

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

**МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра загальної та прикладної фізики**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

**на тему: «ВИКОРИСТАННЯ СПЕЦІАЛЬНИХ
МОБІЛЬНИХ ДОДАТКІВ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ В
УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ»**

Виконав студент: _____ 2 _____ курсу, групи 8.0142-ф
спеціальності _____
014 Середня освіта
(шифр і назва спеціальності)

предметної спеціальності 014.08 Середня освіта (Фізика)
освітньої програми Середня освіта (Фізика)

С. О. Самохін

(ініціали та прізвище)

завідувач кафедри загальної та прикладної
фізики, професор, доцент, доктор педагогічних
наук Андрєєв А. М.

Керівник

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

доцент кафедри природничих дисциплін для
іноземних учнів та токсикологічної хімії
Запорізького державного медико-
фармацевтичного університету, доцент,
кандидат педагогічних наук

Рецензент

Філіпенко І. І.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя – 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Математичний

Кафедра загальної та прикладної фізики

Рівень вищої освіти Магістр

Спеціальність 014 Середня фізика

Освітня програма Середня освіта (Фізика)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри загальної та
прикладної фізики, професор
кафедри, д.п.н., доцент

Андрєєв А.М.

(підпис)

« _____ » _____ 2023 р.

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Самохіну Станіславу Олексійовичу

(прізвище, ім'я та по-батькові)

1. Тема роботи «Використання спеціальних мобільних додатків для вивчення фізики в умовах дистанційного навчання»

керівник роботи Андрєєв Андрій Миколайович, доцент, д.п.н

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

затверджені наказом ЗНУ від « 11 » вересня 2023 року № 1399-с

2. Строк подання студентом роботи 21.11.2023

3. Вихідні дані до роботи 1. Постановка задачі.

2. Перелік питань до дослідження.

3. Перелік літератури.

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

1. Основні теоретичні відомості.

2. Порівняльний аналіз мобільних додатків.

3. Експериментальна частина.

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
1	Андрєєв А.М., професор	15.05.23	19.05.23
2	Андрєєв А.М., професор	30.06.23	16.06.23
3	Андрєєв А.М., професор	20.07.23	20.09.23

7. Дата видачі завдання

12.06.23

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Розробка плану роботи	19.06.23	виконано
2.	Збір вихідних даних	05.07.23	виконано
3.	Обробка методичних та теоретичних джерел	13.07.23	виконано
4.	Розробка першого та другого розділу	25.08.23	виконано
5.	Розробка третього розділу	01.10.23	виконано
6.	Оформлення та нормоконтроль кваліфікаційної роботи	27.11.23	виконано
7.	Захист кваліфікаційної роботи	13.12.23	виконано

Студент

_____ (підпис)

С. О. Самохін

_____ (ініціали та прізвище)

Керівник роботи

_____ (підпис)

А. М. Андрєєв

_____ (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер

_____ (підпис)

А. М. Андрєєв

_____ (ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра «Використання спеціальних мобільних додатків для вивчення фізики в умовах дистанційного навчання»: 59 с., 19 рис., 46 джерел.

МОБІЛЬНІ ПРИСТРОЇ, ДИСТАНЦІЙНА ФОРМА НАВЧАННЯ, МОБІЛЬНІ ДОДАТКИ, ФІЗИЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ, ОСВІТНІЙ ПРОЦЕС З ФІЗИКИ.

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

Мета роботи: проаналізувати методи використання спеціальних мобільних додатків для вивчення фізики в умовах дистанційного навчання.

Методи дослідження: аналітичний, емпіричний, практичний.

Наукова новизна роботи полягає в розробці методики проведення лабораторних робіт з фізики в умовах дистанційного навчання за допомогою спеціальних мобільних додатків.

Практичне дослідження полягає в тому, що розроблену методику можна застосовувати в освітньому процесі з фізики під час виконання лабораторних робіт за дистанційної форми навчання.

SUMMARY

Master's qualification work «The Use of Specialized Mobile Applications for Studying Physics in the Context of Distance Learning»: 59 pages, 19 figures, 46 references.

MOBILE DEVICES, DISTANCE LEARNING, MOBILE APPLICATIONS, PHYSICAL EXPERIMENT, PHYSICS EDUCATIONAL PROCESS.

Object of research –Research Objective: Theoretical justification of the use of specialized mobile applications for studying physics in the context of distance learning.

The purpose of the work: to analyze the methods of using special mobile applications for studying physics in distance learning.

Research method: analytical, empirical, practical.

The scientific novelty of the work is the development of a methodology for conducting laboratory work in physics in the context of distance learning using special mobile applications.

The practical study shows that the developed methodology can be used in the educational process in physics during laboratory work in the distance learning mode.

ЗМІСТ

Завдання на кваліфікаційну роботу.....	2
Реферат.....	4
Summary.....	5
Вступ.....	7
1 Мобільне навчання як сучасна технологія в освіті.....	9
1.1 Поняття «мобільне навчання», перспективи його впровадження у навчальний процес закладу загальної середньої освіти.....	9
1.2 Вимоги до використання мобільних пристроїв у навчальному процесі закладів загальної середньої освіти.....	15
1.3 Дидактичні умови використання мобільних пристроїв та додатків у навчанні фізики.....	18
2 Мобільні пристрої в системі навчального фізичного експерименту	26
2.1 Методичні основи використання мобільних пристроїв у шкільному фізичному експерименті.....	26
2.2 Методичні засади використання доступних мобільних додатків для навчання фізики.....	28
3 Методика використання мобільних технологій як засобу навчання учнів фізики під час виконання лабораторних робіт у закладах загальної середньої освіти.....	42
3.1 Авторська методика проведення лабораторних робіт з використанням мобільного додатку «PhET Simulations».....	42
3.2. Проведення педагогічного експерименту та його аналіз.....	50
Висновки.....	53
Перелік посилань.....	54

ВСТУП

Актуальність дослідження: використання мобільних технологій є потребою часу серед вимушеного дистанційного навчання. Мобільні технології надають вчителю важливі навчальні можливості: суттєво візуалізувати подачу інформації, збільшити обсяг і глибину розгляду явищ і процесів, можливість підібрати доступний і цікавий матеріал, надати учням можливість обирати власний темп навчання. Методи та засоби навчання використовуються одночасно для активного залучення школярів до навчання через проектну діяльність. Така технологія дає можливість забезпечити диференційоване навчання учнів з особливими освітніми потребами.

Нові методики навчання показують, що смартфони учнів можуть стати хорошим помічником в організації навчання з різних навчальних предметів, особливо фізики. Водночас ми вважаємо, що дуже важливим аспектом є вміння вчителів використовувати інструменти та технології, які є в їх розпорядженні. Подолати проблеми у розвитку навчальної мотивації та пізнавальних інтересів учнів може лише ініціатива та активне інформування вчителів про інновації та нові технології. Отже, тема роботи є актуальною.

Метою роботи є проаналізувати методи використання спеціальних мобільних додатків для вивчення фізики в умовах дистанційного навчання.

В роботі були виділені такі завдання:

1. Проаналізувати мобільне навчання як сучасну технологію в освіті.
2. Розглянути мобільні додатки з фізики, їх переваги та недоліки.
3. Розглянути методику використання мобільних технологій як засобу навчання учнів фізики під час виконання лабораторних робіт у закладах загальної середньої освіти.

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

Предмет дослідження: методичні засади використання спеціальних мобільних додатків для вивчення фізики в умовах дистанційного навчання.

Методи дослідження: аналітичний, емпіричний, експериментальний.

Наукова новизна роботи полягає в розробці методики проведення лабораторних робіт з фізики в умовах дистанційного навчання за допомогою спеціальних мобільних додатків.

Практичне дослідження полягає в тому, що розроблену методику можна застосовувати в освітньому процесі з фізики під час виконання лабораторних робіт за дистанційної форми навчання.

Результати дослідження були апробовані на XVI університетській науково-практичній конференції учнів, аспірантів, докторантів і молодих вчених «Молода наука-2023», що проходила 17-22 квітня 2023 року, а також на науково-методичному засіданні кафедри загальної та прикладної фізики ЗНУ (протокол №4 від 27.11.2023).

Кваліфікаційна робота магістра містить: вступ, три розділи, висновки, перелік посилань (46 джерел), 19 рисунків.

1 МОБІЛЬНЕ НАВЧАННЯ ЯК СУЧАСНА ТЕХНОЛОГІЯ В ОСВІТІ

1.1 Поняття «мобільне навчання», перспективи його впровадження у навчальний процес закладу загальної середньої освіти

Освіта є першорядним чинником еволюції суспільства, завжди має відповідати сучасним умовам. З розповсюдженням комп'ютерів та їх широким розповсюдженням, навчальні заклади почали впроваджувати програми інформатизації та комп'ютеризації, стали популярними методи навчання комп'ютера, що дозволило вивчати комп'ютер не лише як об'єкт навчання, а й як засіб навчання.

У результаті розпочався перший етап впровадження електронного навчання з використанням комп'ютерів. Розвиток мережевих технологій призвів до активізації підключення до Інтернету для всіх навчальних закладів, за цим послідувало впровадження методів дистанційного навчання через електронну пошту, конференції, форуми, а пізніше платформи для дистанційного навчання та створення дистанційних курсів. Поява перших стільникових телефонів викликала радше обурення, ніж схвалення вчителів, адже на той час не було можливості педагогічно використовувати їх у навчальному процесі, а мобільний телефон у руці учня був насамперед розвагою та засобом спілкування.

У зв'язку з цим Міністерство освіти і культури України видало припис щодо використання мобільних телефонів у навчальних закладах [26]. Ця директива зазначала, що з 1 вересня 2007 року в загальноосвітніх навчальних закладах і професійних школах усім учасникам навчального процесу заборонено користуватися мобільними телефонами. Проте освітній потенціал нового покоління мобільних пристроїв – смартфонів – змусив наукову спільноту і адміністратори освіти переглядати природу мобільних технологій і впроваджують їх у навчальний процес. Мобільне навчання (mobile learning або

m-learning) вважається новим етапом еволюції електронного навчання (e-learning) [3], який характеризується використанням мобільних пристроїв і бездротових технологій для доступу до освітніх ресурсів як засобу навчання. Мобільне навчання можна поєднувати як з традиційною освітою, так і з дистанційною освітою з використанням ІКТ (інформаційних комп'ютерних технологій), це поєднання дозволяє реалізувати гібридний стиль навчання.

Різниця між мобільним навчанням та іншими освітніми системами полягає у використанні мобільного телефону чи іншого мобільного пристрою як основного засобу навчання та доступу до ресурсів. Навчання можливе незалежно від розташування предметів навчання – в аудиторії чи поза нею.

У результаті потенціал для реалізації мобільного навчання в першу чергу визначається мобільними пристроями та освітніми програмами, які користувач може встановити самостійно.

Сьогодні реалії життя такі, що майже всі учні мають із собою мобільні телефони. Опитування показало, що 70% учнів більше схильні використовувати для роботи мобільні пристрої, ніж комп'ютери чи ноутбуки. У результаті мобільне навчання вважається найважливішим для підвищення продуктивності вчителів і учнів [2].

Оскільки мобільне навчання включено в гібридну систему навчання на рівні вищої освіти, очікується, що електронне навчання вже буде впроваджено як частину змішаного навчання. Необхідно лише включити цей компонент у поточну модель електронного навчання, щоб забезпечити доступність основних компонентів мобільного навчання, перелічених нижче.

1. Навчально-методична допомога при вивченні дисциплін (адаптовані навчальні ресурси, мобільний контент тощо).

2. Мобільне середовище для розміщення освітніх ресурсів з різних дисциплін (модифікована платформа дистанційного навчання, яка використовує мобільні пристрої).

3. Педагогічні працівники, які пройшли підготовку в галузі використання мобільних технологій і володіють методикою мобільного навчання (підвищення кваліфікації професорсько-викладацького складу).

4. Технічна підтримка (наявність бездротового пристрою з доступом до мережі Інтернет через Wi-Fi або мобільний зв'язок у всіх учасників тренінгу).

Важливо відзначити, що сьогодні всі складові активно обговорюються серед науковців у сфері мобільної освіти. Зокрема, педагогічна підтримка передбачає наявність у вчителя необхідних знань для створення мобільного контенту, який підходить для учня, і забезпечення його необхідними освітніми ресурсами з певної галузі. Однак не всі типи контенту створюються вчителем. Це особливо актуально для вчителів, які не є фахівцями з програмування [22].

Сучасні мобільні пристрої сприяють створенню мобільного, мобільного та електронного контенту. Ці інструменти спеціально розроблено для використання з мобільними пристроями, веб-сайтами та доповненою реальністю. Ці інструменти також можуть використовувати вчителі для створення унікального контенту (рис. 1.1).

Використання мобільного веб-сайту є найпопулярнішим способом доступу до освітніх ресурсів. Мобільний веб-сайт може бути звичайним веб-сайтом, створеним за допомогою певної системи керування контентом, тобто особистим блогом вчителя, платформою для дистанційного навчання або будь-яким іншим веб-сайтом, створеним за допомогою системи керування контентом. Ці сайти використовують прості методи розповсюдження освітньої інформації, які підходять для мобільних пристроїв і на які не впливають негативно додаткові функції.

Мобільний додаток є найпопулярнішим програмним забезпеченням, яке використовується на смартфонах, планшетах та інших мобільних пристроях. Незважаючи на стандартні системні програми, встановлені на мобільному телефоні користувача, є можливість завантажувати додаткові програми з інтернет-магазинів (App Store, Google Play і Windows Phone). Ці програми є безкоштовними або платними. Мобільні програми дозволяють швидко

перевіряти електронну пошту, переглядати мобільний вміст, спілкуватися з іншими людьми за допомогою різних програм для обміну повідомленнями тощо.



Рисунок 1.1 – Типи мобільного контенту для використання в навчанні [2]

Додатковою функцією освітніх мобільних програм є система сповіщень (яка завжди нагадує вам бути уважними), а також можливість працювати з телефону (окремі компоненти програми встановлені на телефоні, і ви можете ними користуватися). Навчальні програми для окремих предметів зустрічаються рідко, тому що вчитель повинен розуміти відповідну мову програмування. Проте готові додатки можна використовувати для організації навчальної інформації (для інформування учнів про важливі події), комунікації (для спілкування та організації різних форм спілкування – семінарів, конференцій тощо), мобільних версій комп'ютерного програмного забезпечення (браузер), текстові, табличні, графічні, відео та інші компоненти), календарі (для створення загального плану навчання) тощо.

Використання вже адаптованих електронних засобів навчання все ще не є поширеним в освітньому секторі, тому що вчитель повинен мати певні навички. Однак користувачі комп'ютерів можуть легко створити електронну

версію книги чи посібника, що містить необхідні компоненти – текст, графіку, формули, відео тощо. Проблема полягає в розробці складніших інструментів, які реалізуються за допомогою інтерактивних компонентів, таких як тести. або відгук.

Сучасні телефони здатні відтворювати більшість типів інформації – текст, графіку, звук, відео, анімацію. У результаті вчитель може створити набір навчальних матеріалів, які учень може використовувати як під час аудиторних занять, так і під час самостійної роботи. Найбільше значення має мультимедійний контент, оскільки він позитивно впливає на сприйняття навчальної інформації [4].

У будь-якої популярної соціальної мережі є мобільний аналог. Незважаючи на розважальну цінність, соціальні мережі можна використовувати в освітній сфері. Вони полегшують швидку передачу даних, вчителі подають різні типи навчальних матеріалів або звітів щодо важливих подій, учні представляють власні розробки щодо загальних питань тощо. Для реалізації доповненої реальності на мобільний телефон встановлюється спеціальна програма, яка доповнює зображення реального світу додатковими віртуальними об'єктами (візуальні та звукові компоненти, 3D-моделі, текстовий контент тощо), які потім відображаються на екрані мобільного телефону.

Процес спочатку ідентифікує об'єкт, а потім відображає віртуальні компоненти об'єкта на екрані. У процедурі створення доповненої реальності допомагає відеокамера на мобільному пристрої. Усі віртуальні об'єкти зберігаються в хмарі та розпізнаються їхніми реальними аналогами під час процесу розпізнавання об'єкта. Як свідчить, навчально-методичні засоби можуть бути представлені в різноманітних формах і видах, що забезпечує підтримку навчального процесу в цілому [8].

Потенціал представлення освітнього контенту за допомогою мобільних технологій дає змогу визначити переваги мобільного навчання [4]:

- швидкість виробництва та доставки освітнього контенту;

- гнучкість тиражування, яка передбачає розподіл контенту в декількох кількостях;
- швидкий і постійний доступ до освітніх ресурсів у будь-який час;
- поєднання освітнього контенту за допомогою мобільних додатків (таких як календарі, документи, фотографії);
- запис освітнього контенту за допомогою мобільних пристроїв (таких як камери, фільми та записані лекції);
- використання мобільного пристрою як медіа-сховища освітніх ресурсів.

Крім того, використання мобільних пристроїв дає можливість широких освітніх переваг, зокрема, важливо виокремити наступні переваги:

- школярі можуть взаємодіяти один з одним безпосередньо «віч-на-віч»;
- можливе використання різноманітних мобільних додатків для організації тренінгів та спілкування (Viber, Skype, WhatsApp тощо);

Важливо визнати наступні позитивні аспекти організації програми мобільного навчання: процес активізації навчання тих учнів, які раніше виявляли інтерес до навчання, але не могли цього зробити, за рахунок використання мобільних технологій.

Цей тип навчання здійснюється учнем; підвищує продуктивність навчальних зусиль за рахунок гнучкості доступу до освітніх ресурсів і можливості самостійної організації навчання; а також підвищує інтерактивність освітньої спільноти. Враховуючи значні переваги мобільного навчання, навчальні заклади неохоче використовують смартфони чи інші технології мобільного навчання для підвищення якості освіти. Тому мобільного навчання у вищих навчальних закладах в першу чергу бракує і не має суттєвого впливу [5].

Також є проблеми з організацією цього навчання, оскільки учні частіше відволікаються на використання мобільних пристроїв як розваги, спілкування з іншими, ігор тощо. Незважаючи на зростання популярності мобільних

пристроїв, більшість освітніх ресурсів все ще орієнтована на комп'ютери чи ноутбуки. Натомість мобільні пристрої переважно використовуються для неформальних освітніх заходів, які не залежать від шкільного календаря.

Поряд із різноманітністю мобільних технологій важливо визнати деякі перешкоди для їх використання. Зокрема, це стосується програмної частини, яка має невеликі розміри екрана, що обмежує тип і обсяг інформації, яка може відображатися. Незважаючи на цей недолік, можна розглядати його як перевагу, оскільки інформація має бути дозованою, а пам'ять людини обмежена, тому не весь навчальний контент можна архівувати. Частково проблему можна вирішити розміщенням освітніх ресурсів у хмарі [3].

1.2 Вимоги до використання мобільних пристроїв у навчальному процесі закладів загальної середньої освіти

В умовах становлення Нової української школи (НУШ) відбуваються значні зміни в освітньому процесі внаслідок активного просування інформаційно-комунікаційних та мобільних технологій. З метою популяризації навчального процесу з використанням мобільних телефонів у закладах загальної середньої освіти Міністерство освіти скасувало заборону на використання мобільних телефонів у навчальних закладах [26].

Крім того, існує велика кількість спеціалізованих навчальних програм для смартфонів. Тому варто дослідити потенційні можливості використання мобільних технологій у навчальних програмах загальної середньої освіти.

Використання мобільних пристроїв у навчальному процесі поширене в багатьох країнах Європи та Азії. Як наслідок, мобільні додатки мають вирішальне значення для успіху різних освітніх починань. За статистикою ЮНЕСКО, мобільні технології мають потенціал для значного розширення та покращення освітніх можливостей у дистанційній та прямій формі. Вважається, що найефективнішим способом впровадження мобільного навчання в класі є

модель BYOD [3], згідно з якою учням пропонується приносити до школи власні мобільні пристрої. Такий підхід дає змогу уникнути дилеми матеріально-технічної допомоги, яка зараз є проблематичною. По суті, мобільне навчання – це процес отримання знань за допомогою мобільного доступу до освітніх ресурсів, а також спілкування с вчителем та однокласниками. Смартфони та планшети можуть бути використані як засіб реалізації мобільного навчання під час занять у закладах загальної середньої освіти. Це основна причина створення рівних можливостей доступу до освітніх ресурсів і портативних програм.

Але для того, щоб успішно використовувати мобільні технології в навчальному процесі, учнів необхідно навчити «фільтрувати» та оцінювати отриману інформацію. Крім того, вчитель повинен попередити використання технології мобільного навчання, оголосивши набір правил, яких має дотримуватися вся цільова аудиторія. Наприклад, не користуватися телефоном без дозволу вчителя, використовувати пристрій у класі лише з навчальною метою тощо [8].

Переваги мобільних гаджетів у закладах загальної середньої освіти:

- швидкість створення та поширення навчального контенту (інформації);
- можливість дублювання (розповсюдження інформації у великих обсягах);
- доступ до інформації в будь-який час.

Крім того, використання мобільних пристроїв у навчальному процесі має негативні наслідки: негативний вплив мобільних пристроїв на здоров'я учнів є значним; функціональний склад пристроїв різний, учні можуть використовувати пристрій у не навчальних цілях. Щоб зменшити вищезазначені недоліки, вчитель має сконструювати навчальний процес таким чином, щоб мобільний пристрій використовувався як інструмент для пошуку необхідної інформації, яка була втрачена під час уроку через брак часу. Наприклад, це можна зробити за допомогою QR-кодів, які створюють посилання на інформаційні ресурси [8].

Саме їх учень може розпізнати за допомогою свого гаджета. Такий підхід дозволяє учням ознайомитися з додатковими освітніми ресурсами у вигляді тексту, зображень і відео. Ми визнаємо, що коли учні використовують мобільні технології на уроках природничо-математичних дисциплін, у них розвивається логічне та критичне мислення, виникає мотивація до самостійного дослідження, розвиваються навички роботи з мобільними пристроями, а це суттєво впливає на навчальний процес загалом.

Розвиток стільникових телефонів сьогодні полегшив використання цих пристроїв як засобу навчання.

Однак сьогодні поширеною практикою є використання спеціальних ящиків, які заохочують учнів здавати свої смартфони, щоб захистити їх під час занять, а замість цього використовувати їх вдома. Можна назвати наступні переваги мобільного навчання: - створення вихідного середовища, до якого можна отримати доступ з будь-якого місця і в будь-який час, це середовище є ущільненим через особливості пристроїв; тим самим гарантується процес безперервної освіти, також включена можливість проходження періоду навчання з початкового місця при зміні використовуваного пристрою (синхронізація програмного забезпечення, використання хмарних технологій), а також, завдяки використанню інформаційно - комунікаційних технологій, процеси, які можуть бути використані автоматизовані (наприклад, оцінювання навчання учнів).

Основні атрибути засобів навчання визначаються положеннями про санітарний стан у загальноосвітніх навчальних закладах. З 1 січня 2021 року набрав чинності Санітарний регламент для закладів загальної середньої освіти в Україні, який затверджено наказом МОЗ України від 25 вересня 2020 року № 2205 [6]. Положення описує вимоги до санітарно-гігієнічного оформлення щодо технічних характеристик мобільних пристроїв, зокрема, розмірів екрану, цей перелік обмежує можливості використання портативних пристроїв у навчальному процесі.

Результати наукових досліджень свідчать, що під час організації навчальної діяльності учнів вчителі частіше використовують смартфони, ніж планшети з метою:

- пошуку додаткової інформації в мережі Інтернет – на 15%;
- організація роботи з електронним підручником – на 3%;
- проведення навчальних ігор – на 16%;
- проведення практичних або демонстраційних дослідів – на 20 %;
- передові – на 13%; [1].

Обмеження щодо використання смартфонів як процесорів і перетворювачів інформації зменшують потенціал використання мобільних технологій у навчанні учнів фізики. Як наслідок, виникає проблема з навчальними ситуаціями, у яких використовується цей пристрій без негативного впливу на здоров'я учнів чи порушення правил.

1.3 Дидактичні умови використання мобільних пристроїв та додатків у навчанні фізики

Необхідною умовою впровадження мобільних технологій є створення необхідного освітнього середовища. Враховуючи архітектурні варіації, вимогам гігієнічних норм відповідає середовище, яке має доступ до Інтернету за допомогою смартфона (iPhone), який виконує функцію модему, а окремі ноутбуки та планшети учнів отримують інформацію через Wi-Fi, пристрої Bluetooth, USB. Особливості роботи в цій системі визначаються потужністю процесора і обсягом пам'яті мобільного пристрою зв'язку, наявністю ресурсу батареї.

Мобільне навчальне середовище пропонує програмне забезпечення, яке отримує, обробляє та передає знання щодо практичного застосування фізики, астрономії та їх використання в практичних галузях знань:

– операційні системи MS Windows та Linux, програмне забезпечення, яке можна встановити на ноутбуки;

– мобільні програми, сумісні з операційними системами Android, Apple iOS, MS Windows, програмне забезпечення, яке можна встановити на планшети.

Крім додатків, встановлених за замовчуванням, ви можете встановлювати платні або безкоштовні додатки на планшет, завантажуючи їх з онлайн-магазинів (App Store, Google Play і магазин Microsoft).

Слободяник О.В. [21] виділяє переваги використання мобільних пристроїв на уроках фізики:

- 1) мобільність;
- 2) доступність (більшість учнів мають смартфони та планшети);
- 3) компактність (займають менше місця, ніж комп'ютери та ноутбуки);
- 4) швидкість (можливий обмін інформацією через Bluetooth, електронну пошту, Viber тощо);
- 5) сучасність.

Крім того, існують численні об'єктивні проблеми та труднощі, які можна розділити на технічні, соціальні та освітні:

Технічні проблеми:

- малий розмір екранів і клавіш на мобільних пристроях;
- проблеми з інтернетом;
- той факт, що мобільні пристрої живляться лише від акумулятора,
- обсяг пам'яті, доступний на мобільних пристроях,
- соціальні проблеми, пов'язані з безпекою освітнього контенту тощо.

В даний час створено численні програми, які дозволяють учневі вибирати, яке завдання виконати і скільки часу на це витратити. Школяру дозволяється виділяти кілька хвилин на розв'язання конкретного завдання або виконувати його протягом кількох годин. Вважається, що використання хмарних сховищ для зберігання та доступу до інформації під час навчального процесу полегшує так званий «безперервний» досвід навчання, коли учні використовують різні

комп'ютери, ноутбуки, планшети та смартфони для вивчення того самого матеріалу. Наприклад, стаціонарний комп'ютер більше підходить для виконання великих завдань, які включають фізичні експерименти, створення звітів, написання есе або проведення досліджень.

Мобільний телефон більш практичний для нотаток або запису даних про експерименти. Сучасні програмні засоби (наприклад, веб-браузер Google Chrome, віртуальне середовище Dropbox та інші) полегшують передачу даних з різних пристроїв за допомогою хмарних технологій. Це полегшує продовження виконання проєктів на мобільному телефоні (смартфоні) з місця, де він був призупинений на комп'ютері, і навпаки. Обговоримо конкретні методи інтеграції мобільних технологій у навчальний процес. Найпоширенішим методом є використання мобільного телефону або іншого мобільного пристрою для доступу до Інтернету по всьому світу [24].

Можна запланувати доступ до спеціалізованих сайтів, які містять електронні навчальні курси, тести, практичні завдання та додаткові навчальні ресурси (малюнки, фотографії, звук і відео, анімацію чи інтерактивні комп'ютерні моделі). Крім того, електронними повідомленнями, файлами та іншими навчальними матеріалами можна обмінюватися через електронну пошту, месенджери та загальні онлайн-сервіси. Як наслідок, усі етапи навчання мають численні можливості для передачі інформації учню, а також для спостереження за процесом навчання та допомоги у вирішенні проблем, якщо вони виникають. Іншим потенційним використанням мобільних пристроїв у викладанні фізики є використання спеціальних додатків, які можуть надавати доступ до ресурсів віртуальної та доповненої реальності, дозволяють візуально відображати дані з цифрових датчиків і освітніх цифрових вимірювальних пристроїв у фізиці.

Навчальний цикл починається зі створення позитивного мотивуючого фактора до навчання та пізнання пізнавального завдання уроку. Пропозиція виконувати завдання за допомогою цифрових методів виконання інструкцій приваблює учнів, оскільки відповідає віковим особливостям учня щодо

отримання та обробки інформації, способів спілкування та виконання завдань. Мобільні додатки також популярні серед учнів, це дає можливість по-іншому ознайомитися з темою уроку, оновити базові знання. За допомогою генераторів слів і хмар тегів у додатках «Word Art», «Word Cloud Generation» можна зрозуміти тему уроку та його поняття, актуалізувати життєвий досвід учнів, викрити хибні уявлення про тему уроку, особливості застосувати фізичні принципи, сформулювати проблемне завдання. Реалізовані в мобільній версії сайту «Leaning Apps» кросворди дозволяють оцінити та активізувати наявні знання учнів.

Наступний етап навчального циклу – первинне ознайомлення зі змістом навчання – здійснюється під час роботи учнів з електронними підручниками та довідковими матеріалами. Більш конкретні інформаційні ресурси, розміщені в Інтернеті, розширюють різноманітність джерел інформації, а робота з ними збільшує спектр освітніх ресурсів. Багато мобільних сервісів використовують потенціал вчителів фізики та астрономії для створення та розширення власних освітніх ресурсів. Навчальна інформація, представлена в інтерактивних історіях, створених за допомогою дизайнерської платформи Sanva або в хмарному програмному забезпеченні Prezi, сприяє засвоєнню навчального контенту шляхом поєднання та активації кількох каналів сприйняття інформації (візуального, лінгвістичного).

Мобільні версії сервісів зі створення презентацій автоматично зберігають створену презентацію, надають до неї доступ іншим користувачам, а також дозволяють створювати презентацію колективом користувачів. Мобільні програми полегшують запис нового контенту, зберігаючи структуровану інформацію на віртуальній дошці «Lino» або віртуальній стіні «Padlet», крім цього, вони також мають обліковий запис Google, веб-сервіси «Xmind» і «MindMeister», призначені для створення ментальних карт. На уроках фізкультури та астрономії важливою є візуалізація, яка візуалізує мікро- та макродії, недоступні безпосередньому спостереженню.

Доступ до конкретних онлайн-ресурсів з навчальними відео, візуалізаціями фізичних і астрономічних процесів, зображеннями астрономічних тіл, різноманітних пристроїв і механізмів, а також кодами доступу – все це легко здійснюється за допомогою надання QR-кодів. Крім того, QR-коди можуть бути включені в друковані документи завдань, це забезпечує доступ до вказівок і точних відповідей. Мобільні програми доповненої та віртуальної реальності здатні відобразити цифровий контент (зображення, відео, текст, графіку) за межами екранів пристрою, ця комбінація віртуальних тіл і реального світу здатна наповнити учнів інформацією, тепер вони можуть взаємодіяти з об'єктами в тривимірному просторі.

Використання цих додатків не тільки полегшує засвоєння нового навчального контенту, але й демонструє, як перетворювати інформацію із символічної в графічну та навпаки, кодуючи технічну інформацію. Наприклад, візуальне представлення схемного позначення компонента електричного кола у вигляді тривимірного зображення пристрою.

Наступним етапом навчального циклу є формування вмінь і навичок, необхідних для застосування наукового методу мислення, фізичних і астрономічних теорій щодо опису явищ, прогнозів щодо розвитку подій. Система забезпечення практичних компонентів освітніх програм з фізики та астрономії включає експериментальну фізичну терапію (спостереження за явищами, демонстраційні та фронтальні дослідження, виконання лабораторних завдань, лабораторних практичних завдань, домашніх практичних завдань).

Розв'язуючи задачі, учні можуть:

- використовувати програми для вирішення фізичних рівнянь;
- перевіряти розв'язки задач, змінюючи параметри симуляторів у мобільних версіях віртуальних фізичних та астрономічних лабораторій.

Також можна використовувати інші програми:

1. «Фізика в школі». Ця програма для Android сумісна з усіма пристроями та допомагає учням зрозуміти фундаментальні принципи фізичних явищ за допомогою простих візуальних розповідей. Ця програма демонструє багато

демонстрацій фізичних процесів, зокрема ядерної фізики та принципів механіки. Наприклад, у розділі «Гравітація» користувач може дізнатися про невагомість, траєкторії тіл, фази Місяця, закони Кеплера тощо. Вибравши певну тему, користувач потрапить на екран, який описує явище як графічно, так і математично. Багато з цих розділів є інтерактивними, що значно покращує сприйняття. Наприклад, ви можете «гойдати» маятник більше або менше і спостерігати за зміною значення сили та енергії, пов'язаної з рухом. Або перенести об'єкт на модель орбіти Землі, що дозволяє отримати його фізичні властивості та показники в певних точках неба. Додаток доступний кількома мовами і буде корисним як учням, так і вчителям. Програмне забезпечення є безкоштовним і його можна безкоштовно отримати.

2. Фізика. Формули 7-11. Програма містить додатковий матеріал, формули для типового шкільного курсу фізики та фокусується на науковому способі запису інформації. Субстанція систематизована за класами, розділами, темами, причому спочатку необхідно вибрати клас, потім на екрані з'явиться розділ, на якому потрібно зосередитися, необхідні формули та основна інформація. Розрізняють позначення літер у формулах. Незважаючи на те, що більшість курсу охоплено, деякі теми все ще можуть бути невідомими, але додаток часто переглядається. Додаток корисно використовувати як на уроках, так і під час виконання індивідуальних проектів вдома.

3. На відміну від попереднього, додаток «Фізика» має більш розширений профіль. Це короткий посібник, який містить як формули, так і фізичні закони, які є чіткими та зрозумілими. Він складається з п'яти окремих розділів, кожен з яких містить від чотирьох до семи підрозділів. Процедура також безкоштовна і доступна для пристроїв. Доцільно використовувати під час практичних занять та під час вирішення самостійних задач.

4. Мобільний додаток «Фізичний калькулятор» матиме велике значення у вирішенні завдань. Це англomовне програмне забезпечення дозволяє обчислювати до 30 різних величин, включаючи потенціал, кінетику та прискорення. Одним з його унікальних аспектів є здатність перетворювати

одиниці вимірювання, зокрема, метри в милі. Незважаючи на англійську мову інтерфейсу, вміст в основному зрозумілий. Більшість інформації виражається у формі загальноприйнятих фізичних скорочень, якими користуються вчені всього світу. Для розрахунків вам потрібно лише ввести дані в необхідні поля. Крім того, калькулятор має графічний інтерфейс користувача, який пояснює більшість операцій, що полегшує використання калькулятора. Вчитель повинен сказати учням, що використовувати ці інструменти під час набуття навичок неможливо, а обчислення слід контролювати без допомоги сторонніх інструментів.

Завершальним етапом навчального циклу є отримання зворотного зв'язку з метою корекції знань, умінь і навичок, визначення ступеня їх засвоєння. Доступні численні мобільні додатки (Kahoot, Plickers тощо) та інтернет-сервіси (платформа «На урок», сервіс Google Forms тощо), які дозволяють створювати власні тести, економити час на опитуваннях, проводячи їх самостійно.

У результаті кожен етап навчального циклу з викладання фізики та астрономії оснащений мобільними додатками або веб-сервісами, які мають певне призначення. При впровадженні мобільних технологій важливо враховувати результати наукових досліджень щодо зв'язку між якістю навчання учнів і типом використовуваних цифрових інструментів.

Отже, мобільне навчання охоплює широкий спектр цифрових і портативних пристроїв, здатних отримання, обробка та поширення інформації під час навчального процесу. Впровадження мобільного навчання в освітню систему зумовлює необхідність переосмислення навчального процесу з методичних позицій. Впровадження мобільних візуалізаторів, розширення можливостей дистанційного навчання, проведення тестів та опитувань за допомогою мобільних пристроїв має значний освітній потенціал і може значно підвищити ефективність навчання в загальноосвітніх навчальних закладах. Важливо не тільки поєднувати мобільне навчання з традиційними методами, але й створювати нові методи передачі інформації людям, які використовують мобільні пристрої, і поєднувати це з іншими технологіями, які орієнтовані на

компетентність, усе це буде об'єднано, щоб забезпечити найбільший ефект досягнуто.

2 МОБІЛЬНІ ПРИСТРОЇ В СИСТЕМІ НАВЧАЛЬНОГО ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

2.1 Методичні основи використання мобільних пристроїв у шкільному фізичному експерименті

У процесі навчання шкільних курсів фізики дуже важливо створити у свідомості учнів образ досліджуваного об'єкта шляхом інтеграції сприйняття, усвідомлення, процесів мислення та уявлень навчального матеріалу. По-перше, створенню цього уявного образу сприяє використання навчальних фізичних експериментів.

Навчальний фізичний експеримент у закладах загальної середньої освіти реалізується у формі демонстраційних дослідів, лабораторних дослідів, домашніх дослідів і спостережень учнів. У першому випадку це засіб реалізації наочних методів навчання, у другому – це метод організації навчальної діяльності учнів, яка передбачає формування в учнів комплексу умінь, що складають узагальнені експериментальні уміння.

Для мобільних пристроїв, особливо смартфонів, однією з особливостей, яка має певні переваги перед іншими пристроями, є потужна електроніка та вбудовані датчики (акселерометр, гіроскоп, магнітний датчик, барометр, датчик вологості, детектор світла тощо). Таким чином, їх можна використовувати як більш економічне моделювання сучасних цифрових вимірювальних систем для вчителів у демонстраційних експериментах з фізики [25].

Крім того, такі компоненти, як камери смартфонів, не тільки забезпечують проведення низки цікавих досліджень, але й записують результати експериментів і відображають дані на екрані чи мультимедійній дошці, щоб студенти мали хорошу видимість експериментів. Розглянемо більш конкретно, як можна покращити лабораторні експерименти за допомогою смартфонів. Наприклад, під час виконання лабораторної роботи «Дослідження

механічного руху тіла з урахуванням закону збереження енергії» учні мали визначити, на яку висоту необхідно підняти тягар на гумовому підвісі. Тягарець переміщується з положення рівноваги (гумова підвіска розтягується), а потім відпускається.

Рух важка (гирі) відбувається досить швидко, тому важко визначити, наскільки високо підніметься гиря. Студенти використовують камеру свого телефону, щоб створити відео експерименту, а потім використовувати функцію стоп-кадру, щоб досить точно виконати необхідні вимірювання. Завдяки цьому простому доповненню до лабораторних робіт точність вимірювань можна збільшити в кілька разів. При цьому навіть студенти, які не цікавляться фізикою, із задоволенням займаються такими дослідженнями. Таке поєднання освітніх досліджень і сучасних цифрових технологій дозволяє учням глибше заглиблюватися в закономірності реального світу, що їх оточує. Водночас вчителі впроваджують сучасні вимоги до навчальних фізичних експериментів у навчальний процес для формування комплексної системи знань з фізики та стимулювання навчання. самостійна та пізнавальна діяльність учнів для розвитку їх мислення з урахуванням індивідуальних вимог і потреб [25].

Сучасні смартфони та планшети – це потужні і складні пристрої з безліччю схем, плат і датчиків. Саме використання датчиків й може допомогти учням у проведенні навчальних досліджень. Мобільний пристрій дозволяє навчити школярів не просто вимірювати різні параметри навколишнього середовища, а й проводити аналіз і статистичну обробку результатів з допомогою спеціальних додатків. Сенсори сучасних мобільних пристроїв можна умовно розділити на три категорії: датчики руху, датчики положення і датчики навколишніх умов. До першого типу відносяться акселерометр і гіроскоп, до другого – магнітометр, GPS і датчик наближення, до третього – датчик освітленості.

Для реалізації поставленої мети кожен учитель підбирає необхідні програмні засоби, на сьогоднішній день їх в достатній кількості можна переглянути на Play Market або App Store.

Важливим є те, що під час інтерактивних демонстрацій учні спостерігають і приймають участь в експериментах по всіх розділах шкільного курсу фізики, отримуючи можливість самостійно висувати гіпотези і робити висновки.

Основна мета учителя в даній діяльності – створити ситуацію успіху в засвоєні фізики, дати дитині можливість відчувати радість досягнення результату, оцінити свої можливості і повірити в себе це підвищує мотивацію, розвиває пізнавальний інтерес, а також дозволяє учню відчувати задоволення від навчання [21].

Отже, аналізуючи використання мобільних пристроїв у навчанні фізики, ми бачимо, що мобільні пристрої не можна розглядати як проміжний засіб між учнями та вчителем, а тим більше як інструмент, який перешкоджає навчальному процесу. Уміння вчителів правильно структурувати навчальний процес за допомогою таких пристроїв дозволяє учням брати справді активну роль у власному навчанні.

2.2 Методичні засади використання доступних мобільних додатків для навчання фізики

Розглянемо переваги та недоліки використання мобільних додатків на уроках фізики [24].

Переваги використання полягають у наступному:

- 1) інтерактивні симуляції: мобільні додатки можуть надавати доступ до інтерактивних симуляцій, що полегшує розуміння складних концепцій фізики через віртуальні експерименти;
- 2) доступність навчального матеріалу: завдяки мобільним додаткам учні можуть мати доступ до навчального матеріалу в будь-який час та в будь-якому місці, що сприяє самостійному навчанню;

3) залучення учнів: використання технологій, таких як мобільні додатки, може збільшити інтерес учнів до фізики через новаторський та захопливий підхід до вивчення матеріалу;

4) візуалізація концепцій: додатки можуть надавати візуальні матеріали, які допомагають учням краще уявити та зрозуміти абстрактні концепції фізики;

5) формування практичних навичок: деякі додатки дозволяють учням виконувати віртуальні експерименти, що сприяє розвитку практичних навичок та допомагає зрозуміти прикладне використання фізичних принципів;

6) онлайн-ресурси: мобільні додатки можуть вести доцільний доступ до онлайн-ресурсів, таких як відеолекції, статті, тести та інші матеріали, які розширюють знання учнів;

7) оцінювання та відстеження прогресу: деякі додатки дозволяють вчителям проводити оцінювання та відстежувати прогрес учнів у реальному часі;

8) диференціація навчання: мобільні додатки можуть бути використані для індивідуалізації та адаптації матеріалу відповідно до потреб різних учнів.

Але, не дивлячись на численні переваги, у такого навчання є ряд недоліків:

1) відсутність доступу до техніки: не всі учні можуть мати доступ до мобільних пристроїв чи Інтернету, що може призвести до нерівності в умовах навчання;

2) відволікання: мобільні пристрої можуть бути джерелом відволікання для учнів, зокрема, якщо вони використовують їх для інших цілей під час уроку;

3) технічні проблеми: проблеми з мобільними пристроями, такі як відсутність з'єднання, розряджені батареї чи технічні помилки, можуть вплинути на безперебійність уроку;

4) неякісні додатки: не всі мобільні додатки призначені для навчання є високоякісними та надійними. Деякі можуть містити помилки чи невірну інформацію;

5) відсутність особистого взаємодії: Використання мобільних додатків може зменшити особисту взаємодію між вчителем і учнем, що важливо для вирішення питань та уточнення концепцій;

6) безпека та приватність: Важливо дотримуватися політик безпеки та приватності при використанні мобільних додатків на уроках, особливо коли залучаються особисті дані учнів;

7) не універсальність додатків: деякі додатки можуть бути неуніверсальними або не підходити для всіх рівнів навчання чи різних типів навчальних програм;

8) обмежений контент: в деяких випадках мобільні додатки можуть мати обмежений обсяг контенту чи не враховувати потреб учнів [24].

Розглянемо декілька мобільних додатків, які можна використовувати у навчанні фізики.

1. Phet Interactive Simulations [27].

«PhET Interactive Simulations» — це колекція симуляцій онлайн-навчання, розроблена Університетом Колорадо в Боулдері. Ці інтерактивні симуляції охоплюють різноманітні наукові теми та дають студентам можливість вивчати та розуміти складні концепції динамічно та наочно.

Симуляція розроблена таким чином, щоб бути зручною та захоплюючою, що робить її ідеальною як для студентів, так і для викладачів. Симуляції «PhET» охоплюють широкий спектр тем, включаючи фізику, хімію, біологію, науки про Землю та математику. Користувачі можуть взаємодіяти з віртуальними експериментами, маніпулювати змінними та спостерігати результати в змодельованому середовищі. Його мета – покращити процес навчання за допомогою практичного інтерактивного підходу, який доповнює традиційні методи навчання.

Професіонали зазвичай використовують моделювання «PhET» у класі, щоб сприяти розумінню абстрактних понять, проводити віртуальні експерименти та сприяти активному навчанню. Симуляція доступна

безкоштовно в Інтернеті, що робить її доступною для освітніх користувачів у всьому світі.

Симуляції «PhET Interactive» сприяють ширшому руху відкритих освітніх ресурсів (OER), надаючи викладачам і студентам безкоштовні та легкодоступні інструменти для підтримки науково-математичної освіти.

На рисунку 2.1 показана експериментальна перевірка рівнодійної сили, що діє на тіло. Користувач може змінювати кількість персонажів, що перетягують канат, бачити напрямок вектора рівнодійної сили, значення прикладених до канату тіл та швидкість тіла при русі – у даному випадку візка.

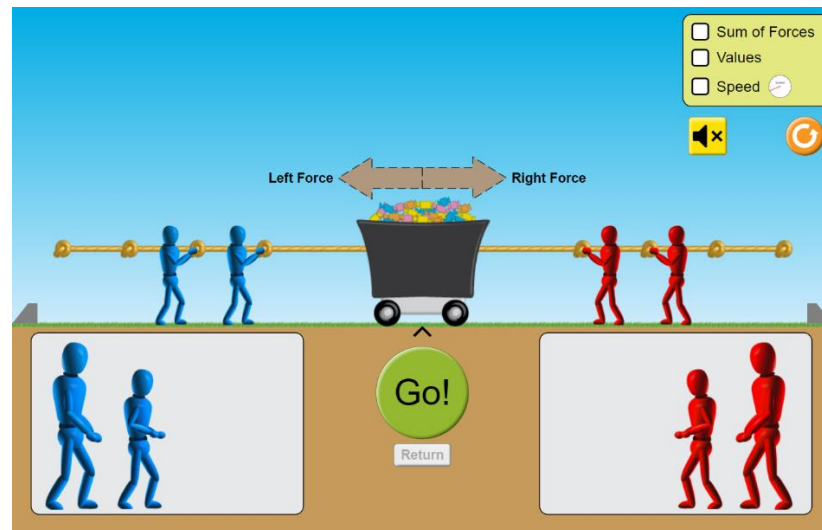


Рисунок 2.1 – Перевірка рівнодійної сили у онлайн-симуляторі «Phet»

Наступний онлайн-симулятор «PhET Interactive» дозволяє вчителю продемонструвати зв'язок густини, маси та об'єму та як ці параметри взаємодіють на силу Архімеда. Можна обирати вказані параметри, регулювати масу та спостережувати, як змінюється рівень води від занурення тіл. На рисунку 2.2 зображено, як поводитимуть себе у воді тіла з однаковою масою, але різним об'ємом та густиною.

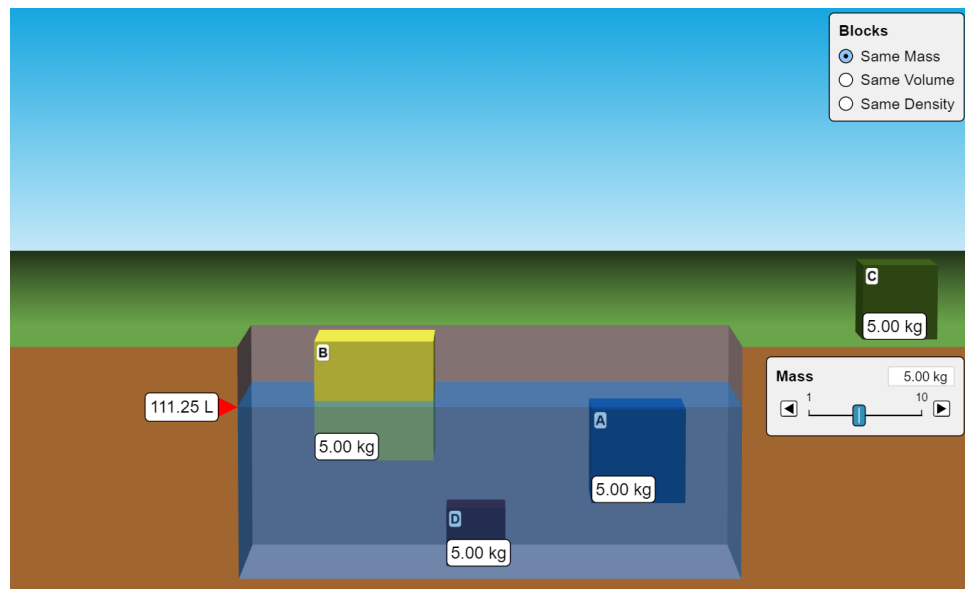


Рисунок 2.2 – Порівняння взаємодії густини, об’єму та маси у онлайн-симуляторі Phet

Також доступні жартівливі онлайн-досліди. На рисунку 2.3 можна побачити дослід з електризації тіла та провідності тіл. Якщо терти ногу Джона Траволти об килим, що складається з шерсті, можна побачити як електрони рухаються по тілу та він «б’ється струмом» об металу двірну ручку. Цей симулятор може допомогти вчителю показати учням те, що фізика не тільки набір формул та законів, вона може бути веселою та цікавою.

1. «Physics Toolbox Sensor Suite» – це мобільний додаток, призначений для перетворення вашого смартфона на портативний набір датчиків для різноманітних фізичних експериментів і вимірювань.



Рисунок 2.3 – Електризація тіл у онлайн-симуляторі Phet

Основні риси:

1) інтеграція датчиків: програма інтегрується з різними датчиками, наявними у смартфонах, такими як акселерометр, гіроскоп, магнітометр, барометр тощо. Це дозволяє користувачам отримувати доступ до широкого діапазону даних, пов'язаних з рухом, орієнтацією та умовами навколишнього середовища;

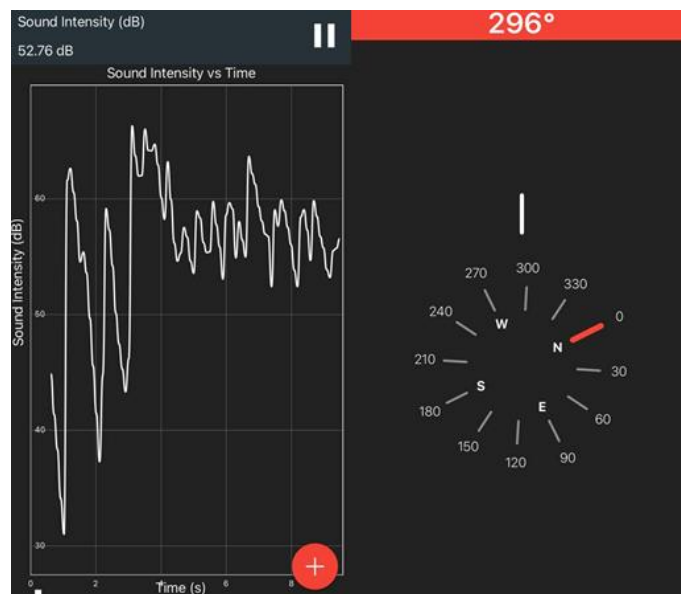


Рисунок 2.4 – Інтенсивність звуку та компас у додатку «Physics Toolbox Sensor Suite»

2) реєстрація даних: користувачі можуть реєструвати та записувати дані з датчиків з часом. Ця функція особливо корисна для проведення експериментів і збору даних для аналізу;

3) графічне представлення: програма зазвичай надає графічне представлення зібраних даних, що дозволяє користувачам візуалізувати тенденції, шаблони та зміни з часом;

4) одиниці вимірювання та калібрування: «Physics Toolbox Sensor Suite» часто включає параметри вибору різних одиниць вимірювання та налаштувань калібрування, забезпечуючи збір точних і настроюваних даних;

5) освітнє використання: додаток розроблено з урахуванням освітніх цілей. Він може служити практичним інструментом для студентів-фізиків і викладачів для проведення експериментів і демонстрації принципів у практичній формі (рис. 2.4);

6) зручний інтерфейс: інтерфейс, як правило, розроблений таким чином, щоб бути дружнім до користувача, що робить його доступним для широкого кола користувачів, включаючи студентів, викладачів і дослідників;

7) настроювані експерименти: користувачі можуть мати можливість налаштувати та налаштувати експерименти на основі своїх конкретних потреб і вимог;

8) експорт і спільний доступ: додаток часто дозволяє користувачам експортувати дані для подальшого аналізу та спільного використання. Ця функція корисна для студентів, які працюють над проектами, або дослідників, які співпрацюють над експериментами.

Ця програма є цінним інструментом для освітніх цілей і практичних фізичних експериментів, використовуючи можливості сучасних смартфонів.

2. «Physics Formulas Basic» – це збірник формул і констант для різних галузей фізики. Комплексна бібліотека формул: додаток, містить повну колекцію фундаментальних фізичних формул, що охоплюють різні теми, такі як механіка, термодинаміка, електромагнетизм, оптика тощо.

Основні риси:

- 1) категоризований вміст: формули можна організовувати за категоріями або темами, щоб полегшити користувачам пошук конкретної інформації, яку вони шукають;
- 2) функція пошуку: функція пошуку може бути включена, щоб дозволити користувачам швидко знаходити певні формули, ввівши відповідні ключові слова або терміни;
- 3) інтерактивні елементи: деякі програми можуть містити інтерактивні елементи, наприклад візуальні представлення чи анімацію, щоб допомогти користувачам краще зрозуміти концепції формул;
- 4) перетворення одиниць: програма може надавати функції перетворення одиниць, що дозволяє користувачам перемикатися між різними одиницями для однієї формули;
- 5) навчальний інструмент: розроблений для студентів, викладачів і всіх, хто цікавиться фізикою, додаток може слугувати зручним освітнім інструментом для швидкого ознайомлення та вивчення, на рисунку 2.5 зображені сторінки даного мобільного додатку з формулами;

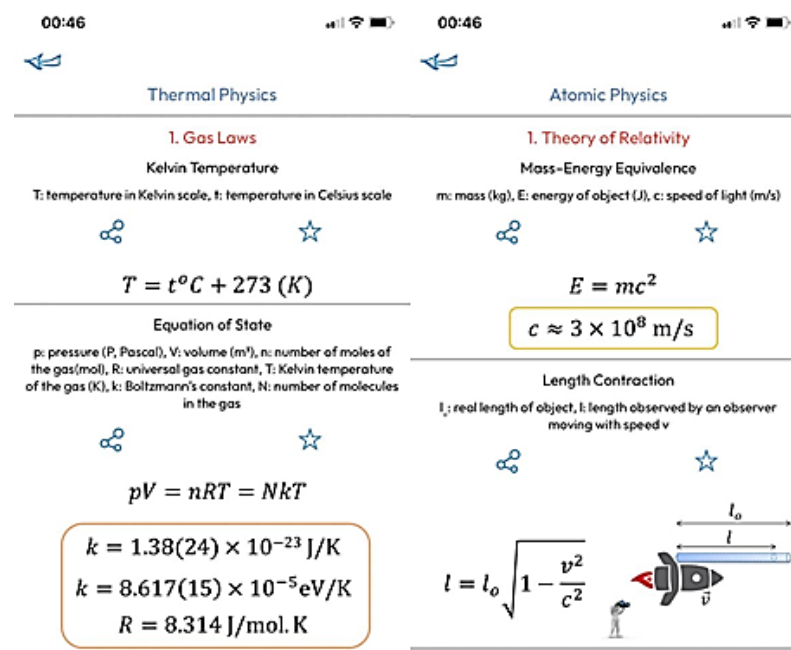


Рисунок 2.5 – Формули з поясненнями у додатку «Physics Formulas Basic»

б) офлайн-доступ: користувачі можуть мати можливість завантажити базу даних формул для офлайн-доступу, гарантуючи, що вони зможуть посилатися на формули навіть без підключення до Інтернету;

7) зручний інтерфейс: інтерфейс, імовірно, буде дружнім до користувача з інтуїтивно зрозумілим дизайном, що полегшує навігацію та пошук формул для користувачів різного рівня кваліфікації.

3. EE Toolkit – платформа, доступна як на Android, так і на iOS.

Основні риси:

1) комплексні інструменти: «EE Toolkit» розроблений як повний набір інструментів для інженерів-електриків, студентів і професіоналів. Він може охоплювати різні аспекти електротехніки, включаючи схеми, сигнали та системи;

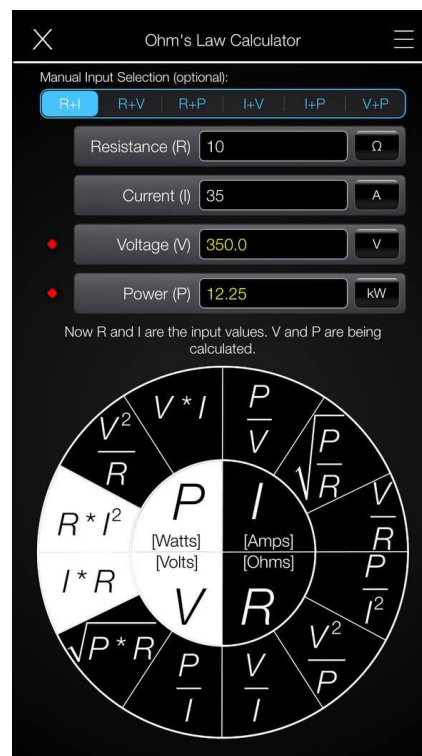


Рисунок 2.6 – Закон Ома у додатку «EEToolkit»

2) інструменти аналізу електричних кіл: програма містить інструменти для аналізу електричних кіл, що дозволяє користувачам

аналізувати та моделювати електричні кола. Це може включати такі функції, як калькулятори колірних кодів резисторів, калькулятори закону Ома (див. рис. 2.6) та інструменти для аналізу параметрів схеми;

3) утиліти обробки сигналів: для користувачів, які працюють із сигналами та системами, «EE Toolkit» може запропонувати утиліти для обробки сигналів, зокрема перетворення Фур'є, фільтрацію сигналів і аналіз частотної області;

4) довідковий матеріал: програма містить довідковий розділ із основними формулами, законами та ключовими поняттями в електротехніці. Це може слугувати короткою довідкою для студентів і професіоналів, які працюють над електротехнічними проектами;

5) калькулятор і перетворення одиниць: «EE Toolkit» містить калькулятор із функціями, специфічними для електротехнічних розрахунків. Він також може надати інструменти перетворення одиниць для легкого перемикання між різними одиницями вимірювання, що відповідають даній галузі;

6) симуляція приладів: деякі набори інструментів можуть пропонувати функції для імітації електронних приладів, дозволяючи користувачам експериментувати з віртуальними осцилографами, генераторами функцій та іншими інструментами вимірювання;

7) освітні ресурси: для підтримки навчання «EE Toolkit» включає навчальні ресурси, такі як навчальні посібники, посібники та інтерактивні приклади, які допоможуть користувачам зрозуміти та застосувати концепції електротехніки;

8) зручний інтерфейс: зручний інтерфейс має вирішальне значення, гарантуючи, що користувачі можуть без труднощів переміщатися між різними інструментами та функціями. Інтуїтивно зрозумілий дизайн і простота використання є ключовими факторами;

9) офлайн-доступність: програма може пропонувати офлайн-доступ до своїх інструментів і ресурсів, дозволяючи користувачам працювати над проектами або навчатися навіть без підключення до Інтернету.

4. «Фізика – лабораторія» – додаток, призначений для створення колекції віртуальних лабораторних експериментів з фізики, що дозволяє студентам проводити експерименти у віртуальному середовищі, перевіряти свої дії та оцінювати свої розрахунки.

Основні риси:

1) віртуальні експерименти: програма пропонує низку віртуальних експериментів, що охоплюють різні теми фізики. Це дозволяє студентам досліджувати різні явища та взаємодіяти з ними в контрольованому цифровому середовищі;

2) інтерактивне моделювання: віртуальні експерименти можуть бути представлені як інтерактивне моделювання, що дозволяє студентам маніпулювати змінними, спостерігати за результатами та розуміти принципи фізики за допомогою динамічної візуалізації (див. рис. 2.7);

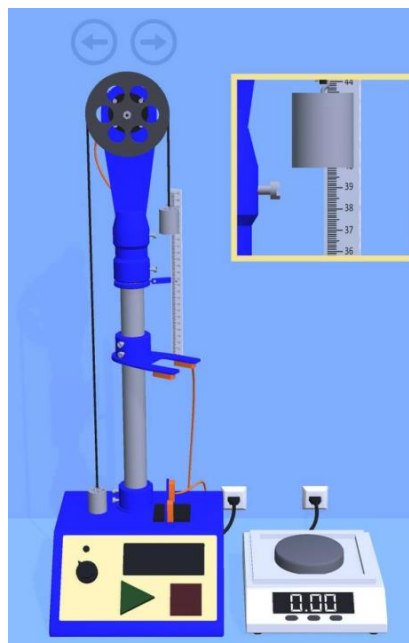


Рисунок 2.7 – Вивчення законів рівномірного та рівноприскореного руху

1) керовані вправи: кожен віртуальний експеримент може супроводжуватися керованими вправами або інструкціями, які допоможуть учням зрозуміти мету експерименту, основні фізичні концепції та кроки, пов'язані з проведенням експерименту;

2) зворотній зв'язок у реальному часі: програма може надавати учням зворотній зв'язок у реальному часі, коли вони виконують віртуальні експерименти. Цей зворотний зв'язок може містити інформацію про правильність їхніх дій, точність їхніх розрахунків та пояснення спостережуваних результатів (див. рис. 2.8);

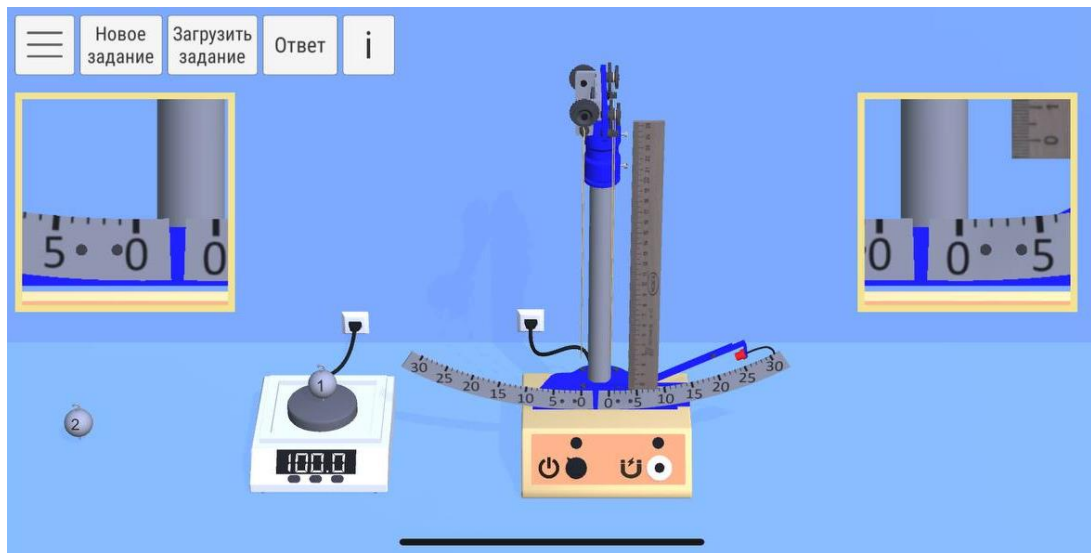


Рисунок 2.8 – Застосування закону збереження імпульса при вивченні центрального удару кульок

3) обчислення та аналіз: студентам може знадобитися виконати обчислення на основі даних віртуального експерименту. Додаток може містити інструменти для проведення цих обчислень і аналізу результатів;

4) підсилення концепції: віртуальна лабораторія спрямована на закріплення теоретичних концепцій, засвоєних у класі, шляхом надання практичного досвіду. Він усуває розрив між теорією та застосуванням, покращуючи розуміння студентами принципів фізики;

5) повторювані експерименти: однією з переваг віртуальних експериментів є можливість повторювати їх кілька разів. Це дозволяє студентам удосконалити свої навички, перевірити різні сценарії та поглибити своє розуміння експериментального процесу;

6) доступність: програма може бути розроблена таким чином, щоб вона була доступною для студентів з різними рівнями знання фізики. Її можна використовувати як додатковий навчальний інструмент для середньої школи, студентів або навіть початкових курсів фізики;

7) багатомовна підтримка: залежно від цільової аудиторії програма може підтримувати кілька мов, щоб задовольнити потреби користувачів з різним мовним походженням.

5. PhysicsLab – додаток, призначений для віртуальних лабораторних експериментів з фізики, що дозволяє студентам проводити експерименти у віртуальному середовищі (рис. 2.9), перевіряти свої дії та оцінювати свої розрахунки.

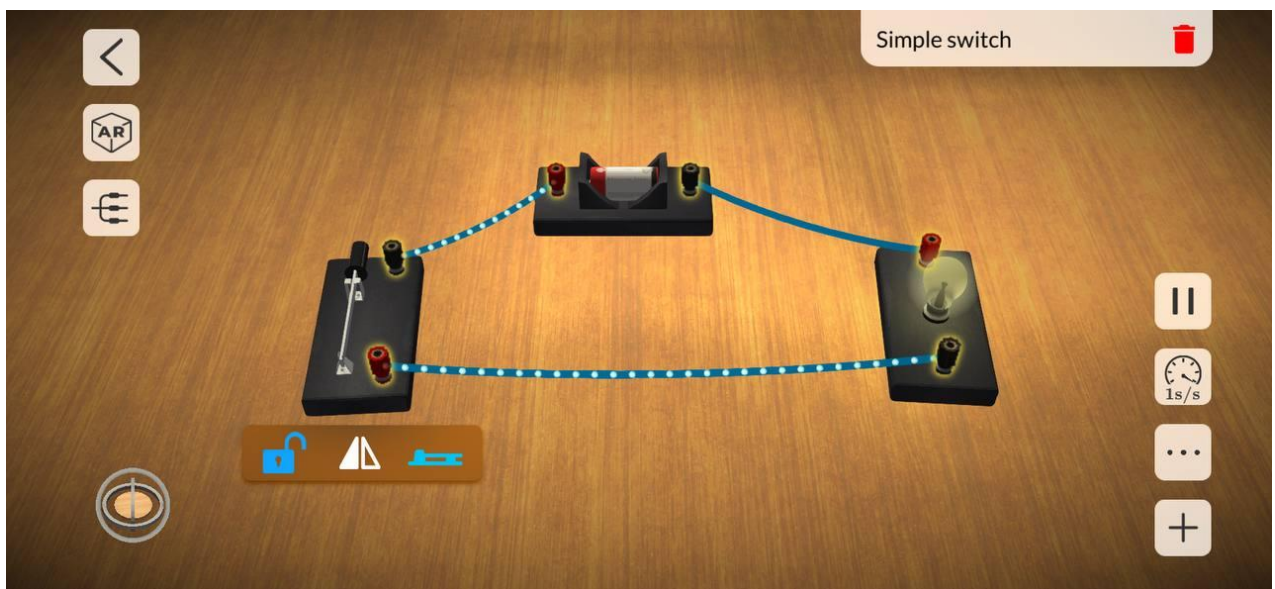


Рисунок 2.9 – Приклад експериментів у додатку «Physics Lab»

У таблиці 2.1 наведено порівняльний аналіз вищенаведених мобільних додатків.

Як бачимо, всі з наведених мобільних додатків мають задовільні характеристики для використання на уроках. Проблема доступності вирішується за допомогою підписки шляхом виділення коштів зі шкільного бюджету.

Таблиця 2.1 – Порівняльна характеристика мобільних додатків

Функція	PhET Interactive Simulations	Physics Toolbox Sensor Suite	EE Toolkit	Physics - Laboratory
Платформа	Мобільний додаток (Android, iOS)	Мобільний додаток (Android, iOS)	Мобільний додаток (Android, iOS)	Мобільний додаток (Android)
Головна мета	Інтерактивне моделювання для різних наукових тем	Перетворіть смартфон на портативний датчик	Інструменти для інженерів-електриків, студентів і професіоналів	Віртуальні лабораторні досліди з фізики
Охоплені предмети	Фізика, хімія, біологія, науки про Землю, математика	Фізика	Електротехніка	Фізика
Взаємодія з користувачем	Віртуальні експерименти, моделювання та інтерактивний інтерфейс користувача	Інтеграція датчиків, реєстрація даних, графічне представлення	Комплексні інструменти, аналіз схем, сигнали	Віртуальні експерименти, інтерактивне моделювання
Доступність	Безкоштовний онлайн доступ	Мобільний додаток, доступ на ходу	Мобільний додаток, доступ на ходу	Мобільний додаток, онлайн доступ
Освітній фокус	Використання в аудиторії для студентів і вчителів	Навчальний посібник для студентів і вчителів фізики	Навчальний посібник для інженерів-електриків	Віртуальна лабораторія для студентів
Вартість	Безкоштовно та преміум-версія	Безкоштовно та преміум-версія	Безкоштовно та преміум-версія	Безкоштовно
Автономний доступ	Тільки онлайн	Можлива реєстрація даних для використання в автономному режимі	Офлайн-доступ до інструментів і ресурсів	Офлайн-доступ
Багатомовна підтримка	Підтримується	Підтримується	Підтримується	Підтримується

3 МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ МОБІЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЯК ЗАСОБУ НАВЧАННЯ УЧНІВ ФІЗИКИ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ У ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

3.1 Авторська методика проведення лабораторних робіт з використанням мобільного додатку «PhET Simulations»

У ході проведеного аналізу у розділі 2 вирішено взяти мобільний додаток «Phet Simulations» для проведення експериментальної лабораторної роботи. Його доступність, простота у використанні та візуальний вигляд є найбільш цікавими для учнів середньої школи.

Перед виконанням лабораторних робіт потрібно встановити додаток «PhET Simulations» (рис. 3.1).

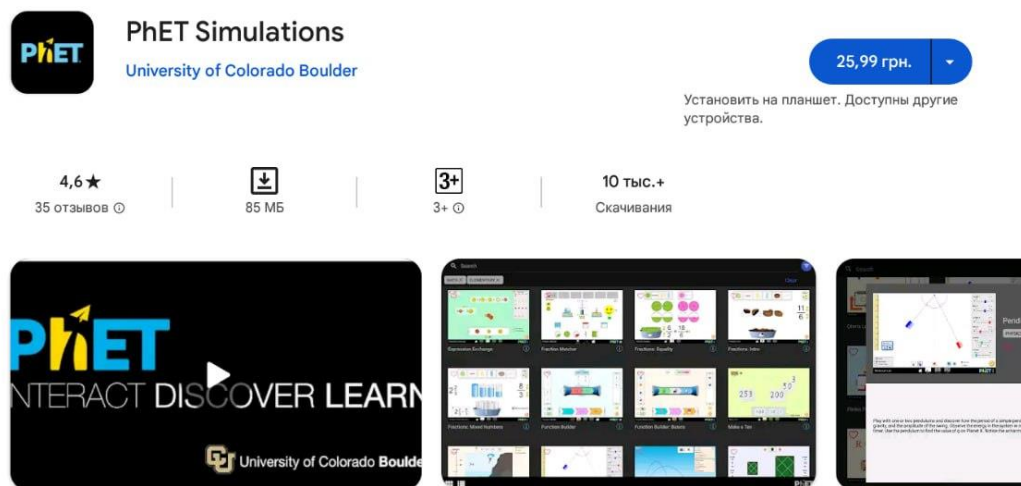


Рисунок 3.1 – Вигляд додатку у GooglePlay

Мобільна версія додатку є платною, проте його покупка забезпечить учнів якісним електронним обладнанням для лабораторних з фізики з різних тем – оптики, електродинаміки, механіки та електростатики. Також «Phet

Simulations» доступний також і в десктопному безкоштовному режимі. Саме мобільний додаток можна використовувати на уроках фізики у шкільному класі в режимі офлайн-навчання, в умовах дистанційного навчання в учасників шкільного процесу є можливість обрати, як їм буде зручніше користуватись даним продуктом.

Наведемо план роботи трьох лабораторних робіт у мобільному додатку «Phet Simulations». У першій досліджуємо рівноприскорений прямолінійний рух, у другій – момент сили, у третій – вимірюємо ЕРС і внутрішній опір джерела струму.

Лабораторна робота №1

Тема: Визначення прискорення тіла в ході рівноприскореного прямолінійного руху.

Мета: визначити прискорення скейтбордиста, який з'їжджає похилим треком.

Обладнання: мобільний додаток «PhET Simulations» (скейтбордист, різні треки, секундомір, рулетка).

Хід роботи

1. Відкриваємо мобільний додаток «Phet Simulations».
- Шукаємо «Energy Skate Park», натискаємо та обираємо «Playground».
2. Ставимо трек так, щоб поверхня була рівною (180^0) та вимірюємо за допомогою рулетки довжину треку. Одразу можна розташувати собі секундомір у зручне положення (рис. 3.2).

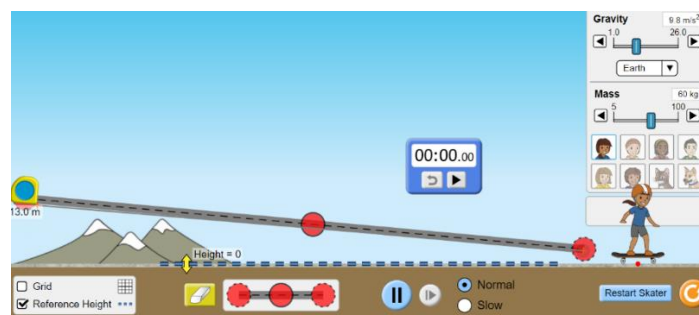


Рисунок 3.2 – Energy Skate Park у додатку «Phet Simulations»

3. Ставимо скейлтера на початок треку та натискаємо «Restart skater» або кнопку «Play». Відразу вмикаємо секундомір як тільки скейлтер починає рухатись.

4. Повторюємо дослід ще тричі. Дані вносимо у таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 – Дані до лабораторної роботи 1

№	Переміщення s , м	Час руху t , с		Прискорення $a_{\text{сеп}}$, м/с ²	Похибка вимірювання прискорення		Результат a , м/с ²
		t_i , с	$t_{\text{сеп}}$, с		відносна ε_a , %	абсолютна Δa , м/с ²	
1	13	5	4,98	5,22	2	0,1044	5,22±0,104 4
2		5,03					
3		4,97					
4		4,93					

5. Розраховуємо середній час руху скейлбордиста за формулою:

$$t_{\text{сеп}} = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4}{4},$$

6. Обчислюємо прискорення скейлбордиста за формулою:

$$a_{\text{сеп}} = \frac{2s}{t_{\text{сеп}}},$$

7. Обчислюємо похибку вимірювання прискорення:

Спершу розраховуємо $\Delta t_{\text{сеп}}$

$$\Delta t_{\text{сеп}} = \frac{|t_1 - t_{\text{сеп}}| + |t_2 - t_{\text{сеп}}| + |t_3 - t_{\text{сеп}}| + |t_4 - t_{\text{сеп}}|}{4},$$

Далі обчислюємо відносну похибку ε_t :

$$\varepsilon_t = \frac{\Delta t_{\text{сеп}}}{t_{\text{сеп}}},$$

Теж саме робимо із переміщенням s :

$$\Delta s = \Delta s_{\text{прил}} + \Delta s_{\text{вип}},$$

$$\varepsilon_s = \frac{\Delta s}{s},$$

$$\varepsilon_a = \varepsilon_s + 2\varepsilon_t,$$

$$\Delta a = \varepsilon_a \cdot a_{\text{сеп}},$$

$$a = a_{\text{сеп}} \pm \Delta a,$$

8. Робимо висновок, у якому зазначаємо:

- 1) яка величина вимірювалася;
- 2) вимірювання якої величини дає найбільшу похибку.

Лабораторна робота №2

Тема: Дослідження рівноваги тіла під дією кількох сил.

Мета: з'ясувати, за яких умов тіло із закріпленою віссю обертання перебуває в рівновазі.

Обладнання: мобільний додаток «PhET Simulations» (важіль; набір цеглин масою по 5 кг; учнівська лінійка).

Хід роботи

1. Відкриваємо додаток «Phet Simulations». Шукаємо «Balancing Act», натискаємо на нього та обираємо «Balance Lab».

2. Переводимо важіль у стан «рухомий» без опор, пересуваючи повзунок під ним вправо.

3. Кладемо ліворуч від осі обертання важеля одну цеглину й на певній відстані дві цеглини, а праворуч – три цеглини. Пересуваючи цеглини, зрівноважуємо важіль (рис. 3.3).

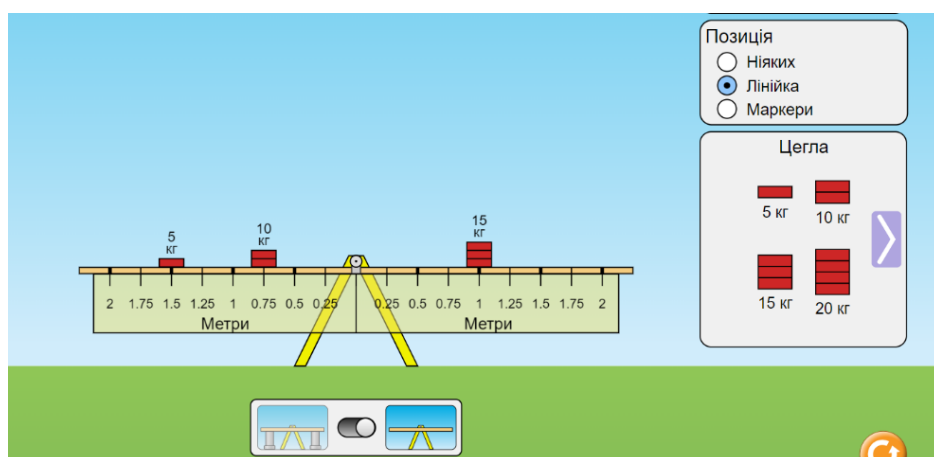


Рисунок 3.3 - Balance Lab у додатку «Phet Simulations»

Вимірюємо за допомогою лінійки плечі d_1 , d_2 , d_3 відповідних сил F_1 , F_2 , F_3 . Вважаючи, що вага однієї цеглини дорівнює 50 Н, записуємо значення сил F_1 , F_2 , F_3 .

4. Повторюємо дослід ще тричі, поклавши: ліворуч від осі обертання важеля одну й три цеглини, а праворуч – чотири цеглини; потім – ліворуч від осі обертання важеля дві цеглини, а праворуч — одну й чотири цеглини.

Щоразу зрівноважуємо важіль. Результати заносимо до таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Дані до лабораторної роботи 2

№	F_1 , Н	d_1 , м	M_1 , Н м	F_2 , Н	d_2 , м	M_2 , Н м	F_3 , Н	d_3 , м	M_3 , Н м	$M_1 + M_2$ + M_3 , Н м
1	50	1,5	75	100	0,75	75	150	1	150	300
2	50	1,5	75	150	0,5	75	200	0,75	150	300
3	100	2	200	200	0,75	150	50	1	50	400
4	150	2	300	200	0,5	100	100	2	200	600

1. Опрацьовуємо результати експерименту. Обчислюємо моменти сил, що діють на важіль, та записуємо у таблицю. Момент сили можна обчислити за формулою:

$$M = Fl,$$

Якщо сила обертає тіло проти ходу годинникової стрілки – момент такої сили прийнято вважати додатним. Якщо сила обертає (або намагається обертати) тіло за ходом годинникової стрілки, то момент такої сили вважають від’ємним.

Сумарний момент сили зліва центра рівноваги дорівнює сумарному моменту сил справа.

2. Знаходимо суму моментів сил, що діють на важіль.

3. Робимо висновок, у якому зазначаємо:

1) яка величина вимірювалася;

2) за яких умов тіло із закріпленою віссю обертання перебуває в рівновазі;

3) вимірювання якої величини дає найбільшу похибку.

Лабораторна робота №3

Тема: Вимірювання ЕРС і внутрішнього опору джерела струму.

Мета: визначити ЕРС і внутрішній опір джерела струму на основі результатів вимірювань сили струму в колі та напруги на зовнішній ділянці кола.

Обладнання: мобільний додаток «Phet Simulations» (джерело струму; резистор (виконує роль реостата); амперметр; вольтметр; ключ; з'єднувальні дроти).

Хід роботи

1. Відкриваємо додаток «Phet Simulations». Обираємо «Circuit Coustruction Kit: DC». Налаштовуємо симулятор наступним чином для проведення експерименту (рис.3.4).

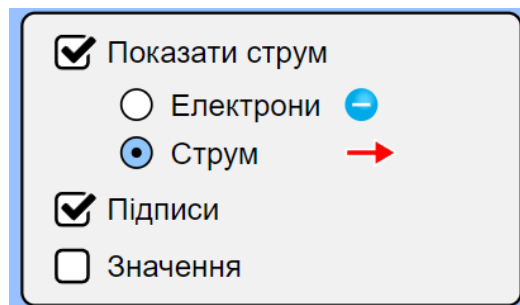


Рисунок 3.4 – Налаштування для проведення експерименту

2. Натискаємо кнопку «Додатково» та за допомогою повзунка встановлюємо довільний опір джерела струму – батарейки (рис. 3.5).

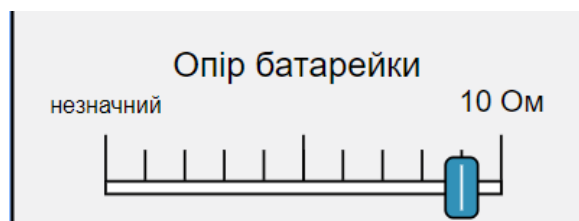


Рисунок 3.5 – Налаштування для проведення експерименту

3. Складаємо електричне коло, з'єднавши між собою наступні елементи: батарейку, дріт, амперметр, резистор, ключ, вольтметр (рис. 3.6).



Рисунок 3.6 – Зібране електричне коло

Накреслюємо схему зібраного кола у зошит.

4. Установимо повзунок реостата в таке положення, щоб опір реостата був максимальним 120 Ом. Для цього в електричному колі натискаємо на резистор і змінюємо налаштування за допомогою умовного повзунка, що з'явився знизу.

5. Вимірюємо напругу на клеммах джерела струму у випадку, коли ключ розімкнено (отримане значення відповідатиме ЕРС джерела струму – $\epsilon_{вим}$).

6. Замикаємо ключ і вимірюємо силу струму I в колі та напругу U на зовнішній ділянці кола. Щоб замкнути ключ, натисніть на нього.

7. Пересуваємо повзунок реостата трішки вліво (тобто змінюємо опір резистора) і знову вимірюємо силу струму I в колі та напругу U на зовнішній ділянці кола.

8. Повторюємо дослід ще тричі. Дані записуємо в таблицю 3.3.

9. Обчислюємо внутрішній опір, використовуючи закон Ома для повного кола.

Таблиця 3.3 – Дані до лабораторної роботи 3

Номер досліджу	ЕРС $\varepsilon_{\text{вим}}, \text{В}$	Сила струму $I, \text{А}$	Напруга $U, \text{В}$	Внутрішній опір $r, \text{Ом}$	Середнє значення внутрішнього опору $r_{\text{сеп}}, \text{Ом}$	Результати вимірювань: $r = r_{\text{сеп}} \pm \Delta r, \text{Ом}$ $\varepsilon = \varepsilon_{\text{вим}} \pm \Delta \varepsilon, \text{В}$
1	9	0,07	8,71	4,14	4,048	$4,048 \pm 0,0784$ $9 \pm 0,01$
2		0,11	8,57	3,9		
3		0,14	8,44	4		
4		0,2	8,18	4,1		
5		0,37	7,50	4,1		

$$r = \frac{\varepsilon_{\text{вим}} - U}{I}$$

$$r_{\text{сеп}} = \frac{r_1 + r_2 + r_3 + r_4 + r_5}{5}$$

$$\Delta r = \frac{|r_{\text{сеп}} - r_1| + |r_{\text{сеп}} - r_2| + |r_{\text{сеп}} - r_3| + |r_{\text{сеп}} - r_4| + |r_{\text{сеп}} - r_5|}{5}$$

$$\varepsilon_r = \frac{\Delta r}{r_{\text{сеп}}}$$

$$r = r_{\text{сеп}} \pm \Delta r$$

$$\varepsilon = \varepsilon_{\text{вим}} \pm \Delta \varepsilon$$

10. Робимо висновок, у якому зазначаємо:

- 1) які фізичні величини ви вимірювали; значення якої величини було встановлено шляхом прямих вимірювань, а якої – непрямих;
- 2) якими є результати вимірювань;
- 3) у чому причина похибок вимірювань; вимірювання якої величини дає найбільшу похибку.

Отже, за допомогою виконання лабораторних робіт у мобільному додатку ми отримали мінімальне значення похибки, спричинене здебільшого людським фактором. Симулятор забезпечує велику точність вимірювань та контрольовані умови експерименту. Це дозволяє зменшити вплив випадкових факторів, що може виникнути при фізичних експериментах, як і не перейматись через порушення техніки безпеки учнями, що може поставити їх у небезпечну ситуацію. Також через інтерактивність та простоту у використанні ця онлайн-

лабораторія розвиває інтерес учнів до науки та самостійного дослідження навколишнього світу.

3.2 Проведення педагогічного експерименту та його аналіз

Педагогічний експеримент проводився над учнями 11 класу Запорізького навчально-виховного комплексу №63. Перед проведенням експерименту спочатку учні ознайомились з законами електричного струму, рівноприскореним рухом, моментом сили важеля із підручника фізики В. Г. Бар'яхтара, були опитані у вигляді тестової самостійної роботи.

Після вивчення основних законів, необхідних для виконання лабораторних робіт, учні приступили до виконання. Група учнів, назвемо її експериментальною (далі – ЕГ), використовували мобільний додаток, наведений у підрозділі 3.1.

Проведений експеримент показав, що використання мобільного додатку в навчальному процесі для вивчення фізики сприяє кращому засвоєнню знань. Проведення експерименту відбувалось в дистанційному форматі.

На початку експерименту був проведений аналіз рівня досягнень учнів з фізики (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Рівень навчальних досягнень учнів з фізики на початку експерименту

Рівень підготовки	Учні ЕГ
Початковий	5
Середній	8
Достатній	12
Високий	6

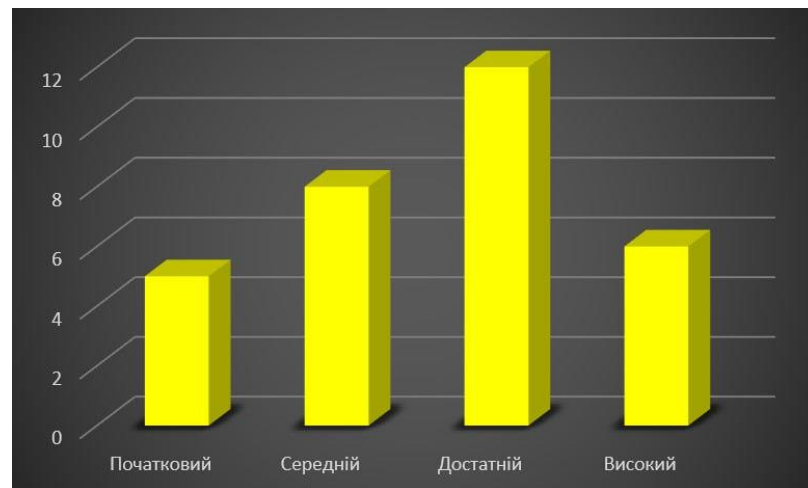


Рисунок 3.7 – Гістограма результатів навчальних досягнень учнів ЕГ

Як бачимо, рівень підготовки учнів у класі різний. Тому отримані результати після проведення педагогічного експерименту можна вважати досить точними. Після проведення трьох лабораторних робіт маємо наступні результати, що наведені в таблиці 3.4 (була взята середня оцінка за 3 лабораторні роботи для кожного учня).

Таблиця 3.4 – Результати після проведеного експерименту

Оцінка	Учні ЕГ
Початковий	3
Середній	6
Достатній	16
Високий	6

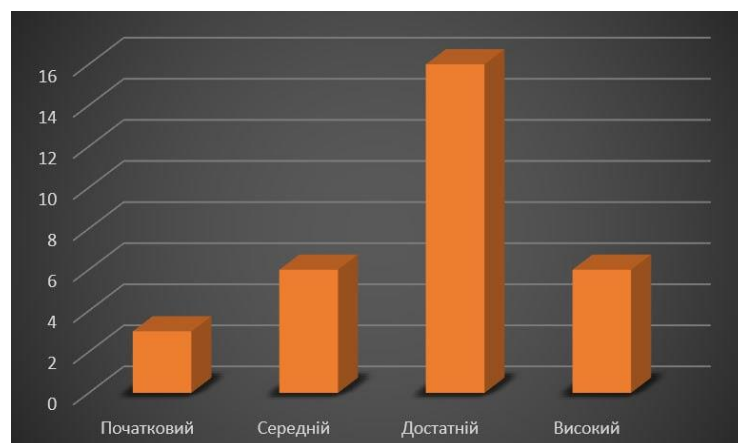


Рисунок 3.8 – Результати оцінок за лабораторну роботу в експериментальній групі

З наведених даних бачимо, що якість знань учнів зросла, що є досить непоганим результатом педагогічного експерименту.

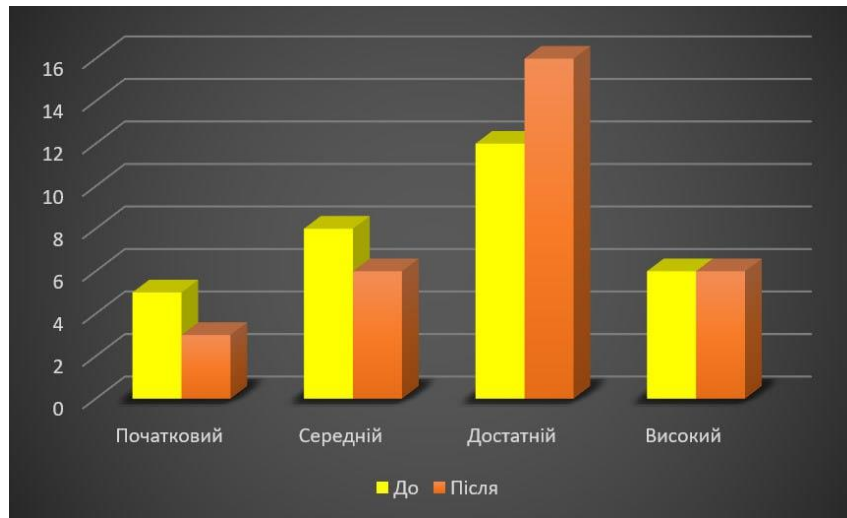


Рисунок 3.9 – Рівень знань учнів до та після експерименту

Отже, впроваджено в навчальний процес з фізики запропоновані методичні засади до проведення лабораторних робіт за допомогою спеціальних мобільних додатків з фізики. Педагогічний експеримент довів ефективність цих засад, що дає підстави на подальше використання їх на інші теми шкільного курсу фізики.

ВИСНОВКИ

Результати проведеного дослідження теоретичних та методичних засад організації шкільного експерименту з фізики під час дистанційної форми навчального процесу є підставою для таких висновків:

1. Обґрунтовано важливість лабораторних робіт у шкільному курсі фізики та виявлено переваги та недоліки.

2. Проаналізовано можливості використання мобільних додатків з фізики (зокрема, «Phet Simulations») для проведення лабораторних робіт з фізики. Виділено їх переваги: візуалізація складних дослідів, багаторазове проведення віртуального експерименту тощо.

3. Розроблено методичні засади використання мобільного додатку з фізики «Phet Simulations» для проведення лабораторних робіт та методик виконання лабораторних робіт «Визначення прискорення тіла в ході рівноприскореного прямолінійного руху», «Дослідження рівноваги тіла під дією кількох сил», «Вимірювання ЕРС і внутрішнього опору джерела струму».

4. Запропоновані методичні засади впроваджено в навчальний процес фізики. Їх ефективність була продемонстрована за допомогою навчальних експериментів. Доведено, що в умовах дистанційного навчання можна передбачити такі засоби навчання (зокрема, мобільні додатки з фізики), які сприяють розвитку експериментаторських умінь учнів.

У перспективі планується використовувати розроблені методичні засади на уроках фізики.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Анедченко Є., Гончаренко Т. Досвід використання мобільних технологій під час навчання учнів фізики. Виховання дітей та молоді: теорія і практика: зб.наук.праць / за ред. Орести Карпенко. Дрогобич: Редакційно-видавничий відділ Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка, 2020. С. 9–16.

2. Анедченко Є. В., Гончаренко Т. Л. Мобільні технології як засіб навчання фізики. Пошук молодих. Випуск 19: Збірник матеріалів Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції, (Херсон, 18-19 квітня 2019 р.) / укл. В.Д. Шарко: ПП Вишемирський В.С., 2019. 105 с.

3. Бабич А. Використання технології BYOD у процесі навчання в основній школі. *Ukrainian Journal of Educational Studies and Information Technology*. Vol. 5. No 2. June 2017. PP. 1–4.

4. Бабич А. З. Використання мобільних технологій в освітньому процесі. URL: <https://naurok.com.ua/vikoristannya-mobilnih-tehnologiy-v-osvitnmyprocesi-120285.html> (дата звернення: 28.11.2023).

5. Грановська Т. Готовність учителів природничих наук до застосування мобільних технологій для навчання учнів. Відкрите освітнє есередовище сучасного університету. № 7. 2019. С. 30–39.

6. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти. Математика в школах України. 2017. № 6. С. 2–9.

7. Жалдак М. І. Система підготовки вчителя до використання інформаційно-комунікаційних технологій в навчальному процесі / М. І. Жалдак // Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 2: Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання. 2011. №. 11. С. 3–15. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nchnpu_2_2011_11.

8. Карпуша В. М. Упровадження мобільних технологій у навчання учнів з фізики та астрономії. Інформаційний, науково-методичний журнал «Освіта Сумщини» № 3 (51), 2021.

9. Колесникова О. А. Використання технології BYOD для формування експериментальних знань та умінь учнів з фізики. Фізико-математична освіта. 2019. Вип. 2. С. 48–53.

10. Осадча К. П. Стан, технології та перспективи дистанційного навчання у Вищій освіті України. Технології і засоби навчання, 2019, Том 70, №2. С. 271–284.

11. Методи педагогічних досліджень. Бібліотека онлайн. Київ, МОН, 2007. URL: <http://www.readbookz.com/book/> (дата звернення: 28.11.2023).

12. Методика викладання фізики як педагогічної науки, її зміст і завдання. URL: <http://fizmet.iatp.org.ua/L1.htm/> (дата звернення: 28.11.2023).

13. Осадча К., Бабич А. Використання мобільних технологій у процесі навчання інформатики у середній школі. Ukrainian journal of educational studies and information technology, 2017. December. Vol. 5, № 4. PP. 1– 13

14. Освітні програми. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi> (дата звернення: 04.10.2023).

15. Педагогічний експеримент: навч.-метод. посіб. Кіровоград: Видавництво КОШПО імені Василя Сухомлинського, 2008. 72 с.

16. Пінчук О.П. Використання цифрового обладнання навчального експерименту як актуальна проблема природничої освіти. STEM-освіта та Інтернет речей у природничих університетах. 2018. С. 141–144.

17. Про використання мобільних телефонів під час навчального процесу: наказ МОН України № 420 від 24 травня 2007 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0420290-07> (дата звернення: 04.10.2023).

18. Рашевська Н. В., Ткачук В. В. Технології мобільного навчання. Педагогіка вищої та середньої школи, 2012. № 35. С. 295-301.

19. Сальник І. В. Мобільні пристрої та сучасне освітнє програмне забезпечення у навчанні фізики в закладах загальної середньої освіти. URL:

<https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/2918/1561> (дата звернення: 28.11.2023).

20. Семенюк Д. С. Реалізація технологій мобільного навчання в освітньому процесі з фізики. Вінницький державний педагогічний університет ім. Михайла Коцюбинського, Вінниця: URL: <https://ezpf.elit.sumdu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/03/Devices.pdf> (дата звернення: 28.11.2023).

21. Слободяник О. В. Мобільні додатки на уроках фізики. Фізико-математична освіта. 2017. № 4. С. 293–298.

22. Терещук С. І. Технологія мобільного навчання: проблеми та шляхи вирішення. Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки. 2016. № 138. С. 178–180.

23. Ткачук Г. В. Змішане навчання та особливості використання ротаційної моделі у навчальному процесі. Інформаційні технології в освіті, 2017. № 4. С. 143-156

24. Ткачук Г. В. Особливості впровадження мобільного навчання: перспективи, переваги та недоліки. Інформаційні технології і засоби навчання, 2018. № 2. С.13–22.

25. Триус Ю. В. Організаційні й технічні аспекти використання систем мобільного навчання. URL: <http://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/123456789/22949/1/Trius.pdf> (дата звернення: 28.11.2023).

26. Фізика 7-9 класи. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів: наказ Міністерства освіти і науки України від 07.06.2017 № 804. [Електронний ресурс]. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-5-9-klas> (дата звернення: 02.10.2023).

27. Онлайн-симулятор Phet Interactive Simulations. URL: <https://phet.colorado.edu/> (дата звернення: 18.11.2023).

28. Биков В. Ю. Дистанційне навчання / В. Ю. Биков // Енциклопедія освіти / Акад. пед. наук України; головний ред. В. Г. Кремень. Київ: Юрінком Інтер, 2008. С. 191–192.

29. Биков В. Ю. Теоретико-методологічні засади створення і розвитку сучасних засобів та е-технології навчання / В. Ю. Биков // Розвиток педагогічної і психологічної наук в Україні 1992-2002. Збірник наукових праць до 10-річчя АПН України / Академія педагогічних наук України. Ч. 2. Харків : «ОВС», 2002. С. 182–200.

30. Борисенок С. В. Проблеми контролю якості знань в курсі методики навчання фізики на сучасному етапі розвитку вищого ступеня освіти [Електронний ресурс] / С. В. Борисенок, А. М. Карасева // Сучасні проблеми науки та освіти. 2009. № 2. Режим доступу: http://www.science-education.ru/download/2009/02/2009_02_07.pdf (дата звернення: 28.10.2023).

31. Веремчук А. Проблеми і перспективи дистанційного навчання у ВНЗ / Алла Веремчук // Проблеми підготовки сучасного вчителя. 2013. № 7. С. 319–325.

32. Кларк Елізабет. Дистанційне навчання // Журнал №10, 1999. <http://www.dvgu.ru/meteo/PC/DistantEduc.html> (дата звернення: 25.10.2023).

33. Биков В. Ю., Кухаренко В. М., Сиротенко Н. Г., Рибалко О. В., Богачков Ю. М. Технологія розробки дистанційного курсу: Навчальний посібник / За ред. В. Ю. Бикова та В. М. Кухаренка. Київ: Міленіум, 2008. 324 с.

34. Вишнівський В. В., Гніденко М. П., Гайдур Г. І., Ільїн О. О. Організація дистанційного навчання. Створення електронних навчальних курсів та електронних тестів. – Навчальний посібник. Київ: ДУТ, 2014. 140 с.

35. Воронкін О. С. Досвід проведення відкритого дистанційного курсу «Вступ до фізики звуку» / О. С. Воронкін // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики : збірник наук. праць. Вип. X : в 3-х т. Кривий Ріг: видавничий відділ НметАУ, 2012. Т. 2: Теорія та методика навчання фізики. С. 44–53.

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

37. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти Затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 23 листопада 2011 р. № 1392 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011-%D0%BF> (дата звернення: 22.10.2023).

38. Думанський Н. О. Класи сучасних технологій дистанційної освіти / Н. О. Думанський // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Львів: 2008. № 610: Інформаційні системи та мережі. С. 119–125.

39. Жалдак М. І. Комп'ютерно-орієнтовані засоби навчання математики, фізики, інформатики / М. І. Жалдак, В. В. Лапінський, М. І. Шут // Інформатика. 2004. №42. Київ: Шкільний світ. С. 5–9.

40. Закон України «Про вищу освіту». [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.mon.gov.ua/> (дата звернення: 21.10.2023).

41. Кондратьєв А. С. Дидактичні аспекти дистанційного навчання фізики в школі/ А. С. Кондратьєв, В. В. Лаптев, А. И. Ходанович. Харків: 2001. 27 с.

42. Концепція розвитку дистанційної освіти в Україні (затверджено Постановою МОН України 20 грудня 2000 р.) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.osvita.org.ua/distance /pravo/00.html> (дата звернення: 20.10.2023).

43. Лановенко А. Дистанційне навчання – педагогічна технологія 21 століття / Алла Лановенко // Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. Кіровоград: 2005. Вип. 60. Ч. 1. С. 80–86.

44. Медведєв С. П. Особливості електронних курсів при дистанційному навчанні інженерним спеціальностям / С. П. Медведєв, Р. М. Печерская // Фізична освіта у навчальних закладах. 2004. Т.10. № 3. С. 73–84.

45. Наказ Міністерства освіти і науки України № 466 від 25.04.2013 року «Про затвердження Положення про дистанційне навчання» [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0703-13/para18#n18> (дата звернення: 19.10.2023).

46. Соломка Е. Формування соціально-особистісної цінності знань в учнів / Е. Соломка, В. Бігар, К. Кишко [та ін.] // Науковий вісник Ужгородського нац. університету: Серія: «Педагогіка. Соціальна робота». 2009 . № 16-17. С. 92–94.