів та явищ оптики. Доступність та наочність такого підходу забезпечують активне залучення учнів до освітнього процесу, стимулюють їхню допитливість та спонукають до самостійного пошуку знань. Важливо зазначити, що експерименти з побутовим обладнанням не лише ілюструють теоретичний матеріал, але й розвивають у учнів важливі практичні навички, такі як спостережливість, аналітичне мислення та вміння інтерпретувати результати досліджень.

Отже, незважаючи на певні обмеження у точності вимірювань, використання побутових предметів в експериментах надає унікальну можливість для творчого експериментування та адаптації, що сприяє розвитку нестандартного мислення та імпровізації. Враховуючи важливість розвитку наукової грамотності та зацікавленості у вивченні фізики, можна стверджувати, що прості експерименти з оптики, проведені з використанням побутового обладнання, можуть стати першим кроком до захоплення наукою та надихнути на майбутні відкриття в цій галузі. Таким чином, залучення побутового обладнання до проведення фізичних експериментів з оптики є перспективним напрямом в освітньому процесі, який має значний потенціал для підвищення ефективності навчання та розвитку пізнавальної активності учнів.

2.3 Використання симуляторів фізичних процесів для проведення фізичного експерименту з оптики

В сучасних умовах розвитку освіти використання інформаційно–комунікаційних технологій (ІКТ) стає невід’ємною частиною освітнього процесу. Одним із перспективних напрямків застосування ІКТ у навчанні фізики

є використання симуляторів. Симулятори повинні учням візуалізувати складні фізичні явища, проводити віртуальні експерименти та досліджувати різні сценарії, що забезпечують глибшому розумінню фізичних законів та принципів [37].

Ефективність використання симуляцій обґрунтовується теоріями навчання, такими як конструктивізм та діяльний підхід, які наголошують на активній ролі учня в процесі побудови знань та важливості практичної діяльності для закріплення знань [20]. Симулятори дають можливість візуалізувати фізичні явища та процеси, що сприяють їх кращому розумінню, особливо для учнів молодшого віку, в яких мислення має наочно-образний характер. Використання симуляторів забезпечує мотивацію учнів до вивчення фізики, роблячи освітній процес більш цікавим та інтерактивним. Можливість проведення віртуальних експериментів, досліджувати різні сценарії та підтримувати миттєвий зворотний зв’язок стимулює пізнавальну активність учнів [20].

Існує велика різноманітність симуляторів, які можна класифікувати за кращими критеріями, такими як рівень інтерактивності та ступінь реалістичності. При розробці та використанні симуляцій важливо зберегти принципи науковості, доступності, інтерактивності та відповідності віковим особливостям. Симулятори можуть бути інтегровані в уроки фізики ефективними способами: як демонстраційний матеріал, для проведення віртуальних лабораторних робіт, для організації самостійної роботи учнів тощо. Результати навчання з використанням симуляцій можна оцінювати за допомогою різних методів, таких як спостереження, аналізу результатів віртуальних експериментів, тестових завдань тощо [21].

У літературі представлено результати багатьох досліджень, які підтверджують ефективність використання симуляторів у навчанні фізики. Дослідження показують, що використання симуляторів сприяє підвищенню рівня знань учнів з фізики, розвитку вмінь аналізувати, синтезувати, узагальнювати інформацію, робити висновки, формування дослідницьких навичок та підвищення мотивації. Порівняльний аналіз ефективності традиційних методів навчання та навчання з використанням симуляцій показує,

що симулятори сприяють глибшому розумінню фізичних явищ, розвитку критичного мислення та підвищенню мотивації учнів [21].

Оптика є одним із розділів фізики, де використання симуляторів є особливо ефективним. Симулятори не можуть візуалізувати оптичні явища, такі як заломлення та відбиття світла, інтерференція та дифракція, що сприяє їх кращому розумінню. Симуляції в оптиці не можна тільки візуалізувати явища, але й моделювати поведінку світлових хвиль, що є великим для розуміння таких понять, як інтерференція та дифракція [22].

AR Book – це український мобільний додаток, розроблений компанією FLEXREALITY INC., який позиціонується як інтерактивний посібник у навчальній фізиці. Він доступний для завантаження в Google Play, AppStore та пропонує учням і вчителям інтерактивні інструменти для вивчення фізики. Однією з ключових особливостей AR Book є використання технології доповненої реальності (AR). AR дозволяє учням візуалізувати фізичні явища та процеси в інтерактивній формі, що сприяє кращому розумінню складних концепцій. Наприклад, учні можуть використовувати AR для вивчення законів Ньютона, спостерігаючи за рухом об’єктів у віртуальному середовищі.

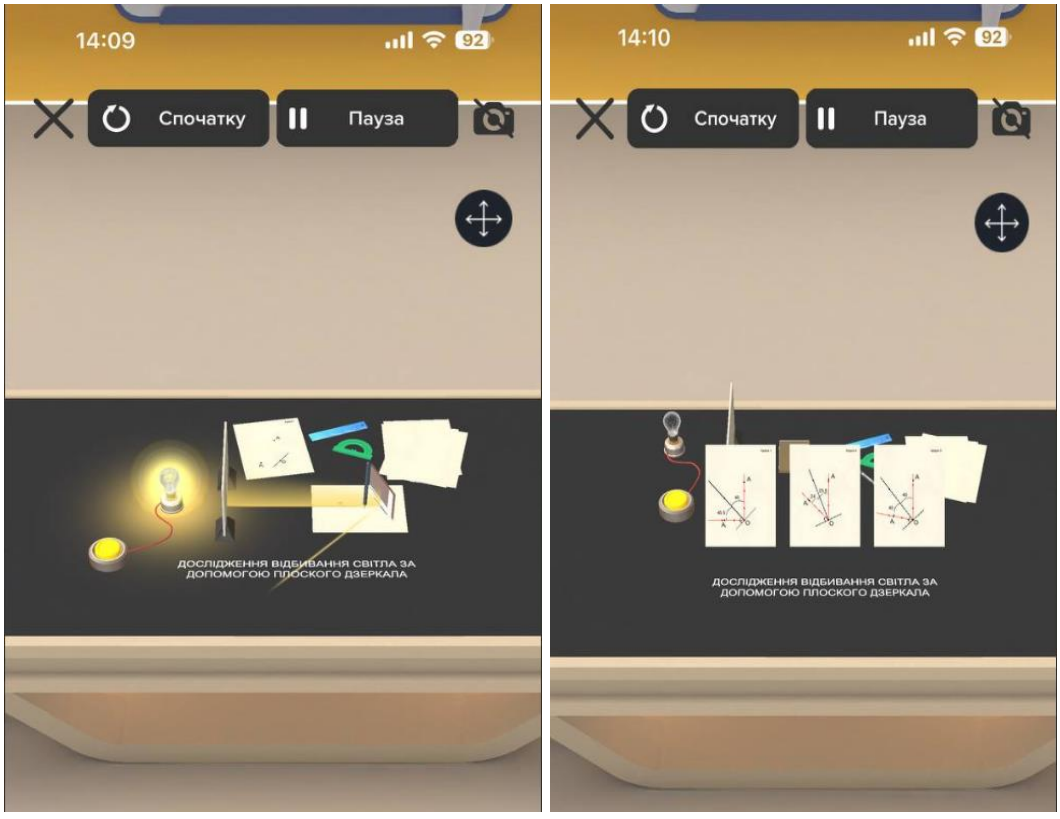


Рис. 2.3 – Дослідження відбивання світла за допомогою
плоского дзеркала в застосунку «AR Book»

AR Book також надає можливість учням перевірити свої знання за допомогою інтерактивних тестів. Вчителі можуть використовувати застосунок для створення планів уроків та підвищення прогресу учнів. AR Book отримав позитивні відгуки від користувачів, які відзначають його корисність та зручність. Застосунок може бути ефективним інструментом для вивчення фізики, сприяючи підвищенню мотивації учнів та покращенню якості освітнього процесу.

ROQED Physics Lab та ROQED Science – це дві інноваційні платформи, що трансформують підхід до вивчення фізики, надаючи учням та вчителям потужні інструменти для проведення віртуальних експериментів та дослідження фізичних явищ, в тому числі і в області оптики .

ROQED Physics Lab представляє собою віртуальну експериментальну лабораторію, оснащену широким спектром 3D–інструментів. Ця платформа дозволяє учням відтворювати експерименти будь–якої складності, долаючи обмеження реального лабораторного середовища. Відсутність обмежень у просторі та ресурсах, а також можливість багаторазового повторення експериментів з варіацією параметрів сприяє глибшому розумінню фізичних закономірностей. Важливою особливістю ROQED Physics Lab є вбудована функція рандомізованої системної похибки, яка дозволяє учням розвивати навички оцінки похибок вимірювання та статистичної обробки даних.

ROQED Science – це комп’ютерна програма, яка перетворює традиційну класну кімнату на інтерактивне середовище для вивчення природничих наук. За допомогою цієї платформи учні можуть досліджувати різноманітні наукові концепції, використовуючи 3D–моделі та анімацію. ROQED Science пропонує чотири основні режими роботи: вивчення, анімація, слайди та практика, які дозволяють інтегрувати платформу в різні етапи освітнього процесу.

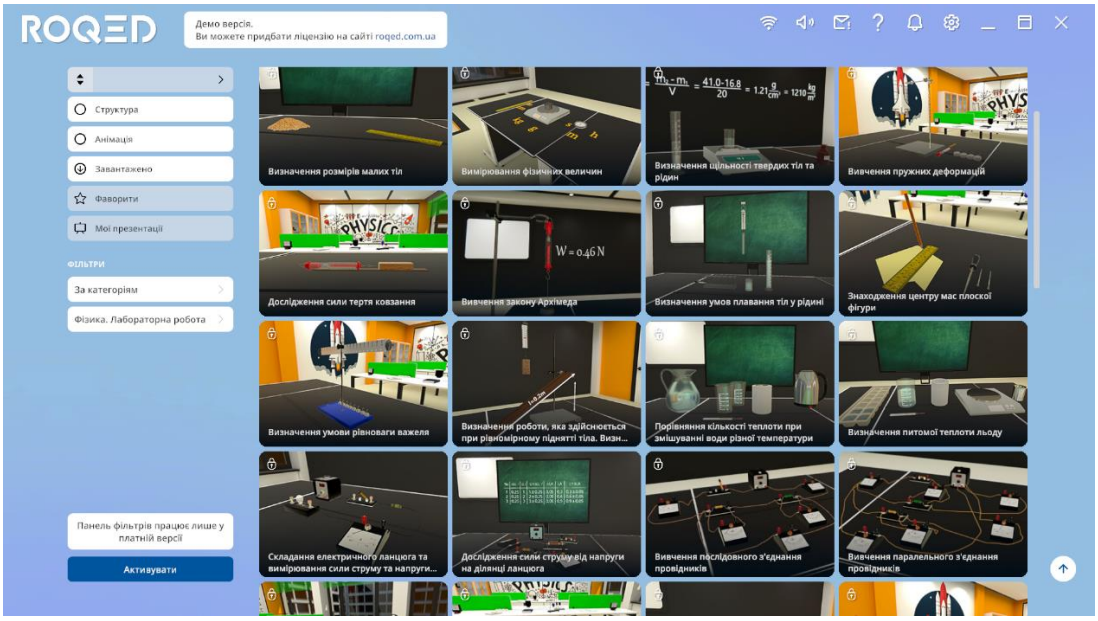


Рис. 2.4 – ROQED Science, розділ «Фізика. Лабораторні роботи»

ROQED Physics Lab орієнтований на загальну фізику, він дає можливість ознайомитися з деякими аспектами геометричної оптики. Учні можуть експериментувати з віртуальними лінзами та дзеркалами, досліджуючи заломлення та відбиття світла, спостерігаючи за формуванням зображення.

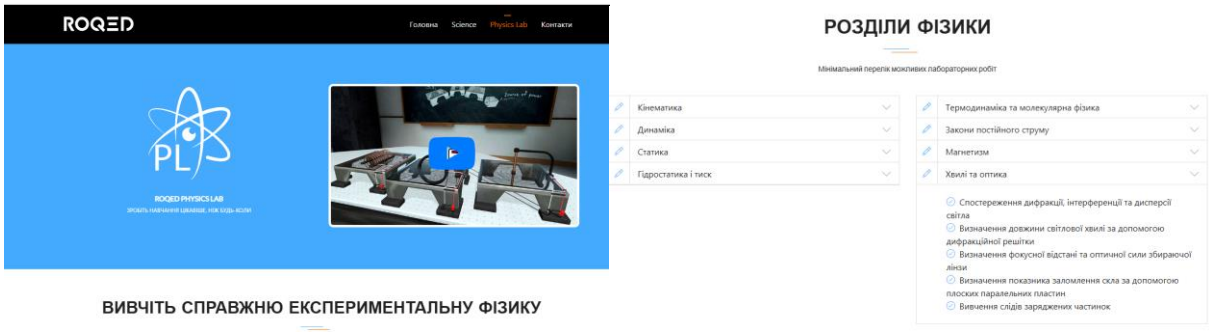


Рис. 2.5 – Розділ «ROQED Physics Lab»

ROQED Science розширює горизонти вивчення оптики завдяки інтерактивним 3D–моделям. Учні можуть маніпулювати кутом падіння світла на різних поверхнях, аналізувати зміну сторонніх променів, глибше розуміти закони заломлення та відбиття. Моделювання проходження світла через призму дає можливість візуалізувати розкладання білого світла та досліджувати залежність кута заломлення від довжини хвилі. ROQED Science дозволяє спостерігати за інтерференцією та дифракцією світла, змінювати параметри та

аналізувати результати. Віртуальні поляризатори допомагають досліджувати поляризацію світла, спостерігати за зміною інтенсивності та досліджувати різні типи поляризації.

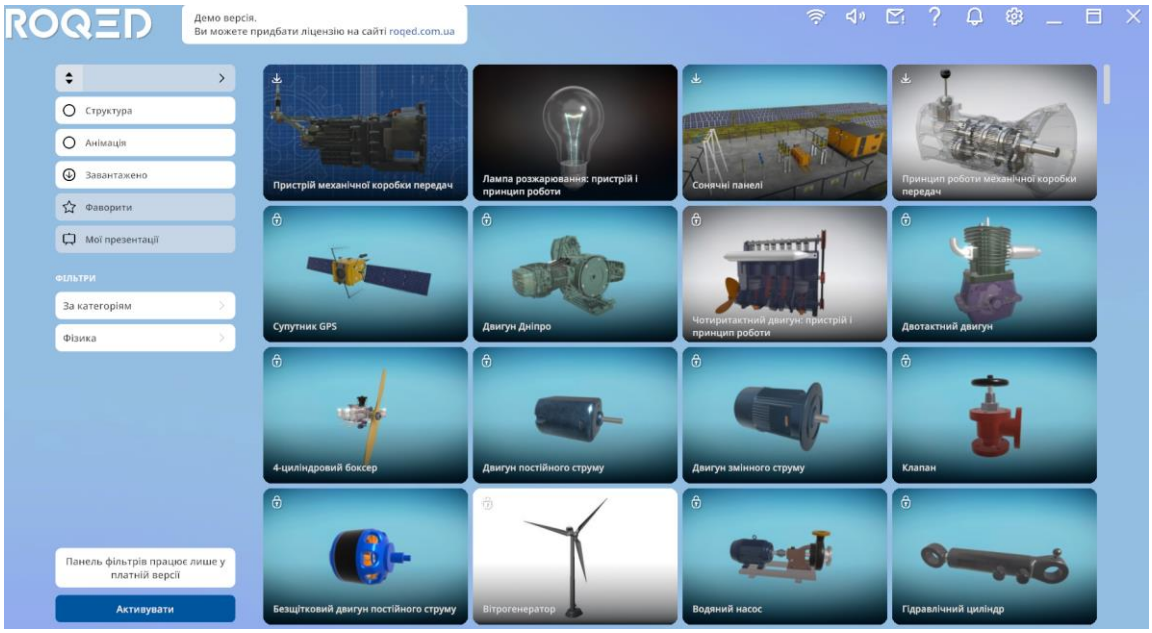


Рисунок 2.6 – ROQED Science, 3D–моделі розділ «Фізика»

Використання ROQED Physics Lab та ROQED Science в освітньому процесі має численні переваги. Інтерактивність платформи стимулює активну участь учнів у навчанні, а наочність 3D–моделей сприяє кращому розумінню складних фізичних явищ. Віртуальне середовище платформи забезпечує безпеку проведення експериментів, а доступність онлайн та офлайн робить їх зручними для використання в різних умовах.

Платформа «Фізика в школі – HTML5» представляє собою віртуальне середовище для вивчення фізики, що обґрунтовується на сучасних веб–технологіях. Розроблена з використанням HTML5, забезпечує крос–платформну сумісність, дозволяючи доступ до інтерактивних симуляцій на комп’ютерах, планшетах і смартфонах.



Рис. 2.7 – розділ «Оптика» платформи «Фізика в школі – HTML5»

Відмінною рисою платформи є інтерактивність, яка дає можливість учням активно впливати на перебіг віртуальних експериментів, змінюючи параметри та спостерігаючи за результатами в динаміці. Такий підхід трансформує традиційний процес навчання, перетворюючи учнів із пасивних спостерігачів на активних дослідників.

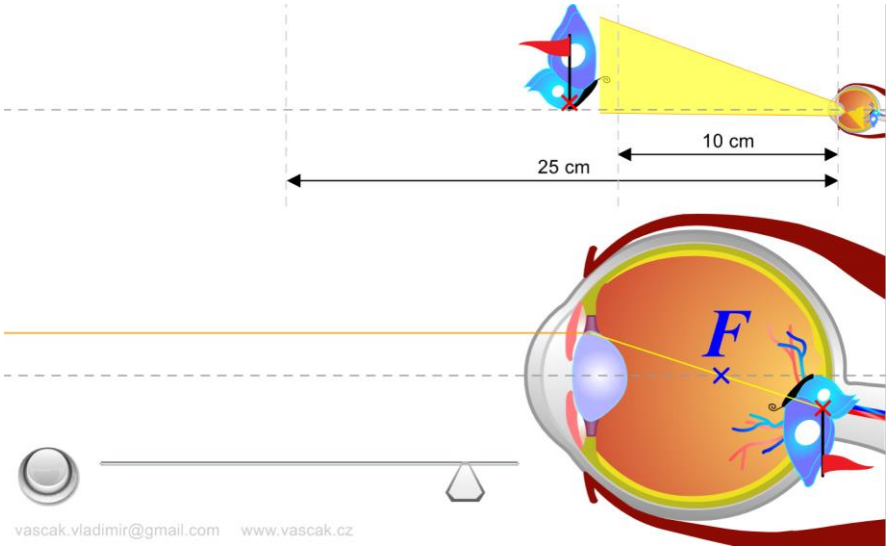


Рис. 2.8 – Акомодація ока, платформа «Фізика в школі – HTML5»

Візуалізація фізичних явищ та математичних понять є фундаментальним принципом платформи. Замість абстрактних формул та описів, які мають можливість спостерігати за процесами в діях, що сприяють формуванню глибшого розуміння та міцнішого запам’ятовування матеріалу.

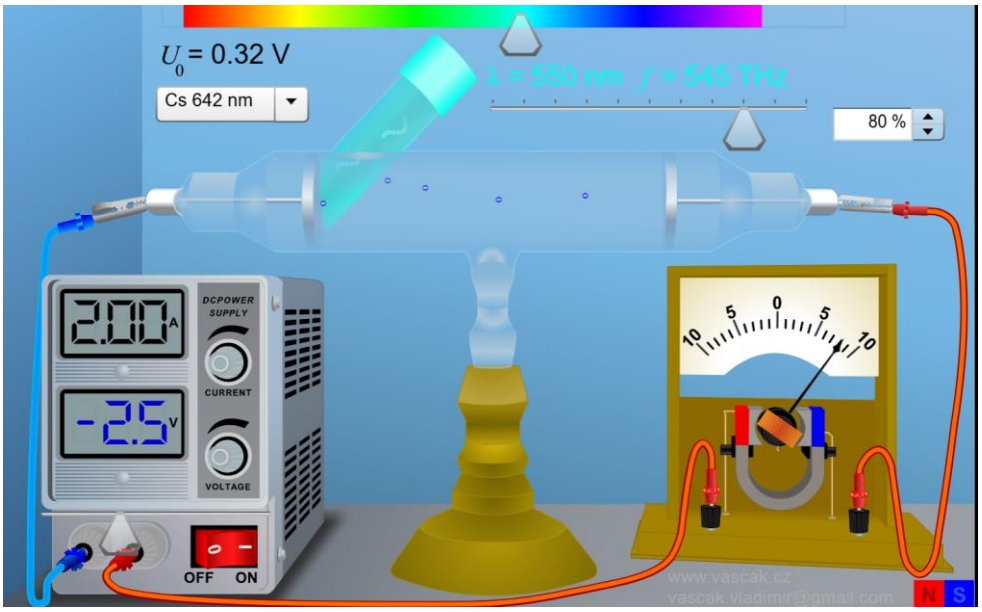


Рис. 2.9 – Фотоефект, платформа «Фізика в школі – HTML5»

Платформа охоплює широкий спектр тем, від класичної механіки до сучасної фізики, надаючи вчителям ігровий інструмент для розширення різноманітних фізичних законів та принципів. Симуляції на платформі можуть бути використані як для демонстрації експериментів, так і для організації самостійної роботи учнів.

Вільний доступ до платформи «Фізика в школі – HTML5» демократизує освітній процес, надаючи рівні можливості для вивчення фізики всім бажаючим, незалежно від їх соціального статусу чи географічного розташування. Це сприяє популяризації науки та формуванню інтересу до пізнання світу. Таким чином, «Фізика в школі – HTML5» є інноваційним інструментом, який має потенціал трансформувати викладання фізики, створюючи його більш доступним, цікавим та ефективним. Завдяки інтерактивності, візуалізації та широкому охопленню тем, платформі покращення глибшого розуму фізичних законів та розвитку наукового мислення учнів.

Physics Simulations – це інтерактивний веб–ресурс, орієнтований на поглиблення розуміння фізичних законів та принципів шляхом віртуального моделювання. Платформа надає доступ до широкого спектру симуляцій, що охоплюють різні розділи фізики, включаючи механіку, електрику, магнетизм, оптику та термодинаміку.

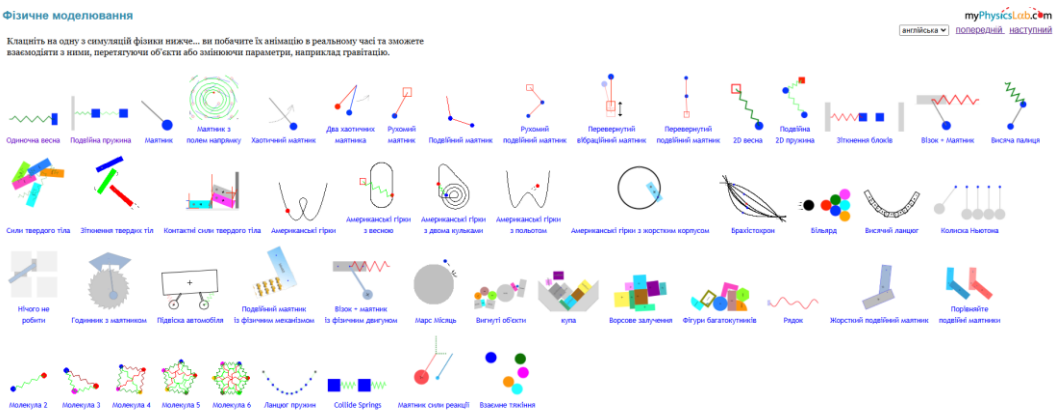


Рис. 2.10 – Головна сторінка ресурсу «Physics Simulations»

Ключовою особливістю Physics Simulations є інтерактивність, яка дозволяє користувачам активно взаємодіяти з віртуальним середовищем, моделюючи різноманітні фізичні явища шляхом зміни параметрів та спостереження за результатами в режимі реального часу. Такий підхід сприяє активізації пізнавальної діяльності та формуванню дослідницьких навичок.

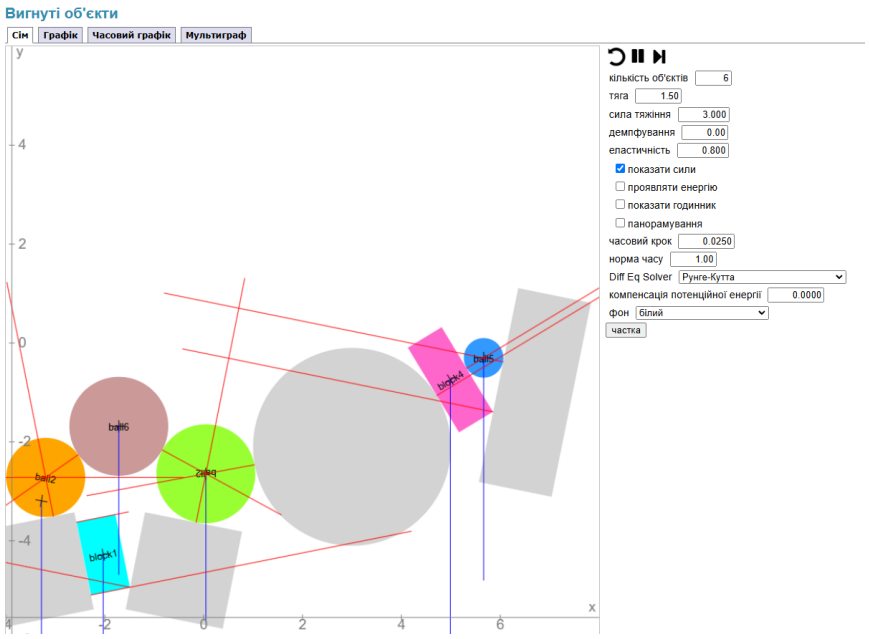


Рис. 2.11 – Головна сторінка ресурсу «Physics Simulations»

Візуалізація є невід'ємною складовою Physics Simulations. Замість абстрактних формул та описів, користувачі мають змогу спостерігати за фізичними процесами в динаміці, що сприяє кращому розумінню та

запам’ятовуванню інформації. Графічне представлення даних дозволяє сформувати цілісне уявлення про складні фізичні явища та їх взаємозв’язки.

Платформа характеризується високою доступністю, будучи безкоштовним онлайн–ресурсом, доступним для використання в будь–який час та з будь–якого пристрою з підключенням до інтернету.

Враховуючи інтерактивний характер, наочність та доступність, Physics Simulations може бути ефективно використаний для підвищення мотивації учнів до вивчення фізики, поглиблення їх розуміння фізичних законів та розвитку дослідницьких навичок. Інтеграція Physics Simulations в освітній процес сприятиме формуванню наукового світогляду та стимулюватиме інтерес до пізнання навколишнього світу.

JavaLab – це віртуальна лабораторія, реалізована у вигляді веб–ресурсу, що надає доступ до широкого спектру інтерактивних симуляцій з різних наукових дисциплін, включаючи фізику, хімію, біологію та астрономію. Розроблений з використанням JavaScript, JavaLab функціонує безпосередньо у веб–браузері, усуваючи необхідність встановлення додаткового програмного забезпечення та забезпечуючи крос–платформну сумісність.

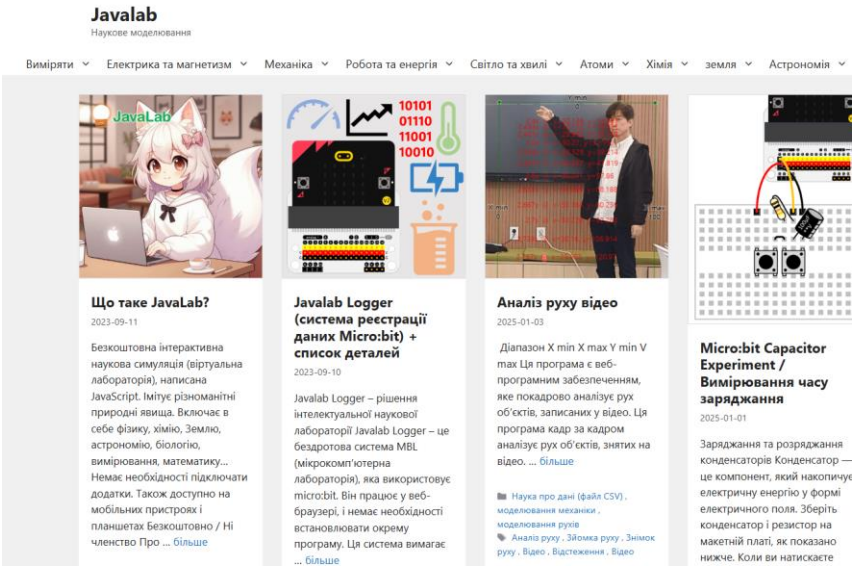


Рис. 2.12 – Головна сторінка ресурсу «JavaLab»

Основною метою JavaLab є візуалізація та інтерактивне моделювання наукових концепцій, що сприяє глибшому розумінню та засвоєнню знань.

Користувачі мають можливість маніпулювати віртуальними об’єктами, змінювати параметри експериментів та спостерігати за результатами в режимі реального часу, що сприяє активному залученню до процесу навчання та розвитку дослідницьких навичок. JavaLab характеризується простим та інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом, що робить його доступним для широкої аудиторії, незалежно від віку та рівня підготовки. Безкоштовний доступ до ресурсу сприяє демократизації освіти, надаючи рівні можливості для вивчення наук усім бажаючим.

Інтерактивні симуляції JavaLab охоплюють різноманітні теми, від класичних експериментів, таких як розсіювання Резерфорда та дослідження закону Фарадея, до моделювання природних явищ, таких як феєрверки та зміна стану води. Така різноманітність дозволяє використовувати JavaLab як додатковий інструмент в освітньому процесі для ілюстрації теоретичного матеріалу, проведення віртуальних лабораторних робіт та організації самостійної роботи учнів.

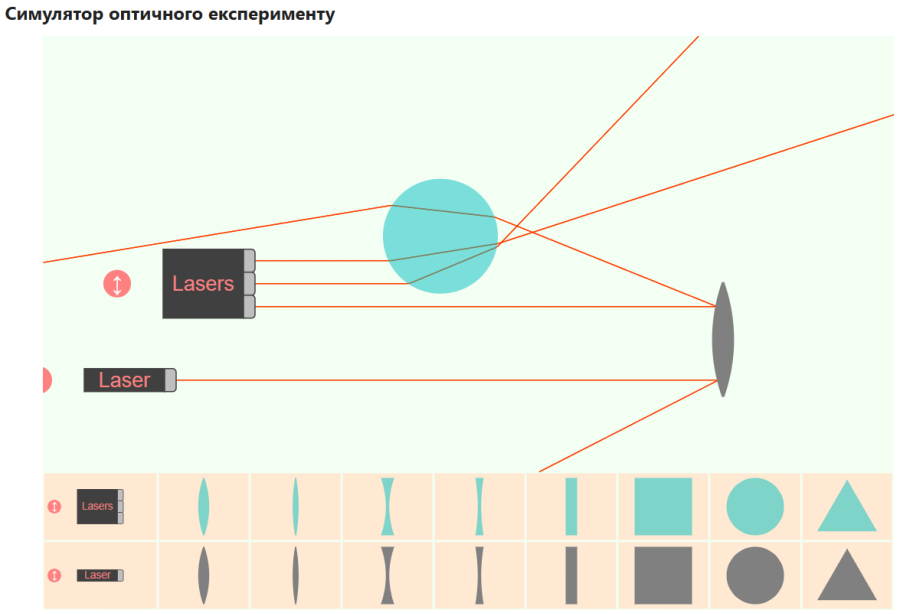


Рис. 2.13 – Симулятор оптичного експерименту ресурсу «JavaLab»

Завдяки інтерактивності, наочності та доступності, JavaLab має значний потенціал для підвищення ефективності навчання та розвитку інтересу до науки. Інтеграція JavaLab в освітній процес може сприяти формуванню наукового світогляду та стимулювати пізнавальну активність учнів.

Варто відзначити онлайн–платформу Go–Lab, яка пропонує доступ до різноманітних інтерактивних симуляцій з фізики та інших природничих наук. Платформа орієнтована на створення віртуального середовища для проведення експериментів та досліджень, що дозволяє учням активно взаємодіяти з навчальним матеріалом та поглиблювати розуміння наукових концепцій. Однією з ключових переваг Go–Lab є інтерактивність симуляцій. Користувачі мають можливість змінювати параметри експериментів, спостерігати за результатами в режимі реального часу та аналізувати вплив різних факторів на перебіг фізичних процесів. Такий підхід сприяє розвитку дослідницьких навичок, критичного мислення та вміння розв’язувати проблеми.

Візуалізація є важливим аспектом Go–Lab. Завдяки використанню графічних елементів, анімацій та інтерактивних моделей, складні фізичні явища стають більш зрозумілими та доступними для сприйняття. Візуальне представлення інформації сприяє кращому запам’ятовуванню матеріалу та формуванню цілісного уявлення про фізичні закони та принципи.

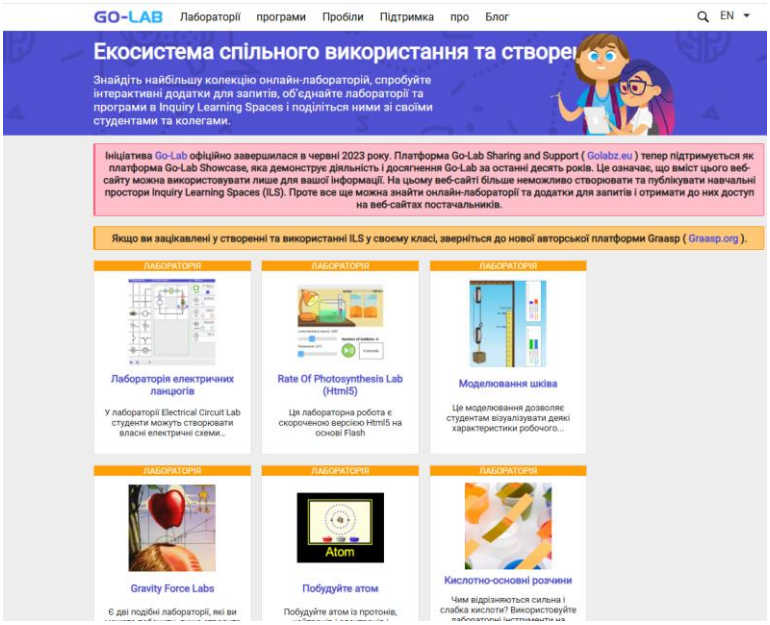


Рис. 2.14 – Головна сторінка ресурсу «Go–Lab»

Разом з тим, Go–Lab має й певні обмеження. Кількість доступних симуляцій може бути недостатньою для повного охоплення всіх тем шкільного курсу фізики. Крім того, деякі користувачі відзначають наявність технічних проблем з доступом до платформи та завантаженням симуляцій.

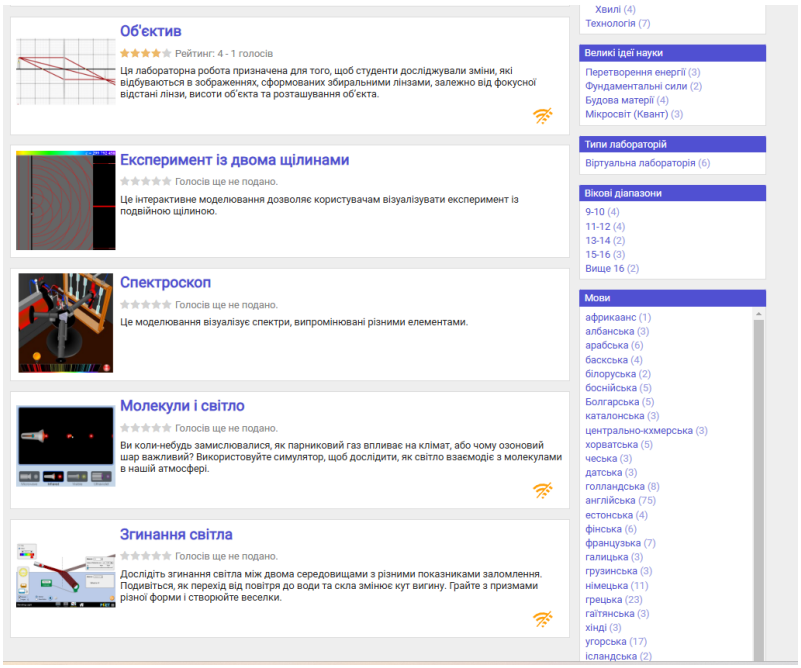


Рис. 2.15 – Розділ «Світло» ресурсу «Go–Lab»

В цілому, Go–Lab може бути корисним доповненням до традиційних методів навчання фізики. Інтерактивні симуляції платформи сприяють підвищенню мотивації учнів, поглибленню розуміння фізичних явищ та розвитку дослідницьких навичок. Однак, важливо враховувати обмеження Go–Lab та використовувати його в поєднанні з іншими освітніми ресурсами для досягнення максимальної ефективності освітнього процесу.

Огляд освітніх платформ з інтерактивними симуляціями продовжує PhET Interactive Simulations, розроблений Університетом Колорадо в Боулдері. Цей відомий ресурс пропонує безліч інтерактивних симуляцій для вивчення фізики, хімії, біології, математики та інших предметів. PhET заслужив визнання завдяки своїй простоті використання, доступності та здатності ефективно зацікавлювати учнів наукою та сприяти глибшому розумінню складних наукових ідей.

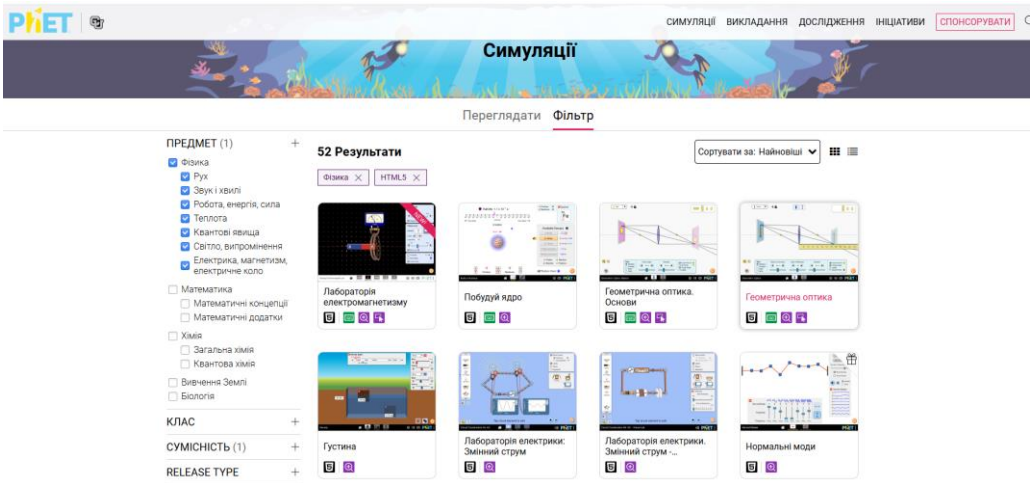


Рис. 2.16 – Розділ «Фізика» ресурсу «PhET»

Однією з ключових переваг PhET є інтерактивність симуляцій, що дозволяє користувачам активно взаємодіяти з віртуальними об’єктами, змінювати параметри експериментів та спостерігати за результатами в режимі реального часу. Такий підхід сприяє активному залученню учнів до освітнього процесу, розвитку дослідницьких навичок та формуванню глибшого розуміння причинно–наслідкових зв’язків у природничих науках. Візуалізація є невід’ємною складовою PhET. Замість абстрактних формул та описів, користувачі мають змогу спостерігати за фізичними, хімічними та біологічними процесами в динаміці, що сприяє кращому запам’ятовуванню та формуванню цілісного уявлення про наукові явища. Використання анімації, графіків та інтерактивних елементів робить освітній процес більш захопливим та ефективним.

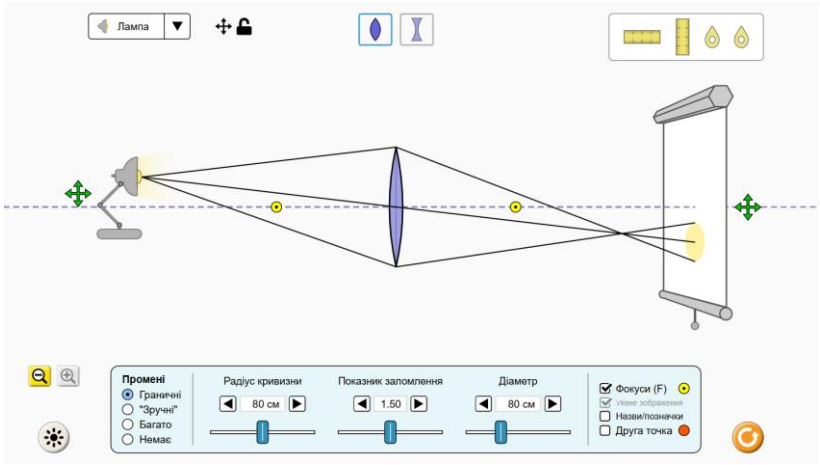


Рис. 2.17 – Геометрична оптика ресурсу «PhET»

PhET характеризується високою доступністю, будучи безкоштовним онлайн–ресурсом, доступним з різних пристроїв, включаючи комп'ютери, планшети та смартфони. Крім того, платформа перекладена багатьма мовами, що розширює доступ до неї для широкої аудиторії по всьому світу. Додаткові ресурси, такі як поради для вчителів, відеоінструкції та методичні матеріали, роблять PhET не лише збіркою симуляцій, а й повноцінним інструментом для інтеграції в освітній процес. Дослідження підтверджують ефективність PhET в підвищенні мотивації учнів, покращенні розуміння наукових концепцій та розвитку дослідницьких навичок.

Можливість моделювання різноманітних явищ та процесів, проведення віртуальних експериментів та аналізу результатів в режимі реального часу розширює інструментарій викладача та створює гнучке й адаптивне навчальне середовище. Незважаючи на певні обмеження, пов'язані з технічними аспектами та необхідністю ретельного відбору та інтеграції симуляцій в освітній процес, віртуальні симулятори є перспективним інструментом для підвищення якості освіти та формування наукового світогляду учнів.

Використання інтерактивних симуляцій PhET на уроках фізики в 9 та 11 класах дозволяє проводити віртуальні лабораторні роботи з оптики, роблячи навчання більш захопливим та ефективним. Учні можуть самостійно досліджувати заломлення світла в лінзах різної форми, спостерігати інтерференцію та дифракцію світлових хвиль, моделювати роботу оптичних приладів, таких як телескоп чи мікроскоп. Змінюючи параметри віртуального експерименту, учні глибше розуміють закономірності оптики та розвивають дослідницькі навички. Наведемо приклади таких робіт.

Лабораторна робота для 9 класу

Тема: дослідження відбивання світла за допомогою плоского дзеркала або іншої поверхні відбивання.

Мета: експериментально перевірити закони відбивання світла.

Обладнання: інтерактивна симуляція PhET (транспортир, джерело світла, поверхня відбивання).

Хід роботи:

Підготовка до експерименту:

1. Проведіть пряму або лінію, яка символізує поверхню плоского дзеркала. Проведіть під довільним кутом падаючий промінь. Із точки падіння променя встановіть перпендикуляр до поверхні дзеркала. Позначте та виміряйте кут падіння. Відкладіть кут відбивання рівний куту падіння та позначте його.

2. Запишіть закони відбивання світла.

3. Перейдіть за QR-кодом та натисніть кнопку

Рис. 2.18 – QR-код для початку роботи з «PhET»

Початок:

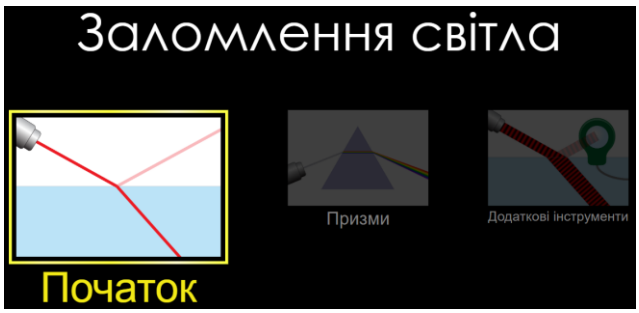


Рис. 2.19 – Заломлення світла в ресурсі «PhET»

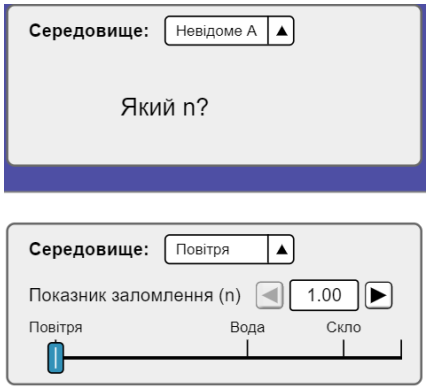


Рис. 2.20 – Встановлення параметрів в ресурсі «PhET»

4. Встановіть наступні параметри:

Середовище 1 – Невідоме А;

Середовище 2 – Повітря.

Експеримент

Результати вимірювань одразу заносьте до таблиці 2.2

1. Увімкніть джерело світла. Із панелі інструментів перетягніть транспортир та розмістить так як показано на рисунку.

2. За допомогою транспортира виміряйте кут падіння та кут відбивання.

3. Повторіть дії ще кілька разів, установлюючи джерело світла під різними кутами до поверхні відбивання.

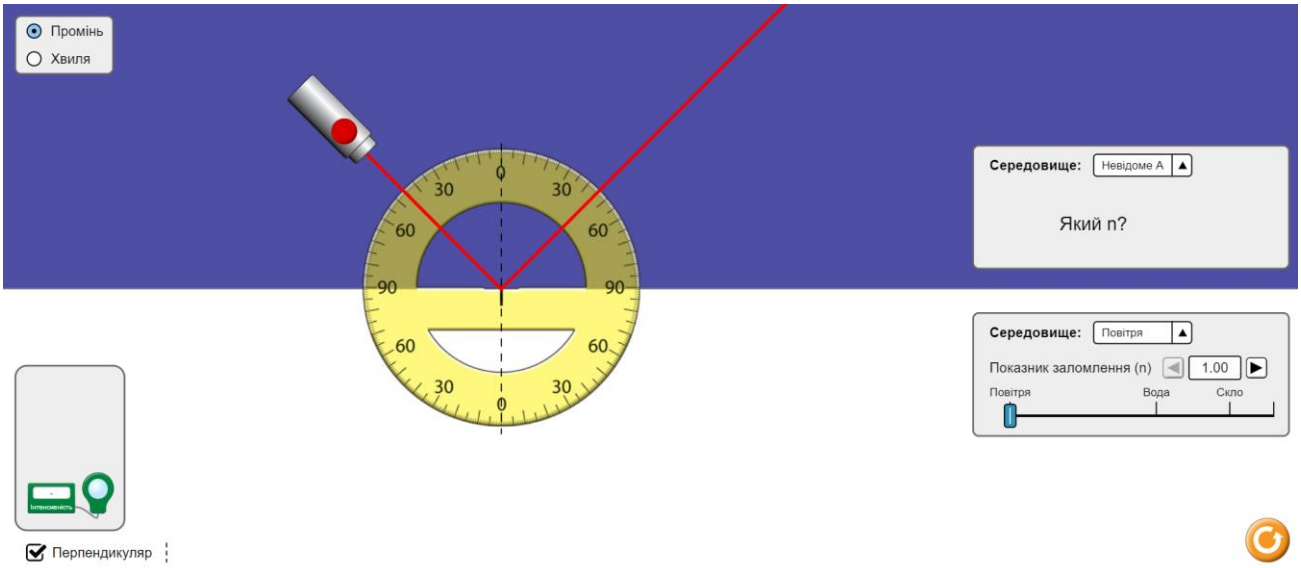


Рис. 2.21 – Вимірювання результатів в ресурсі «PhET»

Табл. 2.2 – Результати вимірювань експерименту

№	Кут падіння α, градус	Кут відбивання β, градус
1		
2		
3		
4		
5		

Аналіз експерименту та його результатів

Проаналізуйте експеримент та його результати. Зробіть висновок, у якому зазначте: 1) яке співвідношення між кутом падіння світлового променя та кутом його відбивання ви встановили; 2) чи виявилися результати дослідів абсолютно точними, а якщо ні, то в чому причини похибки.

Додаткові запитання.

1. Чому різко погіршується видимість через окуляри, які запітніли (наприклад, якщо увійти в приміщення з морозу)?

2. Що більше: відстань від предмета до плоского дзеркала чи від дзеркала до зображення?

3. Як слід розташувати дзеркало відносно землі, щоб сонячні промені потрапили на дно колодязя? Висота Сонця над горизонтом 30°.

Творче завдання.

Скориставшись рисунком 2.22, продумайте та запишіть план проведення експерименту з визначення висоти кімнати за допомогою плоского дзеркала; зазначте необхідне обладнання. У разі можливості проведіть експеримент.

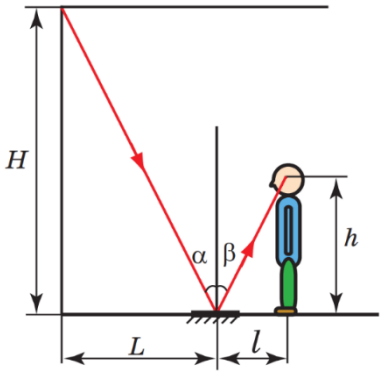


Рис. 2.22 – Ілюстрація до експерименту з визначення висоти кімнати

Лабораторна робота для 11 класу

Тема: дослідження заломлення світла

Мета: дослідити заломлення світла на межі «скло – повітря», визначити показник заломлення скла відносно повітря.

Обладнання: інтерактивна симуляція PhET (транспортир, джерело світла, прозорі середовища).

Хід роботи

Підготовка до експерименту

1. Проведіть пряму або лінію, яка символізує межу поділу двох середовищ. Проведіть під довільним кутом падаючий промінь. Із точки падіння променя встановіть перпендикуляр до межі поділу двох середовищ та позначте кут падіння. Накресліть заломлений промінь із врахуванням того, що світло переходить із середовища менш оптично густого в більш оптично густе та позначте кут заломлення.

2. Запишіть закони заломлення світла.

3. Запишіть формули для визначення відносного показника заломлення.

4. Перейдіть за QR–кодом та натисніть кнопку «Початок»:



Рис. 2.23 – QR-код для початку роботи з «PhET»

Експеримент

Результати вимірювань і обчислень відразу заносьте до таблиці 2.3.

1. Встановіть наступні параметри: *Середовище 1 – Повітря, Середовище 2 – Скло.*

2. Із панелі інструментів перетягніть транспортир та розмістить так як показано на рисунку. Увімкніть джерело світла.

3. За допомогою транспортира виміряйте кут падіння та кут заломлення.

4. Повторіть дії ще кілька разів, установлюючи джерело світла під різними кутами до скла.

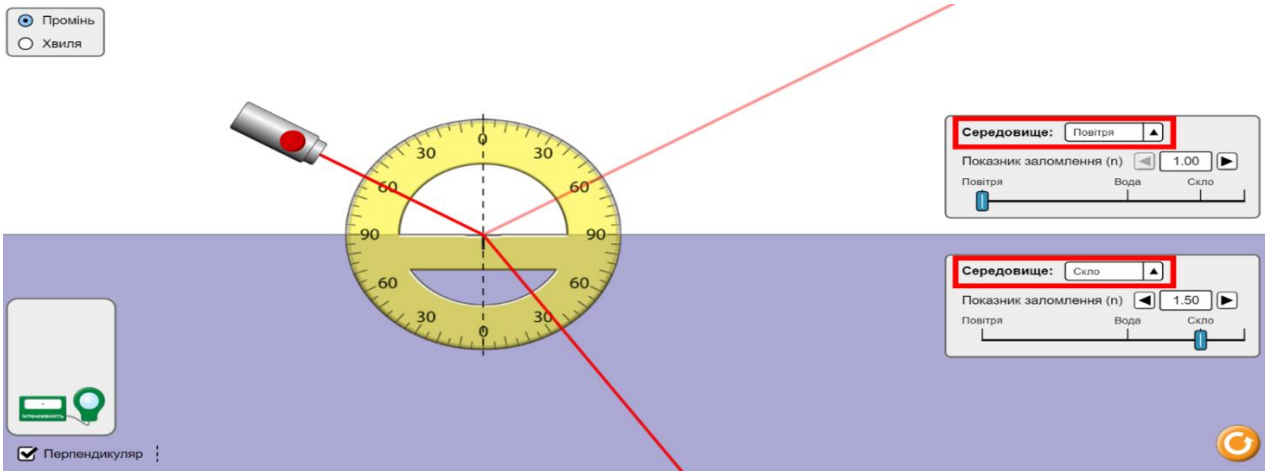


Рис. 2.24 – Заломлення світла на межі повітря та скла в «PhET»

Табл. 2.3 – Результати вимірювань експерименту

№	Кут падіння α, градус	Кут заломлення γ, градус	sin α	sin γ	Показник заломлення		Похибка експерименту		Результат $n = n_{\text{сер}} \pm \Delta n$
					n	$n_{\text{сер}}$	ε, %	Δn	
1									
2									
3									
4									

Опрацювання результатів експерименту

1. Для кожного досліду визначте **sin α**, **sin γ** використовуючи таблицю Брадіса або калькулятор і запишіть ці значення у таблицю.

2. Для кожного досліду визначте *показник заломлення скла відносно повітря* і запишіть ці значення у таблицю:

$$n = \frac{\sin\alpha}{\sin\gamma}.$$

3. Визначте середнє значення показника заломлення і запишіть це значення у таблицю:

$$n_{\text{сер}} = \frac{n_1+n_2+n_3+n_4}{4}.$$

4. Оцініть відносну й абсолютну похибки експерименту, порівнявши отриманий результат $n_{\text{сер}}$ із табличним. Показник заломлення скла відносно повітря $n_{\text{табл}} = 1{,}5$.

$$\varepsilon = \left|1 - \frac{n_{\text{сер}}}{n_{\text{табл}}}\right|;\ \Delta n = n_{\text{сер}} \cdot \varepsilon.$$

5. Округліть результати вимірювання показник заломлення скла відносно повітря, скориставшись правилами округлення (абсолютну похибку завжди округлюють до однієї значущої цифри із завищенням, а результат вимірювання – до величини розряду, що залишився в абсолютній похибці після округлення), і подайте результати у вигляді:

$$n = n_{\text{сер}} \pm \Delta n.$$

Аналіз експерименту та його результатів

Проаналізуйте експеримент і його результати. Сформулюйте висновок, у якому зазначте: 1) яку фізичну величину ви визначали; 2) який результат отримали; 3) чи залежить значення отриманої величини від кута падіння світла; 4) у чому причини можливої похибки експерименту.

Контрольні запитання.

1. Показник заломлення світла в речовині дорівнює 1,5. Яка швидкість світла в цій речовині?

2. На який кут відхилиться світловий промінь від початкового напрямку при переході з повітря у скло ($n_{\text{скла}} = 1{,}5$), якщо кут падіння променя дорівнює 60°?

Творче завдання.

Скориставшись попередньою симуляцією, продумайте і запишіть план проведення експерименту з визначення граничного кута повного внутрішнього відбивання для межі поділу середовищ: вода–повітря. Проведіть експеримент, проаналізуйте результат, сформулюйте висновок.

Отже, використання симуляторів фізичних процесів для проведення віртуальних експериментів з оптики відкриває нові можливості для поглиблення розуміння фізичних явищ та підвищення ефективності освітнього процесу. Завдяки інтерактивності та наочності симуляцій, учні отримують змогу не лише спостерігати за оптичними явищами, а й активно взаємодіяти з ними, змінюючи параметри експерименту та досліджуючи їх вплив на результат. Віртуальні експерименти дозволяють розширити спектр досліджуваних явищ, моделювати

ситуації, які складно або неможливо відтворити в умовах реальної лабораторії, а також здійснювати багаторазові вимірювання з високою точністю. Впровадження симуляторів в освітній процес сприяє підвищенню мотивації учнів до вивчення фізики та формуванню глибокого розуміння фундаментальних принципів оптики.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Організація і проведення педагогічного експерименту

Педагогічний експеримент з метою дослідження ефективності використання симуляторів фізичних процесів у навчанні оптики проводився на базі Запорізького ліцею №105 Запорізької міської ради. В експерименті взяли участь дві навчальні групи 11 класу загальною кількістю 36 учнів.

Для проведення експерименту було сформовано дві групи: експериментальну (ЕГ) та контрольну (КГ). Експериментальна група (ЕГ), крім традиційного викладу навчального матеріалу, що включав теоретичну частину та розв’язування задач, активно використовувала симулятори фізичних процесів. За допомогою симуляторів здійснювалось пояснення нового матеріалу, виконання лабораторних і дослідницьких робіт. Контрольна група (КГ) засвоювала знання за стандартною програмою. Виконання лабораторних і дослідницьких робіт в цій групі частково здійснювалось за допомогою побутового обладнання, частково за допомогою перегляду онлайн–відео.

Такий підхід до організації експерименту дозволив зіставити ефективність двох різних методик викладання оптики та зробити висновки про доцільність впровадження симуляторів фізичних процесів в освітній процес.

У процесі педагогічного експерименту, спрямованого на дослідження ефективності використання симуляторів фізичних процесів у навчанні оптики, учням обох груп було запропоновано виконати самостійні роботи з вивчення розділу «Оптика». Ці роботи проводилися на двох етапах: на початку експерименту, з метою визначення початкового рівня знань учнів, та у підсумку, для оцінки засвоєння матеріалу та ефективності застосованих методик навчання.

Самостійні роботи містили різноманітні завдання, що охоплювали ключові аспекти розділу «Оптика», такі як закони геометричної оптики, хвильові властивості світла, оптичні прилади та інші. Аналіз результатів самостійних робіт дозволив оцінити рівень засвоєння знань учнями експериментальної та

контрольної груп, а також виявити вплив використання симуляторів фізичних процесів на ефективність навчання.

До складу першої самостійної роботи входили такі поняття: уявлення про природу світла, відбивання світла, закони відбивання світла. Вона містила 12 задач. Система оцінювання самостійної роботи з теми «Відбивання світла» розроблена з урахуванням різних рівнів засвоєння знань учнями. Вона включає 12 завдань, які диференційовані за складністю та глибиною перевірки знань.

1. Завдання 1 – 3 та 5 оцінюються в 1 бал і спрямовані на перевірку базових знань з теми. Учень має продемонструвати розуміння того, що світло необхідне для бачення, кут падіння дорівнює куту відбивання, а плоске дзеркало формує уявне зображення.

2. Завдання 4, 6 – 8, оцінені в 2 бали, вимагають від учня розуміння законів відбивання світла та вміння застосовувати їх для розв’язування простих задач. Це включає вміння знаходити кут падіння за відомим кутом між падаючим та відбитим променями, а також визначення відстані між предметом та його зображенням у плоскому дзеркалі.

3. Завдання 9 та 10, які оцінюються в 3 бали, перевіряють глибше розуміння явища відбивання світла. Учень має розрізняти дзеркальне та дифузне відбивання, а також розуміти, як змінюється швидкість руху зображення при наближенні до дзеркала.

Така диференціація завдань дозволяє оцінити рівень знань учнів за чотирма рівнями: низький (1 – 4 бали), середній (5 – 9 бали), достатній (10 – 13 бали) та високий (14 – 16 бали). Це дає змогу об’єктивно оцінити ефективність різних методик навчання та їх вплив на засвоєння знань учнями.

Самостійна робота №1

1. Кут падіння світла 58°. Яким буде кут відбивання?

а) 116°

б) 58°

в) 29°

г) 90°

2. Кут між падаючим і відбитим променем становить 130°. Який кут падіння світла?

а) 65°

б) 60°

в) 130°

г) 260°

3. Плоске дзеркало дає нам ..... зображення предмета.

а) Дійсне

б) Уявне

в) Обернене

г) Збільшене

4. Свічка розташована на відстані 30 см від дзеркала. Яка відстань між свічкою і її зображенням?

а) 30 см

б) 60 см

в) 15 см

г) 45 см

5. Дівчинка розташована 2 м перед дзеркалом. Потім вона підійшла на 80 см ближче. Яка відстань від дівчинки до її зображення?

а) 2,8 м

б) 2,4 м

в) 280 см

г) 1 м 40 см

6. Відбивання світла від гладенької поверхні – це ....

а) Дзеркальне відбивання

б) Дифузне відбивання

в) Комбіноване відбивання

г) Поглинання

7. Відбивання світла від шорсткої поверхні – це ...

а) Дзеркальне відбивання

б) Дифузне відбивання

в) Поглинання

г) Заломлення

8. Ви прямуєте до дзеркальної поверхні зі швидкістю 3 м/с. З якою швидкістю ви наближаєтесь до свого зображення?

а) 3 м/с

б) 6 м/с

в) 1,5 м/с

г) $3 \cdot 10^8$ м/с

9. Коли восени випадає сніг, то ночі стають набагато ...

а) Світлішими

б) Темнішими

в) Довшими

г) Коротшими

10. Які тіла добре відбивають світло?

а) Темні

б) Світлі

в) Кольорові

г) Чорні

Завершальним етапом педагогічного експерименту з дослідження ефективності використання симуляторів фізичних процесів у навчанні оптики стало проведення самостійної роботи №2. Ця робота, подібно до початкової, охоплювала розділ «Оптика», але містила вже 10 завдань, що відрізнялися за складністю та типом. Завдання 1 та 3–6 оцінювалися в 1 бал і були спрямовані на

перевірку базових знань учнів з теми. Завдання 2 та 7–9, оцінені в 2 бали, вимагали глибшого розуміння теми та вміння застосовувати знання для розв'язування задач. Завдання 10, оцінене в 3 бали, було найскладнішим і передбачало вміння аналізувати та синтезувати знання з різних аспектів теми.

Максимальна кількість балів, яку міг отримати учень за цю самостійну роботу, становила 16. Шкала оцінювання була аналогічною до попередньої самостійної роботи: 1–4 бали – незадовільно (низький рівень), 5–9 балів – задовільно (середній рівень), 10–13 балів – добре (достатній рівень), 14–16 балів – відмінно (високий рівень).

Результати самостійної роботи №2 були використані для порівняння з результатами початкової самостійної роботи та для аналізу ефективності різних методик навчання в експериментальній та контрольній групах. Це дозволило зробити висновки про вплив використання симуляторів фізичних процесів на рівень засвоєння знань учнями з оптики.

Самостійна робота № 2

1. Фізичне тіло, частинки якого випромінюють світло –

а) Приймач світла

б) Джерело світла

в) Учитель

г) Джерело знань

2. Лінія, що вказує на напрямок поширення енергії світла – це

а) Світловий промінь

б) Джерело світла

в) Указка

г) Приймач світла

3. В результаті якого явища соломинка здається деформованою?



Рис. 3.1 – Ілюстрація явища заломлення світла

а) Відбивання світла

б) Деформації

в) Це дві різні соломинки

г) Заломлення світла

4. Зміну напрямку поширення світла на межі поділу двох середовищ називають ...

а) поширення світла

б) розломлення світла

в) заломлення світла

г) відбивання світла

5. Скільки законів заломлення світла існує?

а) 1

б) 2

в) 3

г) 4

6. Абсолютний показник заломлення світла ...

а) показує, у скільки разів швидкість поширення світла в середовищі менша, ніж у вакуумі

б) показує, у скільки разів швидкість поширення світла в середовищі менша, ніж у повітрі

в) показує, на скільки разів швидкість поширення світла в середовищі менша, ніж у вакуумі

г) показує, у скільки разів швидкість поширення світла в середовищі більша, ніж у вакуумі

7. Якою літерою позначається абсолютний показник заломлення?

а) b

б) n

в) m

г) a

8. Що зображено на фото?



Рис. 3.2 – Ілюстрація до завдання 8

а) Червоний шнур

б) Лазер

в) Оптоволоконний кабель

г) Приймач світла

9. В якій речовині абсолютний показник заломлення найбільший?



Рис. 3.3 – Ілюстрація до завдання 9

а) Алмаз

б) Скло

в) Вода

г) Сапфір

10. Що значає у формулі літера α ?

$$\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{n_2}{n_1}$$

а) Кут між дзеркалом та поверхнею столу

б) Кут заломлення

в) Кут падіння

г) Кут відбивання

3.2. Аналіз результатів педагогічного експерименту

Для визначення початкового рівня знань учнів з фізики перед початком педагогічного експерименту було проведено тестування учнів контрольної (КГ) та експериментальної (ЕГ) груп. Тестування охоплювало теми, що розглядалися в розділі «Оптика». Результати тестування представлено в таблиці 3.1.

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

Рівень підготовки	**Учні КГ**	**Учні ЕГ**
Початковий	1	2
Середній	5	6
Достатній	9	8
Високий	3	2

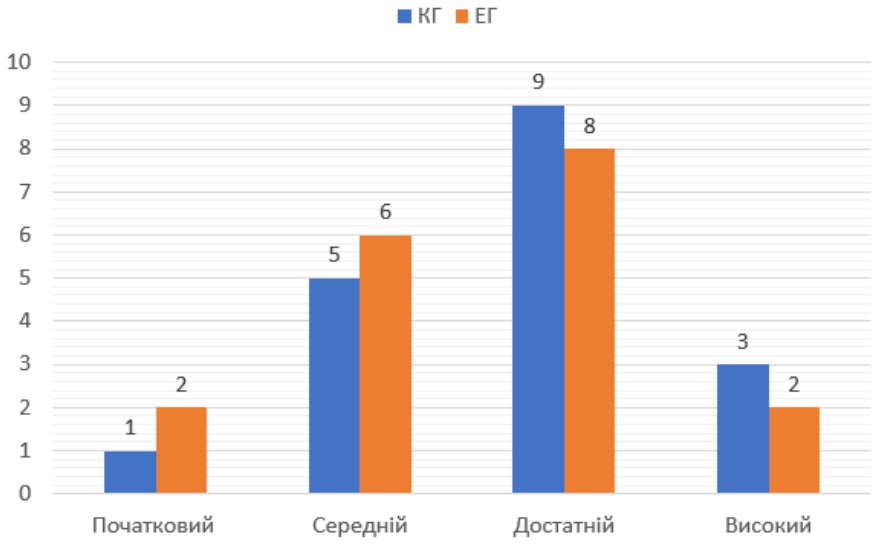


Рис. 3.4 – Співвіднесення результатів навчальних досягнень учнів ЕГ та КГ з фізики

Аналіз даних таблиці 3.1 свідчить про приблизно однаковий розподіл учнів за рівнями навчальних досягнень в обох групах на початку експерименту. Це дає підстави стверджувати, що групи були сформовані достатньо однорідно, що є важливою умовою для об’єктивного порівняння ефективності різних методик навчання в ході експерименту.

Проведення педагогічного експерименту в дистанційному форматі внесло певні особливості в організацію освітнього процесу. В контрольному класі (КГ) учні засвоювали знання за традиційною системою, виконуючи лабораторні роботи за допомогою відео дослідів та побутового обладнання. В експериментальному класі (ЕГ) учні, крім засвоєння теоретичних знань, мали можливість застосовувати їх на практиці, використовуючи віртуальні симулятори фізичних процесів.

Результати другої самостійної роботи, проведеної після завершення експерименту, представлені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Результати самостійної роботи після проведеного експерименту

Оцінка	Учні КГ	Учні ЕГ
Початковий	2	1
Середній	5	3
Достатній	9	11
Високий	2	3

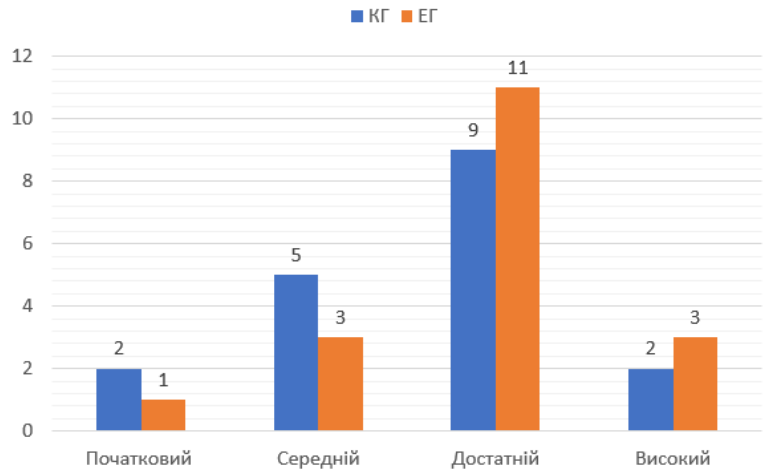


Рис. 3.5 – Співставлення оцінок за самостійну роботу в експериментальній та контрольній групах

Аналіз результатів, представлених в таблиці 3.2 та на рисунку 3.5, показує, що учні експериментальної групи впоралися із виконанням другої самостійної роботи краще, ніж учні контрольної групи. Це свідчить про позитивний вплив використання віртуальних симуляторів на ефективність засвоєння знань з оптики.

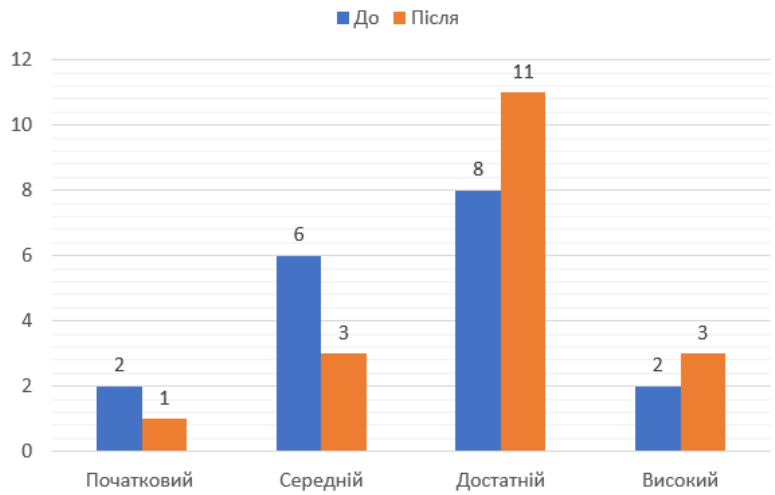


Рис. 3.6 – Рівень знань учнів ЕГ до та після експерименту

На рисунку 3.6 зображено рівень знань учнів експериментальної групи до та після експерименту. З наведених даних видно, що рівень знань учнів ЕГ підвищився.

Проведений педагогічний експеримент дозволяє зробити висновок про те, що використання віртуальних симуляторів фізичних процесів сприяє підвищенню ефективності навчання оптики в 11 класі. Учні, які мали можливість проводити віртуальні експерименти, показали кращі результати в засвоєнні знань та розв’язуванні задач. Отримані результати дають підстави рекомендувати використання віртуальних симуляторів в освітньому процесі з фізики.

ВИСНОВКИ

Здійснене дослідження дозволило досягти поставленої мети та обґрунтувати методичні засади розроблення та проведення фізичного експерименту з оптики у шкільному курсі фізики у закладах загальної середньої освіти за дистанційної форми навчання.

1. Аналіз сучасного стану проблеми проведення фізичного експерименту в умовах дистанційного навчання виявив тенденцію до інтеграції реальних та віртуальних експериментів, використання онлайн-лабораторій та цифрових інструментів для обробки даних. Зокрема, симулятори, такі як PhET Interactive Simulations, OPhysics та Virtual Physics Lab, надають можливість моделювати різноманітні оптичні явища, зокрема: заломлення світла, дифракцію, інтерференцію та поляризацію. Водночас, широкий спектр побутового обладнання, від лазерних указок та дзеркал до лінз, призм, кольорових фільтрів, пластикових пляшок та картонних коробок, дозволяє організувати експериментальні дослідження з оптики в домашніх умовах, сприяючи практичному засвоєнню фізичних принципів.

2. Дослідження педагогічних можливостей віртуальних лабораторій та симуляторів фізичних процесів для проведення експерименту з оптики виявило їх значний потенціал, а саме: візуалізація складних фізичних процесів, зокрема заломлення світла, дифракції, інтерференції та поляризації; моделювання різноманітних оптичних явищ за допомогою PhET Interactive Simulations, OPhysics та Virtual Physics Lab; дослідження залежностей між фізичними величинами шляхом зміни параметрів експерименту та спостереження за результатами в динаміці; безпечне проведення експериментів, які можуть бути небезпечними в реальних умовах; розвиток пізнавальної активності учнів та їх зацікавленості до навчання; формування практичних навичок дослідження фізичних явищ; сприяння розвитку навичок самостійної роботи та критичного мислення.

3. Розроблено методичні засади використання симуляторів фізичних процесів та побутового обладнання для проведення експериментальних досліджень з оптики у дистанційному форматі. Зокрема: використання сайту інтерактивних симуляцій PhET для моделювання оптичних явищ, таких як заломлення світла, дифракція, інтерференція та поляризація; застосування побутового обладнання, зокрема лазерних указок, дзеркал, лінз, призм, кольорових фільтрів, пластикових пляшок та картонних коробок, для демонстрації та експериментального дослідження оптичних явищ в домашніх умовах.

4. Педагогічним експериментом доведено ефективність розроблених методичних засад. Результати експерименту показали, що запропонований підхід сприяє: підвищенню пізнавального інтересу учнів до вивчення фізики, розвитку їх експериментаторських вмінь та навичок, формуванню глибоких і міцних знань з оптики, розвитку вміння працювати з інформацією, критично мислити, розв’язувати проблеми.

У подальшому ми плануємо розробити методичні рекомендації щодо розроблення та проведення фізичного експерименту з інших розділів шкільного курсу фізики у закладах загальної середньої освіти за дистанційної форми навчання.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

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

2. Словник української мови. Академічний тлумачний словник (1970–1980). URL: http://sum.in.ua/s/eksperyment (дата звернення: 21.08.2023).

3. Методика навчання фізики в середній школі. URL: https://fizmet.org/ (дата звернення: 21.08.2023).

4. EdEra: Онлайн–курс для вчителів та керівників шкіл про дистанційне навчання. URL: https://courses.ed–era.com/courses/course–v1:MON–DECIDE+1+2020/about (дата звернення: 25.08.2023).

5. Положення про дистанційне навчання : Наказ Міністерства освіти і науки України від 25 квітня 2013 р. № 466. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0703–13#Text.

6. Концепція розвитку дистанційної освіти в Україні : Постанова Міністерства освіти і науки України від 20 грудня 2000 р. URL: http://www.osvita.org.ua/distance/pravo/00.html.

7. Про внесення змін до деяких законів України у сфері освіти щодо врегулювання окремих питань освітньої діяльності в умовах воєнного стану: Закон України від 28 квітня 2022 р. № 7325. URL: https://www.rada.gov.ua/news/razom/224257.html.

8. Про деякі питання організації здобуття загальної середньої освіти та освітнього процесу в умовах воєнного стану в Україні : Наказ Міністерства освіти і науки України від 28 березня 2022 р. № 274. URL: https://osvita.ua/legislation/Ser_osv/86134/.

9. Про організацію 2023/2023 навчального року в закладах загальної середньої освіти : Лист Міністерства освіти і науки України № 1/12186–23 від 16.08.20223. URL: https://mon.gov.ua/ua/npa/pro–organizaciyu–20232024–navchalnogo–roku–v–zakladah–zagalnoyi–serednoyi–osviti

10. Організація дистанційного навчання в школі : методичні рекомендації / Міністерство освіти і науки України. Травень, 2020. URL: https://rada.info/upload/users_files/41919831/4c6d4edbb7e057a3ecea236cc72d989d.pdf.

11. Положення про дистанційну форму здобуття повної загальної середньої освіти : Наказ МОН України від 08.09.2020 No 1115 «Деякі питання організації дистанційного навчання». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0703–13#Text.

12. Положення про дистанційне навчання : Наказ Міністерства освіти і науки України від 25 квітня 2013 р. No 466. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0703–13#Text.

13. Коляда І. Система дистанційної освіти в умовах соціальних викликів: український досвід. Вісник Львівського університету. Серія «Філософсько–політологічні студії». 2023. Вип. 46. С. 58–65.

14. Різак В. М., Литвинова С. Г., Соколюк О. М. , Чобаль О. І. Шкільний фізичний експеримент з використанням цифрових вимірювальних комплексів: старша школа: навчально–методичний посібник. Ужгород: УжНУ «Говерла», 2019. 256 с. URL: https://lib.iitta.gov.ua/716741/1/fizuka_print%20–Lytv_Sok.pdf (дата звернення: 26.08.2023).

15. Всеукраїнська школа онлайн. URL: https://lms.e–school.net.ua (дата звернення: 26.08.2023).

16. Масюк О. В. Фізичний експеримент у навчанні фізики в загальноосвітніх навчальних закладах. Методична розробка. Освітній портал «На урок». URL: https://naurok.com.ua/metodichna–rozrobka–fizichniyeksperiment–171300.html (дата звернення: 26.08.2023).

17. Черкасова О. М. Методичні засади проведення лабораторних робіт з фізики у закладах загальної середньої освіти за дистанційної форми навчання. Дипломна робота. ЗНУ, 2021.

18. Бар’яхтар В. Г., Довгий С. О., Божинова Ф. Я., Кірюхіна О. О. Фізика, 9 клас: підручник. Харків: Ранок, 2017. 165 с.

19. Бар’яхтар В. Г., Довгий С. О., Божинова Ф. Я., Кірюхіна О. О. Фізика: підручник. Харків: Ранок, 2019. 272 с.

20. Мястковська М. О., Пшембаєв І. М. Використання phet–симуляцій для виконання домашніх завдань з молекуляр. Інновапційні технології та інтерактивні методи формування світоглядних мір облізнаності учнів (студентів) з фізики. 2020. № 5. С. 204 – 207. URL: https://phys.ippo.kubg.edu.ua/wp–content/uploads/2020/05/95141–200685–1–SM–1.pdf. (дата звернення: 26.11.2024).

21. Пшембаєв І. М. Впровадження інформаційно–комунікаційних технологій як засобів проведення лабораторних робіт з фізики. Вісник Кам’янець–Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Фізико–математичні науки. 2017. Вип. 17. С. 165– 167.

22. Використання інтерактивних вправ на уроках фізики, астрономії та інформатики: веб–сайт. URL: https://naurok.com.ua/metodichni–rekomendaci–vikoristannya–interaktivnih–vprav–na–urokah–fiziki–329167.html (дата звернення: 19.09.2023).

23. Андрєєв А. М., Іваницький О. І., Тихонська Н. І. Практикум зі шкільного фізичного експерименту. Запоріжжя, 2020. 229 с. URL: http://ebooks.znu.edu.ua/files/metodychky/2020/10/0045351.pdf .

24. Андруховський А. Б. Сучасні реалізації навчальних курсів з фізики для хмарних систем дистанційного навчання. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія: Педагогічна*. 2014. № Вип. 20. С. 240–243. URL: http://ebooks.znu.edu.ua/files/2018/skachano/ZNPKP/ZNPKP2014v20/240.pdf.

25. Бар'яхтар В. Г., Божинова Ф. Я., Кірюхін М. М., Кірюхіна О. О. Фізика. 11 клас. Харків, 2011. 320 с. URL: http://ebooks.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi40/0031714.pdf.

26. Владика Л., Матвійчук О., Подласов С. Організація моніторингу навчальних досягнень студентів в умовах синхронного дистанційного навчання фізики в технічному університеті. *Актуальні питання гуманітарних наук*. 2021. № Вип. 38, т. 1. С. 167–172. URL: http://ebooks.znu.edu.ua/files/2020/scachano/APGN/APGN2021t1v38/167.pdf.

27. Голубков І., Голубкова І. Математика + фізика: використання бінарних занять для реалізації міждисциплінарних зв'язків. *Фахова передвища освіта*. 2020. № 2. С. 54–57.

28. Даньшева С., Зайончковський Ю., Череднік Д., Череднік А., Тітов А. Особливості дистанційного навчання у закладі вищої освіти: на прикладі вивчення дисципліни «Фізика». *Новий Колегіум*. 2023. № 4(112). С. 88–92. URL: http://files.znu.edu.ua/files/2020/scachano/novkol/novkol2023n4/88.pdf.

29. Двораківський В., Сиротюк В. Проблеми шкільного навчального експерименту з фізики. *Фізика та астрономія в школі*. 2004. №4. С.10–11.

30. Засєкіна Т. М., Засєкін Д. О. Фізика для загальноосвітніх навчальних закладів з поглибленим вивченням фізики. Київ, 2017. 272 с. URL: http://ebooks.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi59/0042770.pdf.

31. Засєкіна Т. М., Засєкін Д. О. Фізика і астрономія (профільний рівень, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Ляшенка О. І.). Київ, 2019. 304 с. URL: http://ebooks.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi59/0043807.pdf.

32. Іщенко Р. М., Горбунович І. В. Ефективність дистанційного навчання фізики студентів технічних спеціальностей в умовах карантину. *Фізико-математична освіта*. 2021. № Вип. 3(29). С. 63–67. URL: http://ebooks.znu.edu.ua/files/2018/skachano/PhME/PhME2021v3/63.pdf.

33. Каленик М. В. Наступність у формуванні компонентів змісту шкільного курсу фізики. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія: Педагогічна*. 2015. № Вип. 21. С. 67–71. URL: http://ebooks.znu.edu.ua/files/2018/skachano/ZNPKP/ZNPKP2015v21/67.pdf.

34. Король А. М., Андріяшик М. В. Фізика. Механіка, молекулярна фізика і термодинаміка. Електрика і магнетизм. Оптика. Елементи квантової механіки, фізики атома, атомного ядра і елементарних частинок. Київ, 2006. 344 с.

35. Коршак Є. В., Ляшенко О. І., Савченко В. Ф. Фізика. 11 клас. Київ, 2011. 256 с. URL: http://ebooks.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi40/0031766.pdf .

36. Курусь А., Тихонська Н. І. Використання дистанційного навчання для підготовки учнів до олімпіад з фізики. *Молода наука - 2019*. Запоріжжя, 2019. Т. 1 : Фізичні науки, Математичні науки, Економічні науки, Юридичні науки, Історичні науки. С. 8–9.

37. Мирошніченко Про застосування комп'ютерних навчальних програм із фізики з елементами дистанційної освіти. *Фізика та астрономія в школі*. 2009. № 1. С. 38–41.

38. Мисліцька Н. А. Організація навчання майбутніх учителів фізики методики вивчення шкільного курсу фізики основної школи. *Фізико-математична освіта*. 2017. № Вип. 2(12). С. 111–117. URL: http://ebooks.znu.edu.ua/files/2018/skachano/PhME/PhME2017v2/111.pdf.

39. Павленко А., Жмурський С., Лисак В. Нові можливості фронтального фізичного експерименту з використанням оптичних лінз. *Фізика та астрономія в школі*. 2002. №2. С.13–15.

40. Подласов С. О., Матвійчук О. В. Особливості проведення лабораторних робіт з фізики в технічному університеті під час дистанційного навчання. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2023. Т. 93, вип. 1. С. 152–162. URL: http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi49/itzn2023v93n1/152.pdf .

41. Пономарьова Н., Сидоренко О., Грановська Т., Борисенко К. Лабораторні роботи з фізики та хімії у підготовці майбутніх учителів в умовах дистанційного навчання. *Новий Колегіум*. 2023. № 3(111). С. 88–93. URL: http://files.znu.edu.ua/files/2020/scachano/novkol/novkol2023n3/88.pdf.

42. Рудніцький В. Використання знань зі шкільного курсу фізики в профільній технічній підготовці. *Фізика та астрономія в школі*. 2006. № 1. С.36 –40.

43. Садковий В., Мєтєльов О., Тарасенко О., Горонескуль М. Особливості викладання технічних та фізико-математичних дисциплін засобами дистанційного навчання в умовах карантину. *Новий Колегіум*. 2020. № 3(101). С. 46–53. URL: http://ebooks.znu.edu.ua/files/2020/scachano/novkol/novkol 2020n3/46.pdf.

44. Сиротюк В. Д., Мирошніченко Ю. Б. Фізика і астрономія. Київ, 2019. 368 с.

45. Сніжний В. Л., Савін В. В. Техніка фізичного експерименту. Запоріжжя, 2004. 74 с.

46. Тадеуш О. Х., Ємельянова Д. В., Беженар А. О., Яцура М. М., Гамарник А. М. Розв'язування шкільних олімпіадних задач як засіб якісної професійної підготовки майбутніх учителів фізики. *Науковий вісник Південноукраїнського національного педагогічного університету ім. К. Д. Ушинського : Педагогічні науки*. 2021. № 2(135). С. 60–67. URL: http://ebooks.znu.edu.ua/files/2020/scachano/NvPNPY/NvPNPY2021n2/60.pdf.

47. Тарчинець Ю., Тарчинець О., Пудова С. Особливості проведення практичних занять із медичної та біологічної фізики під час дистанційного навчання. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. 2021. № 1(105). С. 278–287. URL: http://ebooks.znu.edu.ua/files/2018/skachano/PN/PN2021n1/278.pdf.

48. Ткаченко А. В. Навчальний фізичний експеримент з оптики як засіб активації пізнавальної діяльності студентів. Кіровоград, 2012. 20 с.

49. Федчишин О., Мохун С., Чопик П. Віртуальний фізичний експеримент як засіб удосконалення фахових компетентностей здобувачів освіти в умовах дистанційного навчання. *Фізико-математична освіта*. 2023. № Вип. 2(38). С. 50–55. URL: http://files.znu.edu.ua/files/2018/skachano/PhME/PhME2023v2/50.pdf.

50. Хмель О. В. Дидактичні умови організації дистанційного навчання студентів фізико-математичних факультетів педагогічних університетів. Київ, 2006. 20 с.