

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ВОЛИНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ЛЕСІ УКРАЇНКИ**

**Кафедра експериментальної фізики, інформаційних та освітніх технологій**

На правах рукопису

**ШПАК ВІКТОРІЯ ІВАНІВНА**

**ФІЗИЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ ПРИ ВИВЧЕННІ КОЛИВАЛЬНИХ ТА  
ХВИЛЬОВИХ ПРОЦЕСІВ У ЗАКЛАДАХ ФАХОВОЇ ПЕРЕДВИЩОЇ  
ОСВІТИ**

Спеціальність: 014.08 «Середня освіта (Фізика та астрономія)»  
Освітньо-професійна програма «Середня освіта. Фізика»  
Робота на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Науковий керівник:

**НОВОСАД ОЛЕКСІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ,**  
кандидат фізико-математичних наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНО ДО ЗАХИСТУ

Протокол № \_\_\_\_\_  
засідання кафедри \_\_\_\_\_  
від \_\_\_\_\_ 202\_р.

Завідувач кафедри  
(\_\_\_\_\_) \_\_\_\_\_  
(підпис) ПБ

**ЛУЦЬК – 2024**

## АНОТАЦІЯ

**Шпак В.І. Фізичний експеримент при вивченні коливальних та хвильових процесів у закладах фахової передвищої освіти.** Кваліфікаційна робота на правах рукопису. Робота на здобуття наукового ступеня магістра за спеціальністю 014 Середня освіта (Фізика та астрономія). – Волинський національний університет імені Лесі Українки. – Луцьк, 2024.

Актуальність теми дослідження полягає в тому, що боротьба за підвищення якості навчання та засвоєння знань продовжує залишатися головним завданням на сьогоднішній день. Тому при вивченні фізики увагу потрібно приділяти фізичному експерименту.

Магістерська робота є дослідно-експериментальним дослідженням. У роботі з'ясовано поняття «фізичний експеримент», «коливання і хвилі».

Мета дослідження – проаналізувати теоретично і обґрунтувати методично фізичний експеримент при вивченні коливальних та хвильових процесів у закладах фахової передвищої освіти.

Дослідно-експериментальна робота включала дослідження ефективності використання фізичного експерименту при вивченні коливальних та хвильових процесів у закладах фахової передвищої освіти.

Результати досліджень показали, що результативність навчання підвищилася за правильного використання фізичного експерименту.

**Ключові слова:** експеримент, коливання, хвилі, фізика, методика, аналіз.

## SUMMARY

**Shpak V.I. "Physical Experiment in Studying the 'Oscillations and Waves' Section in Secondary Schools."** Qualification thesis as a manuscript. A thesis for the degree of Master in the specialty 014 Secondary Education (Physics and Astronomy). – Lesya Ukrainka Volyn National University. – Lutsk, 2024.

The relevance of the research topic lies in the ongoing effort to improve the quality of education and knowledge acquisition, which remains a key objective today. Therefore, particular attention should be paid to the physical experiment when studying physics.

The master's thesis is an experimental research study. The concepts of "physical experiment" and "oscillations and waves" have been clarified in the work.

The aim of the study is to theoretically analyze and methodically substantiate the use of physical experiments in studying the 'Oscillations and Waves' section in secondary schools.

The experimental research included an investigation of the effectiveness of using physical experiments in teaching the 'Oscillations and Waves' section in secondary schools.

The research results showed that learning outcomes improved with the proper use of physical experiments.

**Keywords:** experiment, oscillations, waves, physics, methodology, analysis.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	5
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ПРОВЕДЕННЯ ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ .....	9
1.1. Суть фізичного експерименту .....	9
1.1.1. Експеримент, дослідження та спостереження.....	9
1.1.2. Фізичний експеримент .....	12
1.2. Особливості проведення фізичного експерименту в сучасних умовах ..	14
1.2.1. Ефективність експерименту як сучасного методу навчання .....	14
1.2.2. Лабораторні роботи як засіб підвищення ефективності освітнього процесу .....	16
РОЗДІЛ 2. МЕТОДОЛОГІЯ ВИВЧЕННЯ КОЛИВАЛЬНИХ ТА ХВИЛЬОВИХ ПРОЦЕСІВ У ЗАКЛАДАХ ФАХОВОЇ ПЕРЕДВИЩОЇ ОСВІТИ.....	28
2.1. Аналіз навчальної програми .....	28
2.2. Теоретичне та експериментальне вивчення коливальних та хвильових процесів у закладах фахової передвищої освіти.....	29
2.3. Тенденції використання інформаційних технологій та цифрових ресурсів у фізичному експерименті.....	32
РОЗДІЛ 3. ЕМПІРИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ ПРИ ВИВЧЕННІ КОЛИВАЛЬНИХ ТА ХВИЛЬОВИХ ПРОЦЕСІВ У ЗАКЛАДАХ ФАХОВОЇ ПЕРЕДВИЩОЇ ОСВІТИ.....	34
3.1. Демонстраційний експеримент при вивченні коливальних та хвильових процесів у закладах фахової передвищої освіти.....	34
3.2. Розробка та апробація лабораторних робіт з теми «Коливання та хвилі»	40
3.3. Виконання лабораторних робіт з теми «Коливання та хвилі» в умовах дистанційного навчання .....	54
ВИСНОВКИ.....	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	58

## ВСТУП

**Актуальність дослідження.** Сучасні інформаційні технології суттєво полегшили доступ до численних різномісних навчальних ресурсів. Тому сьогодні недостатньо надавати здобувачам освіти певний об'єм знань у процесі навчання фізики. Курс фізики завжди містив чимало понять, досить складних, нелегких для сприйняття. Складовою загального курсу фізики є демонстрації, які сприяють не тільки засвоєнню матеріалу, а й викликають підвищений інтерес до фізики.

На уроках, лекціях, лабораторних заняттях викладачам необхідно формувати у здобувачів освіти вміння, навички самостійної організації та постановки демонстраційних експериментів, лабораторних робіт проблемного характеру, застосовуючи проблемно-діяльнісний підхід до навчання та всебічно використовуючи інформаційні технології. Фізичний демонстраційний експеримент у закладах освіти є одним із важливих компонентів курсу, без якого неможливе формування у здобувачів освіти цілісних та системних уявлень про природу явищ, процесів. Він забезпечує проникнення в сутність фізичних явищ і процесів, допомагає більш повному їх розумінню, відповідно, запам'ятовування і засвоєння курсантами знань. Він тісно пов'язаний із змістом лекції, сприяє розкриттю її головної теми.

Слід зазначити, що добре поставлена демонстрація підвищує інтерес здобувачів освіти, діючи як на їхню розумову, так і емоційну сторону, формує їх уяву. При цьому досліди можна показувати як після викладу відповідного матеріалу - як підтвердження теоретичних висновків, - так і до цього - для створення проблемної ситуації. Питання, що має передувати - експеримент теоретичному матеріалу чи навпаки, вирішується залежно від конкретної мети. У ряді випадків демонстрації використовуються для підтвердження законів, зокрема коли останні вже відомі слухачам і перед лектором стоїть завдання не відкривати їх вдруге, а всебічно обґрунтувати і поглибити.

Визнаючи важливість фізичного експерименту, слід зазначити і те, що він повинен виконувати не тільки навчальну, а й розвиваючу, тобто сприяти

активізації мислення, спостережливості, розвитку творчої уяви здобувачів освіти [1].

Практика показує, що у викладачів фізики виникають методичні труднощі при організації шкільного фізичного експерименту в контексті модернізації шкільної фізичної освіти. Разом з тим, шкільний фізичний експеримент - один із провідних методів шкільного курсу фізики, який виступає у ролі і методу навчання, і джерела знань, і виду наочності. Суперечність між значимістю шкільного фізичного експерименту у навчанні фізики та недостатнім володінням викладачами методичними прийомами, що забезпечують максимальну самостійну активність здобувачів освіти, може бути подолана організацією шкільного фізичного експерименту на основі системно-діяльнісного підходу за допомогою завдань, що активізують діяльність здобувачів освіти.

**Мета дослідження** – проаналізувати теоретично і обґрунтувати методично фізичний експеримент при вивченні коливальних та хвильових процесів у закладах фахової передвищої освіти.

**Об’єктом дослідження** є фізичний експеримент під час вивчення коливальних та хвильових процесів у закладах фахової передвищої освіти.

**Предмет дослідження** – методика проведення фізичного експерименту при вивченні коливальних та хвильових процесів у закладах фахової передвищої освіти.

Для досягнення поставленої мети потрібно було вирішити наступні **завдання**:

1. Розкрити суть фізичного експерименту.
2. Описати особливості проведення фізичного експерименту в сучасних умовах.
3. Здійснити аналіз навчальної програми.
4. Висвітлити методичні аспекти вивчення розділу «Коливання і хвилі» у закладах фахової передвищої освіти.

5. Провести емпіричне дослідження ефективності проведення фізичного експерименту при вивченні розділу «Коливання і хвилі» у закладах фахової передвищої освіти.

6. Розробити рекомендації із проведення фізичного експерименту при вивченні коливальних та хвильових процесів у закладах фахової передвищої освіти.

**База дослідження** – Фаховий коледж технологій, бізнесу та права Волинського національного університету імені Лесі Українки.

**Практичне значення результатів дослідження** полягає у тому що:

- 1) Розроблено рекомендації із проведення фізичного експерименту при вивченні коливальних та хвильових процесів у закладах фахової передвищої освіти.
- 2) Проведено емпіричне дослідження ефективності проведення фізичного експерименту при вивченні коливальних та хвильових процесів у закладах фахової передвищої освіти.
- 3) Здійснили аналіз навчальної програми у закладах фахової передвищої освіти.
- 4) Описали особливості проведення фізичного експерименту в сучасних умовах.

**Наукова новизна** цього дослідження полягає в системному та глибокому аналізі особливостей вивчення коливальних та хвильових процесів у закладах фахової передвищої освіти. деякі ключові елементи наукової новизни включають:

- 1) В роботі розкрито суть фізичного експерименту.
- 2) Показано, що джерелом знань та методом досліджень у фізиці є експеримент.
- 3) Висвітлено методичні аспекти вивчення розділу «Коливання і хвилі» у закладах фахової передвищої освіти.

4) Проведено емпіричне дослідження ефективності проведення фізичного експерименту при вивченні коливальних та хвильових процесів у закладах фахової передвищої освіти.

#### **Апробація результатів та публікації.**

Дослідження та їх обґрунтування, які викладені у випускній кваліфікаційній роботі, були обговорені під час засідання кафедри експериментальної фізики, інформаційних та освітніх технологій. Участь в обговоренні взяли викладачі та здобувачі освіти. Крім того, результати проведених досліджень були представлені та обговорені на науковій конференції.

1. Шпак В., Новосад О. Фізичний експеримент при вивченні теми «Коливання і хвилі» у ЗЗСО. *Актуальні проблеми розвитку природничих та гуманітарних наук* : зб. матеріалів VIII Міжнар. наук.-практ. конф., м. Луцьк, 14 лист. 2024 р. Луцьк: ВНУ ім. Лесі Українки, 2024. С. 164-167.

2. Шпак В.І., Новосад О.В. Особливості використання експерименту при вивченні розділу «Коливання та хвилі» у ЗЗСО. *Фізика і хімія твердого тіла: стан, досягнення та перспективи* : матеріали VIII Міжнар. наук.-практ. конф., м. Луцьк, 18-19 жовт. 2024 р. Луцьк: ІВВ ЛНТУ, 2024. С. 197-198.

Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновку, списку використаної літератури.



## РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ПРОВЕДЕННЯ ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

### 1.1. Суть фізичного експерименту

#### 1.1.1. Експеримент, дослідження та спостереження

Експеримент – метод дослідження, у якому підтвердження гіпотези відбувається та здійснюється в керованих умовах. Дослідник досить динамічно взаємодіє з об'єктом (направляє його, якщо необхідно) - це і відрізняє експеримент від спостереження [15].

З цього випливає, що відмінності між зазначеними класифікаціями існують. Таким чином, завданням експерименту (він проводиться один раз) є підтвердити гіпотезу, а дослід виконується кілька разів із заздалегідь відомим результатом. І для експерименту, і для дослідження характерні керовані умови, у яких протікає процес, та активна взаємодія з об'єктом, що досліджується.

Дослідницька діяльність – це спеціально організована, пізнавальна творча діяльність учнів, що характеризується цілеспрямованістю, активністю, предметністю, вмотивованістю та свідомістю, результатом якої є формування пізнавальних мотивів, дослідницьких умінь, суб'єктивно нових для учнів знань або способів діяльності.

Головною метою дослідницької діяльності є розвиток особистості, а не отримання об'єктивно нового результату (об'єкта), як у науці. Якщо в науці головною метою є виробництво нових знань, то в освіті – набуття функціональної навички дослідження як універсального способу освоєння та пізнання дійсності. Навчальна діяльність передбачає розвиток особистості учня у процесі його взаємодії із педагогом [4]. Таким чином, одна з відмінностей навчально-дослідницької діяльності від науково-дослідної полягає в складі суб'єктів діяльності. Сенс дослідницької діяльності полягає в тому, щоб допомогти здобувачеві освіти пройти шлях наукового пізнання та засвоїти його алгоритм, ми повинні розуміти, що у роботі зі здобувачами освіти потрібно

очікувати найрізноманітніших результатів, тому дослідницьку діяльність, у методичному плані, важливо структурувати. Проведені зі здобувачами освіти дослідження вимагають чіткого формулювання та чіткої організації діяльності, що навчає самостійно виявляти проблему, яку необхідно вирішити, а педагог має сприяти усвідомленню здобувачами освіти актуальних проблем, стимулюючи їх до аналізу, обговорення та пошуку можливих рішень, допомогти в постановці реальних гіпотез, їх перевірку відповідно до чіткого плану. Для того, щоб правильно організувати дослідницьку діяльність, нам необхідно розглянути основні етапи дослідницької діяльності.

Етапи дослідницької діяльності:

1) Підготовка до дослідницької роботи.

Визначення проблеми дослідження, теми роботи. Обґрунтування вибору теми, тобто опис актуальності дослідження.

Формулювання мети та завдань дослідження, визначення оптимального варіанту вирішення завдань та досягнення мети. Складання спільно з викладачем плану роботи з реалізації свого дослідження.

2) Планування дослідницької роботи.

Визначитись із джерелами інформації, способами збору та аналізу.

Провести пошук, збирання, структурування та аналіз інформації по темі дослідження. Вибрати спосіб надання інформації (текстовий опис роботи, присутність діаграм, презентації, фотографій процесу, аудіо- або відео-записи спостережень, дослідів, етапів експерименту та кінцевого результату). Встановити критерії власної оцінки дослідження отриманого результату.

3) Дослідження (процес дослідження експерименту).

Необхідно зібрати інформацію для проведення дослідження, підготувати безпечний матеріал, обладнання, провести попередні виміри, розрахунки, якщо це потрібно. При використанні лабораторного обладнання, інструментів, матеріалів при виході на природу і т.д. Необхідно ознайомитися та дотримуватись правил техніки безпеки.

Провести заплановані заходи щодо дослідження (інтерв'ю, опитування, спостереження, експерименти, досліді, виміри тощо).

#### 4) Висновки щодо дослідження.

Необхідно провести аналіз отриманої в ході дослідницької роботи інформації. Спираючись на результати проведеного дослідження та порівнюючи свої результати з метою та завданнями, поставленими спочатку роботи, зробити висновки про виконану роботу.

#### 5) Звіт та захист дослідницької роботи.

Необхідно підготувати та оформити отримані результати дослідження у вигляді: усного звіту, усного звіту з демонстрацією, письмового звіту (реферат, стаття та ін.). Провести захист своєї дослідницької роботи, відповісти на питання, що виникають по роботі.

#### б) Оцінка процесу та результатів проєкту.

Оцінка дослідницької роботи може здійснюватись шляхом колективного обговорення, самооцінки, експертної групи, викладача.

Дослідження є «чистим», властивим будь-якій людині способом освоєння дійсності, дослідження засноване на набуття не суми готових знань, а методів їх добування [31].

Для здійснення дослідницької діяльності здобувачі освіти повинні мати певні дослідницькі вміння. Дослідницькі вміння здобувачів освіти формуються у навчальній діяльності, яка є аналогом науково-дослідної діяльності будь-якого вченого. У рамках урочної діяльності надається можливість використовувати наукову методологію як методичну основу розвитку дослідних умінь здобувача освіти, які забезпечують їх саморозвиток.

Методом спостереження називається такий метод, у якому вивчення властивостей та відносин об'єктів та явищ здійснюється у процесі існуючих природних умов. Слід зазначити, що спостереження відрізняється від простого сприйняття. Так як при сприйнятті того чи іншого об'єкта або явища у свідомості безпосередньо відображається вплив об'єкта на органи почуттів, а саме спостереження включає сприйняття і не обмежується цим. Спостереження

залежить від збереження результатів у пам'яті та відображення їх у вигляді смислових слів (або тексту).

Дослідом називається такий метод, у якому вивчення властивостей та відносин об'єктів та явищ здійснюється у процесі штучних, тобто у спеціально організованих умовах, іншими словами, ми створюємо спеціальні умови для дослідження властивостей об'єктів та явищ.

Кожен дослід (експеримент) пов'язаний із спостереженням. Людина, здійснює дослід, спостерігає перебіг експерименту, тобто ведеться спостереження за станом, зміною та розвитком об'єктів та явищ у створених штучних умовах.

Методи спостереження і експерименту велике місце посідають у дослідженнях, і особливо відносно дисциплін природничо-наукового циклу.

### **1.1.2. Фізичний експеримент**

Фізичний експеримент є основним інформативним джерелом під час навчання предмета. Навчальний експеримент є імітацією вивченого явища або закону в умовах, що задовольняють освітній процес у школі. Реалізація навчального експерименту має одразу кілька цілей: здійснення наочності навчання, надання цінної інформації, яка потрібна для якісної організації процесу навчання.

Завдяки експериментальному методу отримання нових знань, покращується якість одержуваної таким чином навчальної інформації.

Експеримент завжди має елемент ефектності. Яскравість та емоційність експериментальної роботи роблять її незамінною для організації навчального процесу з фізики, а також сприяють запам'ятовуванню навчальної інформації.

Реальний фізичний експеримент має велике значення у вивченні фізичних законів та процесів та відіграє істотну роль у навчанні здобувачів освіти. Слід зазначити, що фізичний експеримент має також величезне значення як знаряддя дослідження в ряді суміжних з фізикою природних дисциплін, особливо в хімії, біології та багатьох інших [9].

Усі дослідники, звичайно, віддають перевагу натуральному експерименту там, де він можливий. Але так буває далеко не завжди. На допомогу в цьому випадку приходять комп'ютерний модельний експеримент, який може стати ядром для проведення віртуального фізичного експерименту. Використання комп'ютерної моделі дозволить виявити головний недостатній елемент при натуральному вивченні явищ, процесів та об'єктів, який полягає у складності виділення та відокремлення елементів цілісної структури та її функції. Натуральний об'єкт сприймається із зовнішнього боку. Не завжди необхідні для вивчення характеристики та ознаки фізичного явища, процесу чи об'єкта при натуральному вивченні піддаються відокремленому виділенню, отже, швидкому засвоєнню здобувачами освіти. Виникає методична необхідність ділити об'єкт на певні частини, виділяти у ньому істотне й головне, характеризувати як сам об'єкт, так і модель. Тобто навчальна комп'ютерна модель – це об'єкт, що відображає окремі елементи структури та функції оригіналу. Здобувачі освіти, взаємодіючи з моделлю, одержують знання про об'єкт вивчення. Але слід пам'ятати, що відмінністю цього способу вивчення є наявність обов'язкового етапу зіставлення знань, отриманих здобувачами освіти за допомогою моделі, безпосередньо із самим натурним об'єктом. Тому модельний експеримент має лише посилювати натурне вивчення фізичних явищ, а не замінювати його [3]. Особливо на початкових етапах знайомства з фізичними явищами експеримент має бути максимально реальним, а не модельним. Однак складність сприйняття реального експерименту часто пов'язана із затримкою у поданні результатів обробки експерименту, протягом якої потрібна увага спостерігача. Застосування комп'ютера суттєво скорочує цю затримку та дозволяє демонструвати явище та результат обробки отриманих даних практично синхронно.

Висока якість комп'ютерної графіки, моделювання та високий рівень інтерактивності дозволяють максимально наблизитись до умов реальності. Робота з мультимедійними та інтерактивними технологіями стимулює дослідницьку творчу діяльність, розвиває пізнавальні інтереси. Дані продукти

корисні при підготовці до лабораторних занять із реальним обладнанням та є незамінними за його відсутності [4].

## **1.2. Особливості проведення фізичного експерименту в сучасних умовах**

### **1.2.1. Ефективність експерименту як сучасного методу навчання**

Засвоєння нових знань з фізики неможливе без проведення навчальних експериментів. Причому для організації ефективної навчальної роботи можна використовувати відеоролики, що демонструють складні, іноді технічно нездійсненні в аудиторії, експерименти. Експериментальну роботу на заняттях фізики передбачено під час проведення лабораторних робіт.

Експеримент як ефективний метод навчання лежить в основі формування у здобувачів освіти образного мислення, оскільки саме у процесі розумової діяльності студенти можуть порівняти очікувані результати з результатами, отриманими під час експерименту.

Фізичний експеримент – це спостереження та аналіз досліджуваних явищ у певних умовах, що дозволяють стежити за перебігом явища та відтворювати його щоразу за фіксованих умов [13].

Формування початкових практичних умінь та навичок – демонстраційний експеримент. Демонстрація ілюструє теоретичні положення, що викладаються на занятті викладачем, та готує до самостійного проведення фронтальних лабораторних робіт.

Демонстраційний експеримент не вичерпує всіх можливостей активного сприйняття здобувачами освіти явищ, що вивчаються, оскільки здобувачі освіти тільки спостерігають. Практичні вміння та навички виробляються під час фізичного експерименту [10].

Фронтальні лабораторні роботи - вид практичних робіт, що виконується в процесі викладу матеріалу, що вивчається, коли здобувачі освіти одночасно виконують однотипний експеримент, використовуючи однакове обладнання.

Фізичний практикум – практична робота, що виконується здобувачами освіти під час завершення вивчення розділу курсу або наприкінці року, проводиться з більшою часткою самостійності, на складнішому обладнанні. При виконанні практикуму відбувається повторення, поглиблення, розширення, узагальнення та систематизація знань з різних тем, розвиток та вдосконалення експериментальних умінь та навичок.

Фізичний практикум поділяється на:

1. Експеримент із використанням комп'ютера.
2. Домашній експеримент (використовуються саморобні прилади або предмети домашнього вжитку).
3. Експериментальні завдання (завдання, вирішення яких перевіряється дослідом, завдання, для яких вихідні дані одержують із дослідів) [11].

При вирішенні експериментальних завдань зникає формальний підхід до навчання, розвиваються увага, творче мислення, усуваються недоліки у знаннях, удосконалюються навички у поводженні з приладами. Домашній експеримент привчає здобувачів освіти до розширення отриманих на занятті знань та добування нових, формують експериментальні вміння через використання предметів домашнього вжитку та саморобних приладів, розвивають інтерес. Можливості комп'ютера дозволяють варіювати умови експерименту, самостійно конструювати моделі установок та спостерігати за їх роботою, формувати вміння робити розрахунки в автоматичному режимі. Даний вид експерименту сприяє розвитку просторової уяви та творчого мислення.

Демонстраційний експеримент є одним зі складових навчального фізичного експерименту і є відтворенням фізичних явищ викладачем на демонстраційному столі за допомогою спеціальних приладів. Він належить до ілюстративних емпіричних методів навчання. Значення демонстраційного експерименту у навчанні визначається тією роллю, яку експеримент відіграє у фізиці як джерело знань та критерій їхньої істинності, та його можливостями для організації навчально-пізнавальної діяльності здобувачів освіти [14].

Значення демонстраційного фізичного експерименту полягає у тому, що:

- здобувачі освіти знайомляться з експериментальним шляхом пізнання у фізиці за участі експерименту у фізичних дослідженнях (у результаті вони формують науковий світогляд);

- у здобувачів освіти формуються деякі експериментальні вміння: спостерігати явища, висувати гіпотези, планувати експеримент, аналізувати результати, встановлювати залежність між величинами, робити висновки тощо.

Демонстраційний експеримент, будучи засобом наочності, сприяє організації сприйняття здобувачами освіти навчального матеріалу, його розуміння та запам'ятовування; дозволяє здійснити політехнічне навчання здобувачів освіти; сприяє підвищенню інтересу та мотивації до вивчення фізики. Але під час проведення викладачем демонстраційного експерименту здобувачі освіти лише пасивно спостерігають за дослідом, проведеним викладачем, самі нічого роблять. Отже, самостійний експеримент здобувачів освіти із фізики необхідний.

Навчання фізиці не можна уявити лише як теоретичні заняття, навіть якщо здобувачам освіти на заняттях показуються демонстраційні фізичні досліди. До всіх видів чуттєвого сприйняття під час занять треба обов'язково додати “роботу руками”. Це досягається при виконанні здобувачами освіти фізичного лабораторного експерименту, коли вони самі збирають установки, проводять вимірювання фізичних величин, виконують досліди. Лабораторні заняття викликають в здобувачів освіти дуже великий інтерес, що цілком природно, тому що при цьому відбувається пізнання здобувачем освіти навколишнього світу на основі власного досвіду та власних відчуттів.

### **1.2.2. Лабораторні роботи як засіб підвищення ефективності освітнього процесу**

Однією з ефективних форм навчання є лабораторна робота, особливо велике її значення в предметах природничого циклу, зокрема, фізики. Суть лабораторної роботи полягає в тому, що під керівництвом викладача та за



заздалегідь підготовленим планом здобувачі освіти виконують досліди чи практичні завдання, у яких сприймається і осмислюється новий матеріал. Лабораторні роботи концентрують у собі як теоретичні знання та вміння, так і практичні, містять елементи дослідницької діяльності. Крім того, у більшості випадків лабораторні роботи проходять у парах (групах), що дозволяє розвивати у здобувачів освіти комунікативні навички, навички професійного спілкування.

Для успішного виконання лабораторної роботи здобувачу освіти необхідно добре ознайомитись з її теоретичною частиною та методичними рекомендаціями щодо її виконання, як правило, це робиться здобувачами освіти самостійно. Далі викладач оцінює теоретичну підготовку здобувачів освіти за допомогою усного чи письмового опитування чи інших форм перевірки і лише після цього здобувач освіти може перейти до практичної частини роботи.

У процесі виконання роботи здобувачі освіти повинні розпланувати час, відведений на лабораторну, щоб встигнути повторити теоретичний матеріал, скласти заготівлю звіту та виконати експеримент, таким чином, організаційний компонент відіграє дуже важливу роль у успішному виконанні лабораторних робіт. Отримання експериментальних даних є необхідною умовою будь-якої лабораторної роботи, вони можуть бути представлені у вигляді таблиці чи графіка. Наступним етапом лабораторної роботи йде аналіз, отриманих значень, математичні підрахунки, інтерпретація отриманих даних та оформлення всього перерахованого вище у вигляді звіту. І лише після захисту готового звіту здобувач освіти отримує бали з даної лабораторної роботи.

У процесі виконання курсу лабораторних робіт здобувачі освіти переконуються в об'єктивності законів фізики, отримують уявлення про методи, що застосовуються в наукових дослідженнях, знайомляться зі способами кількісної оцінки фізичних явищ, отримують при виконанні роботи нові вміння та навички. Крім того, самостійна робота з лабораторним обладнанням сприяє розвитку логічного мислення здобувача освіти, змушує його глибше проникати в суть природних явищ, розвиває винахідливість [15].

Лабораторні роботи можуть бути використані як ілюстрація до пояснення викладача, вправ для розвитку певних умінь та навичок, при узагальненні раніше вивченого матеріалу [15].

Прийнято розділяти фронтальні лабораторні роботи та фронтальні дослідження. Обидва ці види мають одну загальну особливість – це метод їх проведення. Для досягнення поставленої мети виконують одне й те ж завдання на однотипному устаткуванні. Фронтальні лабораторні роботи спрямовані на формування обмеженого кола умінь і навичок, оскільки за її проведення використовується досить просте устаткування, на відміну від практикуму. Проте фронтальні лабораторні роботи мають певну перевагу над фізичними практикумами – це можливість наприкінці заняття колективно обговорити та оцінити результати роботи [15]. Фронтальні лабораторні роботи включають фронтальні дослідження, основна відмінність останніх полягає в тому, що фронтальні лабораторні роботи за часом займають все заняття, а дослідження тривають від 3 до 10 хвилин, тобто є короткостроковими. При цьому використовується портативне просте та нечисленне обладнання, а кількість завдань обмежена. Зазвичай фронтальний дослідження доповнює матеріал, що викладається викладачем, і є однією практичною дією (спостереження або вимірювання), який кожен виконує самостійно, на відміну від фронтальних лабораторних робіт, де спостерігається переважно парна робота.

Класифікація фронтальних лабораторних робіт та досліджень може бути різною і залежить від тих ознак, які покладені в їх основу. Вирізняють якісні та кількісні лабораторні роботи. Якісні лабораторні роботи пов'язані лише зі спостереженням фізичних процесів та явищ, а кількісні дають ще й числову характеристику того чи іншого явища, тобто визначають числове значення фізичних величин. Відповідно до тимчасової класифікації лабораторних робіт виділяють короткострокові та розраховані на одне заняття.

Фронтальні лабораторні роботи поділяються:

1. За часом: короткочасні, тривалі.

2. За цілями та змістом: спостереження фізичних явищ, ознайомлення з приладами, виконання непрямих вимірювань, встановлення залежності між фізичними величинами, складання та вивчення принципу дії установок, вимірювання фізичних величин, вивчення законів, вимірювання фізичних постійних.

3. За дидактичним завданням: дослідні, ілюстративні.

Крім того, існують і інші класифікації лабораторних робіт [16]:

- За змістом (механіка, молекулярна фізика, електрика, оптика, атомна та ядерна фізика тощо);
- За місцем у навчальному процесі (попередні, ілюстративні, підсумкові);
- За ступенем самостійності студента (перевірочні, евристичні, творчі);
- За організаційною ознакою (фронтальні лабораторні роботи, фронтальні досліді, домашні експерименти).

На фронтальних лабораторних роботах долається розрив теорії з практикою, простежується очевидний зв'язок науки і техніки, розвиваються та поглиблюються початкові уявлення, формується поняття як основний елемент наукових знань, розвивається інтерес, що сприяє самостійній діяльності. Але, з іншого боку, фронтальні лабораторні роботи формують лише найпростіші вміння та навички, а не узагальнені практичні вміння, такі необхідні в сучасних дослідженнях. Ці завдання можна вирішити організацією фізичного практикуму [17].

Фізичний практикум проводиться з метою повторення, поглиблення, розширення та узагальнення отриманих знань із різних тем курсу фізики; розвитку та вдосконалення у здобувачів освіти експериментальних умінь шляхом використання складнішого обладнання, складнішого експерименту; формування самостійності під час вирішення завдань. Фізичний практикум не пов'язаний за часом з матеріалом, що викладається, він проводиться, як правило, наприкінці навчального року, іноді - наприкінці першого і другого півріччя і включає серію дослідів із тієї чи іншої теми. Роботи фізичного практикуму здобувачі освіти виконують у групі з 2-4 осіб на різному

устаткуванні; на наступних заняттях відбувається зміна робіт за спеціально складеним графіком. Складаючи графік, враховують кількість здобувачів освіти у класі, кількість робіт практикуму, наявність устаткування. На кожну роботу фізичного практикуму відводяться дві навчальні години, що вимагає введення у розклад пар з фізики. Це становить труднощі. З цієї причини через брак необхідного обладнання практикують одногодинні роботи фізичного практикуму [18].

Фронтальний експеримент міцно увійшов у методику викладання фізики. Покликаний утвердити фізику як дослідну науку, він виконує різноманітні навчальні функції: першого знайомства з новим явищем; ілюстрації матеріалу, що вивчається; зміни кількісних показників явища; перевірки сформульованого викладачем закону; розвитку в здобувачів освіти експериментальних навичок

Отже, місце фронтального експерименту у процесі вивчення фізики може бути різним [45].

Усі названі вище види експерименту забезпечують реалізацію принципу наочності, підвищення свідомості, активної пізнавальної діяльності здобувачів освіти, забезпечення політехнізму у викладанні курсу фізики.

Окрім загальних завдань, кожен вид має вужче цільове призначення, особливості у методиці проведення та техніці постановки [19].

Демонстраційний експеримент може бути підмінений прикладами з життєвих спостережень здобувачів освіти. По-перше, ці спостереження неоднакові в різних здобувачів освіти, а тому вони не можуть бути основою для формування нового знання. По-друге, явище чи процес відбуваються у складному взаємозв'язку з іншими побічними явищами. Демонстраційні досліді мають відтворювати ці явища з мінімумом побічних явищ.

Демонстраційні експерименти відіграють важливу роль під час повторення навчального матеріалу.

Діяльність знань здобувачів освіти більшою мірою залежить від самостійності та активності їх мислення, їх творчих здібностей, уміння ставити та вирішувати пізнавальні проблеми [44].

Одним із засобів активного пізнання здобувачами освіти явищ природи є висування та вирішення питань проблемного характеру. Організуючим поштовхом у самостійному дослідженні навчальної проблеми стає демонстраційний фізичний експеримент, який проводить викладач на занятті.

Повторно проведені досліди дозволяють здобувачам освіти яскравіше відтворити у пам'яті раніше вивчений матеріал, глибше вникнути у сутність фізичних явищ і закономірностей, помітити риси і властивості об'єктів, що раніше не потрапили у поле зору [21].

Вміння та навички підготовки та проведення на заняттях педагогічно ефективних дослідів з різних тем курсу фізики є великим мистецтвом.

Педагогічної ефективності будь-якого демонстраційного експерименту можна досягти лише за певної методики показу демонстраційних дослідів. Однією з перших методичних вимог є органічний зв'язок демонстраційного дослідів з викладом навчального матеріалу. Для здійснення такого зв'язку дослідів мають бути короткочасними, але, незважаючи на це, вони мають бути гранично переконливими та зрозумілими.

Важливим методичним питанням є демонстраційний дослід на занятті. Місце дослідів визначається обраною викладачем методикою викладу нового матеріалу [43].

Отже, експеримент як педагогічний метод має широкі дидактичні можливості. Інтерес до нього як методу навчання обумовлений, зокрема, тим, що цей вид завдань представляє здобувачам освіти досить рідкісну можливість самостійно виявити першопричину фізичного явища під час безпосереднього розгляду. Базуючись на найпростішому обладнанні і навіть предметах побуту, експеримент наближає фізику до нас, перетворюючи її з абстрактної системи знань на науку, дозволяє вивчати «світ довкола нас». Тим самим підкреслюється практична затребуваність фізичних знань, їх значимість у житті. У навчальному процесі, де широко використовується експеримент, немає потоку інформації, що виходить від педагога, немає нудьги, лінощів, пасивності здобувачів освіти. Викладач веде здобувача освіти шляхом суб'єктивного

відкриття. За такої організації навчально-виховного процесу можуть змінюватися усі психічні функції здобувачів освіти: сприйняття, увага, пам'ять, мислення, і навіть окремі якості особистості – відповідальність, самостійність та інші, тобто розвивається особистість загалом [22].

Таким чином, вивчивши методику проведення експерименту та його застосування на заняттях фізики, я дійшла висновку, що експеримент є найважливішою частиною будь-якого заняття. Усі перелічені форми експерименту виправдовують себе. Як правило, далеко не всі здобувачі освіти люблять виконувати домашні завдання. Якщо ж домашній експеримент можна виконати за допомогою підручних засобів, то виконання такої роботи досягає в середньому 95%. Крім цього, у здобувачів освіти виникає безліч питань після виконання домашнього експерименту, а це означає, що зростає їхній інтерес до предмету. Виконуючи лабораторний практикум наприкінці навчального року, приблизно 15% здобувачів освіти підвищують свої оцінки. Практикум дозволяє ще раз повторити вивчений матеріал, звернути увагу на питання, що викликають труднощі і розібратися в них. При використанні лабораторії L – мікро, здобувач освіти на лабораторній роботі отримує не набір приладів, а тематичний комплект, який дозволяє вибрати експеримент із оголошеної теми самостійно. Це дає свободу творчості здобувачу освіти, а викладач, у свою чергу, отримує можливість реалізувати будь-які методи та прийоми, будь-який рівень диференційованого підходу до здобувачів освіти. У результаті цього матеріал засвоюється краще, підвищується успішність, зростає якість знань.

Отримуючи певні результати у ході проведення навчального експерименту, можна довести спроможність будь-якого наукового факту. На підставі доведених наукових фактів будуються наукові теорії, розуміння яких стає найбільш можливим для здобувачів освіти з різним рівнем підготовки завдяки ефекту цікавості навчального експерименту з фізики.

Використання експериментальної роботи під час занять фізики сприяє розвитку таких особистісних якостей здобувача освіти, як акуратність;

здатність рухатися до поставленої мети; терплячість; вміння абстрагуватися та виділяти найбільш суттєві ознаки об'єктів та явищ, що досліджуються [23].

Проведення якісного навчального експерименту вимагає від учителя ефективною реалізації функції координації всіх видів навчальної діяльності, серед яких проведення дослідів та лабораторних робіт в аудиторії, а також підготовка та проведення дослідів здобувачам освіти вдома самостійно [42].

Одним із найбільш ефективних видів навчального експерименту є цікавий експеримент у навчанні фізики.

Завдяки своїй цікавості, подібна навчальна діяльність пробуджує цікавість до експерименту у навчанні фізики та підвищує пізнавальну активність у здобувачів фахової передвищої освіти.

Використання методу фізичного експерименту базується на реалізації основних принципів навчання предмету "Фізика", а саме: наочності навчання, реалізації принципу свідомості навчальних дій, формування сприятливих умов для розвитку пізнавальної активності здобувачів освіти [24].

Застосування експериментів у навчанні фізики також зумовлене технічною складністю, а іноді й неможливістю проведення дослідів під час навчального процесу в аудиторії. Будь-яка експериментальна робота спрямована на вироблення знань та умінь у здобувачів освіти [41].

Складність фізичної науки породжує відсутність інтересу у здобувачів освіти до її вивчення. Безліч складних графіків, спеціальних функцій і різноманітних залежностей, завдань і потрібних їхнього вирішення формул роблять предмет незбагненим для здобувачів освіти, які мають недостатній рівень підготовки або потребують більшої уваги для ефективного засвоєння навчального матеріалу. Однак це правильно лише частково.

Правильно підібраний матеріал та ефективні методи його викладання здатні мотивувати здобувача освіти з будь-яким рівнем підготовки до вивчення даного предмета. Якщо фокус вивчення предмета змістити зі складних для розуміння формул і завдань, а зробити їх лише засобом, допомагаючи зрозуміти суть фізичного явища, що вивчається, то процес навчання фізиці найбільше

буде приваблювати здобувачів освіти. Це і є основне завдання викладача, досягнення якого можливе завдяки використанню у процесі викладання фізики цікавих дослідів та експериментів [25].

Навчальний експеримент відіграє значну роль в освітньому процесі, яка полягає в тому, що:

1) сам експеримент є джерелом певного набору знань, які здобувачі освіти засвоюють у різний спосіб;

2) навчальний експеримент виступає засобом донесення інформації, яку він містить, до здобувачів освіти, тобто є способом навчання.

Відмінною особливістю використання фізичного експерименту в процесі навчання є високий ступінь самостійності здобувачів освіти за його виконання. Особлива роль при цьому відводиться цікавим експериментам [40].

У науковій та навчально-методичній літературі існують різні точки зору на цікавість в освітньому процесі.

Експериментальна робота не тільки лежить в основі наукових відкриттів, а й значно підвищує ефективність освітнього процесу.

Зацікавленість здобувачів освіти до проведення експерименту проєктується на зацікавленість до навчання фізиці загалом. Експерименти є частиною практичної діяльності у фізичному навчанні, що проводиться з різними цілями, основними з яких є:

- поглиблене вивчення тем предмета, а також повторення, закріплення, узагальнення та розширення нових та наявних знань;

- набуття навичок щодо використання технічного обладнання, необхідного для експериментальної роботи;

- розвиток самостійності [39].

Хід проведення навчального експерименту супроводжується аналітичними бесідами, які допомагають дати відповідь на деякі питання здобувачів освіти, що виникають у ході практичної діяльності та дослідів. Цим досягається не тільки наочність, а й у доступній формі школярі засвоюють важку теоретичну інформацію.



Використання методу експерименту на початку заняття дозволяє викладачу привернути увагу здобувачів освіти. Утримати цю увагу протягом усього заняття дозволяє фактор цікавості. Цікавість у навчальних експериментах повинна мати практичний характер і мати достатній ступінь проблемності. На питання, що виникають у здобувачів освіти у ході проведення цікавого експерименту, має бути однозначна відповідь.

Експеримент повинен відображати наукову проблему, полегшувати її розуміння для здобувачів освіти [38].

Навчальний предмет «Фізика» має практичну значущість, проте фізичні закони складні для розуміння більшості здобувачів освіти. У зв'язку з цим перед учителем фізики стоїть завдання зробити предмет доступним для здобувачів освіти з різними рівнями підготовки та внутрішньої мотивації.

Слід зазначити, що фронтальні лабораторні роботи та досліди широко застосовуються у школах, у професійних навчальних закладах переважає вища форма організації – це лабораторний (фізичний) практикум [15]. Основна його відмінність від фронтальних занять є велика самостійність учнів, вдосконалена і складніша експериментальна база. Як правило, практикуми проводяться після або під час вивчення будь-якого розділу фізики (механіки, оптики, атомної та ядерної фізики тощо).

Вирішальну роль успішної організації фізичного практикуму відіграє наявність необхідного лабораторного устаткування, правильне та безпечне його використання, наявність методичної та довідкової літератури. Зазвичай методичний супровід лабораторної роботи (методичка, інструкція) включає:

- короткі теоретичні відомості з теорії питання;
- викладення одного із способів знаходження шуканої величини;
- список приладів та принцип їх роботи;
- опис ходу виконання роботи;
- вказівки про порядок запису результатів вимірювань фізичних величин та способи оцінки похибок;
- контрольні питання;

- додаткові експериментальні завдання.

Слід зазначити, що з кожної конкретної роботи обсяг, ступінь деталізації матеріалу інструкції може змінюватися. Основні освітні завдання лабораторного практикуму можна сформулювати у шести пунктах [17]:

1. Закріплення практично теоретичного матеріалу.
2. Набуття та розвитку навичок самостійної роботи на лабораторному обладнанні.
3. Планування та проведення експерименту.
4. Підбір необхідного обладнання щодо експерименту.
5. Обробка, аналіз та подання результатів експерименту.
6. Зіставлення отриманих експериментальних даних з теорією.

Фронтальні лабораторні роботи, досліди та практикуми виконуються з використанням реального фізичного обладнання, але останнє десятиліття до навчального процесу все міцніше почала входити комп'ютерна техніка. В даний час багато лабораторних установок оснащені комп'ютерами, які дозволяють зняти показання приладів, проаналізувати закономірності, але при цьому студент має справу з реальним фізичним процесом. Однак при вивченні певних розділів фізики (атомної, ядерної, квантової і т.д.) провести експеримент, що підтверджує теорію, іноді неможливо. Вирішити цю проблему дозволяє комп'ютерне моделювання та віртуальні лабораторні роботи.

За своєю суттю комп'ютерна (віртуальна) лабораторна робота є обчислювальним експериментом або імітацією цього експерименту, при цьому потрібна активна діяльність студента протягом усього виконання роботи [18]. Така лабораторна робота знайомить студентів з моделлю протікання фізичних процесів, які не можна побачити (наприклад, рух планет і мікрочастинок, утворення інтерференційної картини великою кількістю фотонів, що летять). При правильній методиці виконання комп'ютерна лабораторна робота має відрізнитися від реальної, оскільки студент має пройти всі основні етапи: вивчити теорію, отримати експериментальні значення, обробити результати

виміру, розрахувати похибку, побудувати таблиці і графік, інтерпретувати результат [19].

Якщо є можливість провести живий експеримент на реальному фізичному обладнанні, то краще так і вчинити, оскільки комп'ютерний експеримент має істотний недолік - він не вчить працювати з реальними приладами, не розвиває практичні навички. Однак використання комп'ютерної лабораторної роботи як тренажера перед виконанням роботи на реальному фізичному обладнанні має підвищити ефективність лабораторного практикуму [20].

Таким чином, комп'ютерна лабораторна робота не є реальною альтернативою, а лише доповнює її, дозволяючи провести тренування отриманих раніше навичок і заглянути в недоступний світ мікропроцесів та інших явищ, неможливих для спостереження на наявному реальному устаткуванні.

Яким би чином не виконувалася лабораторна робота, за допомогою віртуального обладнання або за допомогою реального, основним продуктом, який дозволяє судити про виконану студентом роботу, є звіт з лабораторної роботи. Звіт заповнюється або у зошиті, або на окремому листку і повинен містити назву роботи, мету, прилади та матеріали, що використовуються в роботі, короткий опис теорії, схему експериментальної установки, опис ходу роботи, результати спостережень та вимірювань, обробка отриманих даних.

## РОЗДІЛ 2. МЕТОДОЛОГІЯ ВИВЧЕННЯ КОЛИВАЛЬНИХ ТА ХВИЛЬОВИХ ПРОЦЕСІВ У ЗАКЛАДАХ ФАХОВОЇ ПЕРЕДВИЩОЇ ОСВІТИ

### 2.1. Аналіз навчальної програми

Проаналізувавши Календарно-тематичне планування уроків фізики для 7 класу за новою програмою НУШ 2024 (нова українська школа) на 2024 - 2025 навчальний рік (70 годин, 2 години на тиждень) (Планування адаптоване для підручника авторів Бар'яхтар В. Г., Божинова Ф. Я., Довгий С. О., Кірюхін М. М., Кірюхіна О. О., за ред. Довгого С. О. (відповідно до модельної навчальної програми авторів Кремінський Б. Г., Гельфгат І. М., Божинова Ф. Я., Ненашев І. Ю., Кірюхіна О. О.). бачимо, що вперше з коливаннями і хвилями здобувачі освіти знайомляться під час вивчення теми «Рівномірний рух по колу. Коливальний рух». У даній темі передбачено дві лабораторні роботи: «Визначення періоду обертання тіла» та «Дослідження коливань нитяного маятника». У 8 класі не передбачено годин на вивчення коливань та хвиль. У 9 класі, відповідно до Календарно-тематичного планування уроків фізики для 9 класу за новою програмою на 2024 - 2025 навчальний рік (105/87 годин, 3/2,5 години на тиждень) (дане планування сумісне з підручниками: Фізика : підруч. для 9 кл. загальноосвіт. навч. закл. / [В. Г. Бар'яхтар С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна]; за ред. В. Г. Бар'яхтара С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2017. — 272 с. : іл., фот., Фізика : підруч. для 9-го кл. загальноосвіт. навч. закл. / В.Д. Сиротюк. - Київ : Генеза, 2017. - 248 с. : іл., Фізика : підруч. для 9 кл. загальноосвіт. навч. закладів / Т. М. Засєкіна, Д. О. Засєкін. — К. : УОВЦ «Оріон», 2017. — 272 с. : іл.), здобувачам освіти викладається розділ «Механічні та електромагнітні хвилі». У даному розділі передбачена одна лабораторна робота «Дослідження звукових коливань різноманітних джерел звуку за допомогою сучасних цифрових засобів». У 10 класі коливання та хвилі не розглядаються. Відповідно до Календарно-тематичного планування уроків фізики для 11 класу (рівень стандарту, за

навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В. М.) на 2024 - 2025 навчальний рік (105 годин, 3 години на тиждень) (сумісне з підручником: Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В. М.): підруч. для 11 кл. закл. загал. серед. освіти / [Бар'яхтар В. Г., Довгий С. О., Божинова Ф. Я., Кірюхіна О. О.] ; за ред. Бар'яхтара В. Г., Довгого С. О. — Харків : Вид-во «Ранок», 2019. — 272 с. : іл., фот.), в 11 класі передбачено розділ «Електромагнітні коливання і хвилі». Тут пропонується експериментальна робота «Вимірювання індуктивності котушки». Як бачимо, ознайомлення здобувачів освіти з коливаннями та хвилями здійснюється поступово, і для наочності пропонується одна-дві експериментальні роботи.

## **2.2. Теоретичне та експериментальне вивчення коливальних та хвильових процесів у закладах фахової передвищої освіти**

Колівання та хвилі різного походження освоюються в сучасному закладі освіти в єдиному «хвильовому» діапазоні. Зазначається, що існують дві основні причини такого об'єднання: коливання і хвилі так чи інакше виявляються в різних областях фізики і техніки; універсальність відповідних законів.

Колівання займають особливе місце у природі та техніці. У багатьох ситуаціях вони відіграють несприятливу роль. При цьому коливальні процеси є фундаментом різних галузей техніки. Наприклад, на коливальних процесах сформована вся радіотехніка [1].

Особливу роль відіграють гармонійні коливання, що відбуваються згідно із законом синуса чи косинуса. Це зумовлено тим, що будь-який періодичний процес може бути представлений у вигляді суми гармонійних процесів із кратними частотами (так званий ряд Фур'є). Тому необхідно докладно вивчити цей найпростіший вид коливань, зрозуміти фізичні та математичні властивості тих «цеглинок», з яких побудовано будь-яке довільне коливання [34].

Під хвилею розуміють процес поширення коливань у просторі. Відповідно, механічна хвиля - це деяке механічне коливання, що поширюється в просторі [2]. Для поширення механічних коливань необхідне пружне середовище. Процес поширення механічних коливань у пружному середовищі з деякою швидкістю і називається механічною хвилею.

Глибина вивчення окремих тем залежить, звичайно ж, від багатьох факторів, наприклад, від діяльності викладача, кількості занять з фізики в окремо взятому закладі освіти, обраного навчально-методичного комплексу тощо. Розглянемо підручник з фізики 9 класу, автори: Бар'яхтар В. Г., Довгий С. О., Божинова, Ф. Я., Кірюхіна О. О. Підручник найчастіше використовується у загальноосвітніх школах і вважається навчальним посібником базового рівня. У підручнику теми викладено дуже докладно, у параграфах є безліч зображень і докладне пояснення кожного досліду [3]. Формули також представлені у готовому вигляді і з послідовним їх виведенням, тобто їх виведенням займаються здобувачі освіти самостійно [4]. У підручнику представлено помітно більше вправ, питань та різних завдань. Тому здобувачі освіти можуть самостійно повторювати та закріплювати пройдений матеріал, виконуючи їх.

Перейдемо до розгляду підручника для одинадцятих класів (Сиротюк Володимир, Мирошніченко Юрій). У розділі «Механічні коливання» чотири параграфи, у розділі «Механічні хвилі» - шість параграфів, кожен з яких містить докладне пояснення, виведення формул і рівнянь, усі необхідні закони та визначення. У підручнику також присутні завдання та питання для здобувачів освіти. У підручнику коливання і хвилі вивчаються здебільшого у розділі «Електродинаміка» та «Електромагнітне випромінювання» [33].

Тема складається з двох частин: механічні коливання та механічні хвилі. Механічні коливання вводять у навчання після вивчення всіх способів опису механічного руху. Природно застосовувати дані способи для окремого випадку руху. Переважно приділяється увага кінематичним характеристикам коливань: періоду, амплітуді та ін. Проте формула для механічних коливань виводиться за допомогою закону збереження енергії. При цьому спочатку розглядається

пружинний маятник, а далі - математичний. Подібність базується на ідентичній поведінці сили (результуюча сила, сила пружності), під дією якої протікають гармонійні коливання. На відміну від коливань, механічні хвилі розглядаються здебільшого на якісному рівні. Це визначає специфіку розробки програми пізнавальної діяльності здобувачів освіти: спостереження за явищами та їх порівняння, якісні завдання, більше уваги приділяється прикладному матеріалу - поширенню хвиль у природі та техніці, класифікації хвиль та ін. Розгляд кожної частини можна провести за знайомою схемою пізнання: факти - модель - дослідження – експеримент. Послідовність вивчення питань схожа у всіх підручниках. Як домашні завдання можна запропонувати такі експериментальні завдання: виготовити математичний маятник з певним періодом коливань або спроектувати модель коливальної системи [32].

Вивчення теми «Коливання та хвилі» у шкільному курсі фізики починається у дев'ятому класі та завершується в одинадцятому. За цей час здобувачі освіти вивчають поняття та визначення, виводять формули, розглядають рівняння рухів, виконують лабораторні роботи та проводять досліди. Проте вивчення може відбуватися по-різному залежно від підручника, що використовується на заняттях. В одних УМК вся інформація одразу докладно та точно викладена на сторінках, а в інших здобувачу освіти необхідно самому знаходити відповіді на свої запитання. Важливо, що тема дуже цікава для вивчення, педагог має можливість продемонструвати безліч дослідів, застосувати різні методики навчання для підвищення інтересу здобувачів освіти. Існує безліч цікавих тем у даному розділі, за якими здобувачі освіти можуть виконати різні творчі завдання, наприклад, створити та захистити проєкт, виготовити макет чи написати реферат.

### **2.3. Тенденції використання інформаційних технологій та цифрових ресурсів у фізичному експерименті**

У сучасному світі розвиток інформаційних технологій зобов'язує всі навчальні заклади застосовувати актуальні підходи у навчанні, які створюють умови для розвитку комунікативних, творчих професійних навичок, а також для формування потреби самостійного здобуття нових знань. Включення новітніх інформаційних технологій у процес навчання з кожним роком розвивається дедалі більше. Так відбувається використання різноманітних цифрових освітніх ресурсів, основне призначення яких полягає у різноманітних способах подачі інформації, що дозволяє зробити матеріал зручним сприйняття [7, 8]. Цифрові освітні ресурси - це сучасні засоби навчання, представлені в електронному форматі, що використовуються для підвищення продуктивності освітнього процесу та реалізації найважливіших завдань виховання та навчання. Таким чином, поглиблене вивчення фізики має базуватись на новітніх інформаційних технологіях та сучасних моделях змішаного навчання.

Широке впровадження інформатизації та технологізації в суспільстві вже давно сприяло активному застосуванню сучасних інформаційно-комунікаційних технологій в освітньому процесі. Розглядаючи інтеграцію технічних засобів навчання в освітньому процесі, неможливо не підкреслити значення мобільних технологій, які на сьогоднішній день використовуються практично всіма навчальними закладами на всіх рівнях навчання.

Згідно з визначенням ЮНЕСКО, використання мобільної технології у навчальному процесі як окремої технології або в комбінації з іншими інформаційно-комунікаційними технологіями називається мобільним навчанням або *mobile learning (m-learning)* [47].

Автор А. Жофfrey описує мобільні технології як засіб навчання, що охоплює різноманітні цифрові та портативні пристрої, такі як смартфони, ноутбуки, нетбуки, планшети і тощо, а також відповідне програмне забезпечення, зокрема мобільні додатки та сервіси, які забезпечують



можливість виконання операцій з отримання, обробки та розповсюдження інформації.

Використання мобільного навчання відкриває можливість для значного підвищення якості освіти завдяки персоналізації навчального процесу; швидкому отриманню зворотного зв'язку; раціональному використанню часу під час занять; безперервності навчання; а також новому, більш ефективному управлінню освітнім процесом.

При плануванні впровадження мобільних технологій у навчальний процес важливо враховувати матеріально-технічну базу, необхідну для реалізації такого типу навчальної діяльності.

Концепція BYOD (Принеси свій пристрій) почала активно розвиватися наприкінці 2000-х років, коли технологічний прогрес, зокрема зростання популярності смартфонів і планшетів, зробив робочий процес більш мобільним і гнучким. Компанії усвідомили, що працівники дедалі частіше використовують власні пристрої для особистих цілей, і виникла ідея легалізувати це явище як офіційний інструмент роботи. [46]

Технологія BYOD дозволяє використовувати особисті мобільні пристрої для навчальних цілей. Зазвичай ці пристрої належать студентам, і вони можуть застосовувати їх у виконанні шкільних завдань. Дослідження демонструють ефективність цієї технології, акцентуючи на позитивному впливі на академічні досягнення здобувачів освіти [31].

У контексті реструктуризації української освіти навчальний процес зазнає суттєвих змін через активне впровадження різних інформаційних, комунікаційних та мобільних технологій. З метою підтримки використання інформаційно-комунікаційних технологій у навчальних закладах загальної освіти Міністерство освіти скасувало заборону використання мобільних телефонів у закладах освіти. Це зазначено в Наказі Міністерства освіти і науки України №910 від 07.08.2014 [47]. Окрім того, останнім часом з'явилася велика кількість навчальних програм, присвячених гаджетам, тому доцільно розглянути можливість їх інтеграції в освітній процес.

### **РОЗДІЛ 3. ЕМПІРИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ ПРИ ВИВЧЕННІ КОЛИВАЛЬНИХ ТА ХВИЛЬОВИХ ПРОЦЕСІВ У ЗАКЛАДАХ ФАХОВОЇ ПЕРЕДВИЩОЇ ОСВІТИ**

#### **3.1. Демонстраційний експеримент при вивченні коливальних та хвильових процесів у закладах фахової передвищої освіти**

В експериментальному курсі фізики демонстрації - це доповнення до теоретичного викладу курсу, яке є невід'ємною, органічною його частиною. Слід відмітити, що демонстрації - це не лише форма викладання. Демонстрації становлять значну частину змісту експериментального курсу. Як правило, всі основні явища, що становлять предмет лекції у вузі чи школі, мають демонструватися на досліді. Не випадково відомий вчений та академік Г. С. Ландсберг завжди підкреслював: «Університетське викладання фізики має потужний допоміжний засіб у вигляді фізичних демонстрацій. Під час читання курсу я звертав велику увагу на цей бік справи» [5]. У методичному відношенні демонстрації роблять будь-яке явище більш зрозумілим для слухачів, ніж при словесному його описі та сприяють легкому засвоєнню та запам'ятовуванню фактів. Природно, що передусім мають бути показані процеси, явища і закономірності, які є визначальними у тому чи іншому розділі. Міцне засвоєння цього матеріалу необхідне для подальшого нормального проходження курсу. При цьому слід дотримуватися міри щодо обсягу демонстрації: вона не повинна бути надто великою, але й не повинна бути мізерною, інакше тривалий словесний виклад матеріалу може пригасити увагу слухачів. У роботі [3] один із авторів уперше показав, що завжди можна організувати такі «наскрізні» демонстрації, які можна показувати знову і знову на різних етапах викладання курсів загальної фізики.

Наприклад, при вивченні звукового резонансу можна запропонувати такий дослід: у мензурку (обсяг не менше 500 мл) налити певну кількість води.

(Кількість води підібрати таким чином, щоб при піднесенні до мензурки вилки камертону, що коливається, звук значно посилювався).

Здобувачам освіти пропонується послухати, як звучить камертон. Без посилення звук камертону досить тихий і почути його можуть лише здобувачі освіти на перших партах. Потім, ударивши по камертону, підносимо його до мензурки - посилений звук викликає у здобувачів освіти захоплення та здивування. Зазвичай досить швидко вони знаходять відповідь на питання: «Що трапилось?». А ось над поясненням, чому звук раптом став таким сильним, доводиться серйозно подумати.

Асоціації зазвичай зводяться до явища відображення звуку – луна. Але пояснення, чому посилювався звук, викликає деякі проблеми. Слід показати продовження досліду - налити невелику кількість води в мензурку і піднести камертон. Звук стане помітно тихішим.

Припущення, що висуваються під час вирішення завдання, обговорюються всім класом. У результаті формується правильний напрямок міркувань. Звук – хвиля, якщо є інша хвиля, абсолютно ідентична першій, то за накладення таких хвиль виникає посилення амплітуди коливань. Значить, звук від камертону відбився від поверхні води в мензурці і на поверхні накладається на звук, що виходить від камертону. Результат – посилення звуку – резонанс.

Мета експериментального дослідження – з'ясувати стан застосування фізичного експерименту у процесі вивчення розділу «Коливання і хвилі» у закладі освіти.

Констатувальний етап експерименту передбачав визначення об'єкту, предмету, мети та постановку завдань дослідження.

Упродовж констатувального етапу експерименту вивчався стан дослідженості проблем проведення фізичного експерименту у закладі освіти. Проведено огляд психолого-педагогічної та методичної літератури, присвяченої проблемі дослідження, намічено подальші завдання дослідної роботи.

У процесі проведення констатувального експерименту використовувалися наступні методи:

1. *Спостереження* за здобувачами освіти на заняттях фізики у Фаховому коледжі технологій, бізнесу та права Волинського національного університету імені Лесі Українки. На заняттях вивчалися рівень знань здобувачів освіти з фізики, мотиваційні чинники навчання, вміння застосовувати отримані знання на практиці. Вивчалися прийоми розумової діяльності, які використовувалися викладачами. Результати спостереження дозволили отримати інформацію про різні рівні розвитку розумової діяльності здобувачів освіти та, в основному, одноманітність прийомів, що застосовують викладачі на заняттях.

2. *Бесіди*, що проводились зі здобувачами освіти та викладачами. У процесі бесід із здобувачами освіти проявлялося їхнє ставлення до фізики, бажання побачити на заняттях та поза їх межами щось цікаве та нестандартне. Бесіди з учителями показали, що вони часто неякісно проводять фізичний експеримент через брак приладів, бо вважають, що він не в повній мірі сприяє кращому формуванню знань, умінь та навичок здобувачів освіти фізики.

3. *Анкетування* здобувачів освіти та викладачів, яке допомагало зрозуміти, чи потрібно взагалі використовувати даний тип діяльності під час вивчення розділу «Коливання і хвилі», та чи допомагає така діяльність здобувачам освіти краще зрозуміти пройдений навчальний матеріал, чи навпаки, заважає їх розумінню та відволікає увагу від процесу навчання.

На даній стадії констатувального етапу експерименту було виділено фізичний експеримент.

Базою для експерименту було взято Фаховий коледж технологій, бізнесу та права Волинського національного університету імені Лесі Українки..

Під час експерименту проводилися діагностичні зрізи за наступними напрямками:

- рівень інтелектуального розвитку здобувачів освіти;
- мотивація навчання;
- рівень знань здобувачів освіти.

Для визначення рівня інтелектуального розвитку здобувачів освіти ми використовували тест визначення коефіцієнту інтелекту IQ (тест Айзенка).

Деякі психологи зазначають, що тести інтелекту вимірюють здатність мислити абстрактно, міркувати, інші вчені переконані, що вони вимірюють здатність до розв'язування задач; частина експертів вважає, що такі дослідження лише показують здатність людини до набуття знань. Ми вважаємо, що результати тестування можна розглядати як усереднений показник, що дає уявлення про розвиток особистості загалом.

IQ-тест здобувачі освіти проходили за допомогою комп'ютерних технологій (програма розроблена лабораторією AT4057, Inc.)

Тест містив 40 однотипних завдань, заданих у словесному, числовому чи графічному вигляді. Здобувачам освіти відводилося 30 хвилин для відповіді на всі запитання. Рівень складності завдань підвищувався до кінця тесту. У деяких завданнях здобувачі освіти мали право вибору відповіді з кількох запропонованих варіантів, в інших - потрібно було самостійно вказати відповідь. Оцінка результатів здійснювалась комп'ютером з урахуванням віку здобувачів освіти у вигляді графіка і видавалась одразу після проходження здобувачем освіти тестування. Результати проведення тесту наведені в таблиці 3.1.

**Таблиця 3.1. Рівні інтелектуального розвитку здобувачів освіти**

<i>Рівень</i>	<i>Кількість балів</i>	<i>18 здобувачів освіти</i>	
Високий	125-150	2	11,76%
Середній	100-124	11	64,71%
Низький	20-100	5	23,53%

Розглянемо аналіз результатів формувального етапу експерименту.

Формувальний експеримент проходив за такими стадіями: 1-ша – підготовча, 2-га – реалізації формувального етапу експерименту.

Основні завдання підготовчої стадії формувального етапу експерименту:

- визначення тем, придатних для застосування фізичного експерименту;

- підготовка навчально-методичних матеріалів під час проведення фізичного експерименту.

- відбір засобів активізації пізнавальної діяльності, які є складовими фізичного експерименту.

Зрізи на початку формування експерименту проводилися за такими напрямками:

- рівень інтелектуального розвитку здобувачів освіти;
- рівень сформованості і розвиненості прийомів самостійної роботи та вміння працювати з навчальною літературою;
- діагностика розвиненості прийомів розумової діяльності;
- обізнаність викладачів у галузі проведення фізичного експерименту.

На даному етапі експерименту формувались основні задуми та ідеї проведення фізичного експерименту.

Проводилися анкетування викладачів і здобувачів освіти

#### **Анкета для викладачів**

1. Чи практикуєте Ви фізичний експеримент під час вивчення розділу «Коливання і хвилі»?

2. Якщо так, то з якою періодичністю?

3. Чи використовуєте різні види фізичного експерименту?

4. Якщо Ви не використовуєте фізичний експеримент у своїй діяльності, то вкажіть декілька причин цього.

5. Чи спостерігаєте Ви підвищення мотивації здобувачів освіти до вивчення фізики після проведення фізичного експерименту у закладах передвищої фахової освіти?

6. Чи спостерігали Ви підвищення успішності здобувачів освіти після проведення фізичного експерименту?

7. Чи сприяє застосування фізичного експерименту формуванню фізичної компетентності здобувачів освіти ?

В анкетуванні взяли участь 10 викладачів фізики, які на даний момент працюють ліцеї.

### **Аналіз анкетування учителів**

Питання 1. 5 опитаних викладачів відповіли, що коли вони викладають у старших класах, то завжди використовують у своїй діяльності фізичний експеримент. Тим паче, що дистанційне навчання змушує використовувати нові підходи.

Питання 2. 5 викладачів використовують віртуальний фізичний експеримент приблизно 1 раз на місяць. Зазвичай це при онлайннавчанні.

Питання 3. 3 викладачів відповіли, що у межах однієї теми проводять фізичний експеримент, якщо знайдуть якусь цікаву новинку або вигадують щось цікаве самі. Однак двоє викладачів відповіли, що в межах однієї теми пробують застосовувати різні методики, програми для урізноманітнення та більшої зацікавленості здобувачів освіти .

Питання 4. На дане питання у відповіді стояли прочерки, бо усі викладачі дали позитивну відповідь на перше запитання.

Питання 5. Усі викладачі відповіли з упевненістю, що у здобувачів освіти підвищується рівень мотивації під час використання викладачем фізичного експерименту.

Питання 6. Також на дане запитання усі викладачі дали позитивну відповідь, говорячи, що рівень успішності здобувачів освіти збільшується тоді, коли їм на занятті цікаво та вони займаються якоюсь нестандартною, незвичною для них роботою.

Питання 7. Усі учителі на поставлене питання дали позитивну відповідь.

Усі викладачі дали конкретні відповіді на запитання, що були в анкеті. Більшість відповідей була позитивною, що показує те, що фізичний експеримент має місце під час вивчення розділу «Коливання і хвилі» у ЗЗСО.

### **Аналіз анкетування здобувачів освіти**

Помітним було, що під час проведення позакласних заходів здобувачі освіти проявляли зацікавленість та допитливість. На подальших заняттях пізнавальний інтерес здобувачів освіти не падав, навпаки, вони ставили ряд суттєвих запитань, намагались співставляти та аналізувати нові факти.

Така робота вимагала попередньої підготовки, великої напруги та віддачі, проте вона принесла професійну насолоду, про що свідчать результати підсумкової контрольної роботи [30].

Для проведення експерименту проводилися різні види позакласної роботи.

Ефективність запропонованої системи позакласної роботи виявлялась на основі аналізу результатів контрольних зрізів за такими показниками:

- I. Рівень знань, умінь і навичок здобувачів освіти (навченість);
- II. Рівень самостійності здобувачів освіти у навчальному пізнанні;
- III. Ступінь активності здобувачів освіти у навчальній діяльності, ставлення до навчання, інтереси, наполегливість в досягненні поставленої мети.

Підсумки проведеної експериментальної роботи можна характеризувати з кількісного та якісного боку.

Таким чином, на основі даних проведеного експерименту можна зробити висновок, що розроблені матеріали з використанням позакласної роботи при правильному використанні сприятимуть підвищенню ефективності вивчення фізики здобувачами освіти.

### **3.2. Розробка та апробація лабораторних робіт з теми «Коливання та хвилі»**

Фізика – це не лише книги у науковому стилі, найскладніші закони чи гігантські лабораторії, це ще й захоплюючі експерименти, найцікавіші досліди, і, як не дивно, фокуси, продемонстровані в колі своїх друзів, і, безумовно, саморобні іграшки. Найцікавішим є те, що для фізичних дослідів підійде будь-який предмет. Це може бути, наприклад, м'яч, графин, шприц, олівець або навіть трубочка, якась монетка і так далі.

Переважна кількість фізичних явищ, понять, закономірностей не може бути добре засвоєна здобувачами освіти без ретельно розробленої системи дослідів, що відповідають вимогам методики і техніки демонстрацій [29].



Загальновизнаним є положення про те, що викладання фізики у закладі фахової передвищої освіти має спиратися на експеримент. Однак це загальне і добре відоме положення про характер викладання фізики не дає вказівок про зміст експерименту, не показує його місця і не розкриває його роль у процесі вивчення фізики.

Фізичний експеримент може бути підмінений прикладами із життєвих спостережень здобувачів освіти .

По-перше, ці уявлення в усіх здобувачів освіти однакові. По-друге, в окремих здобувачів освіти вони можуть виявитися не зовсім правильними. По-третє, цих уявлень далеко не завжди буває достатньо для розуміння та належного сприйняття того чи іншого нового матеріалу. Запас уявлень, як показує практика, має систематично поповнюватися поступово протягом усього курсу.

У даних умовах усе це призводить до необхідності проводити в аудиторії необхідні для навчання спеціально організовані демонстраційні досліди. Правильно поставлені демонстрації з фізики, супроводжувані відповідними поясненнями, дають можливість здобувачам освіти бачити як конкретну установку з окремими приладами, пристосуваннями, деталями, так і фізичні явища, процеси і закономірності [28].

Розглянемо такі положення, що розглядаються як деякі норми організації шкільного фізичного експерименту, які описують його роль у розкритті наукових основ змісту матеріалу, що вивчається.

1. З кожного експерименту має бути вилучено та засвоєно здобувачами освіти максимально можливий на даному етапі фізичний зміст.

2. Слід використовувати результати досліду якомога більше, довше і ефективніше - як на конкретному занятті, так і в навчальному процесі у цілому, у системі уроків, під час самостійної домашньої роботи здобувачів освіти тощо.

3. За підсумками кожного експерименту слід організовувати максимально можливу пізнавальну діяльність здобувачів освіти .

4. Мета експерименту не лише у тому, щоб сформувати нове знання, а й у тому, щоб змусити у його застосуванні, використовувати раніше набуті знання, оскільки засвоєння його відбувається у процесі застосування (у разі - з урахуванням експерименту).

5. Результат засвоєння нового фізичного змісту здобувачами освіти з експерименту має бути доведений, показаний, перевірений на матеріалі цього експерименту [27].

Звернімо увагу на перше положення, яке ми вважаємо актуальним, підвищення методичної ефективності шкільного фізичного експерименту. Звичайно, це положення вимагає високої предметної кваліфікації викладача, оскільки при конструюванні навчального процесу викладачу необхідно проаналізувати весь зміст, який повинні засвоїти здобувачі освіти, визначити, чи потрібен на цьому етапі експеримент, і якщо потрібен, то який експеримент дасть оптимальну можливість організації пізнавальної діяльності здобувачів освіти, спрямованої на засвоєння цього змісту. Проте виконання цього положення виконує вимогу максимальної ефективності експерименту і дає викладачу впевненість у тому, що поняття, терміни, визначення тощо здобувачами освіти засвоєні повною мірою.

Розглянемо варіанти використання фізичного експерименту у розділі «Коливання і хвилі».

### **Лабораторна робота**

#### **Круговий рух. Коливання**

Запустіть програму за посиланням та ознайомтесь із симуляцією:  
[https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?f=kv\\_pohyb\\_po\\_kruznicich&l=ua](https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?f=kv_pohyb_po_kruznicich&l=ua)

[https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?f=kv\\_oscilatory&l=ua](https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?f=kv_oscilatory&l=ua)

**Мета роботи:** спостерігати круговий рух, навчитися розрізняти різні види коливань.

**Обладнання:** Кулька, пружинний маятник, колба з водою, металеве вістря.

### Теоретичні відомості

Коловий рух або рух по колу (англ. circular motion) — механічний рух у вигляді обертання навколо фіксованої осі матеріальної точки або тіла, коли вісь обертання в обраній системі відліку не проходить через цю матеріальну точку чи центр тіла.

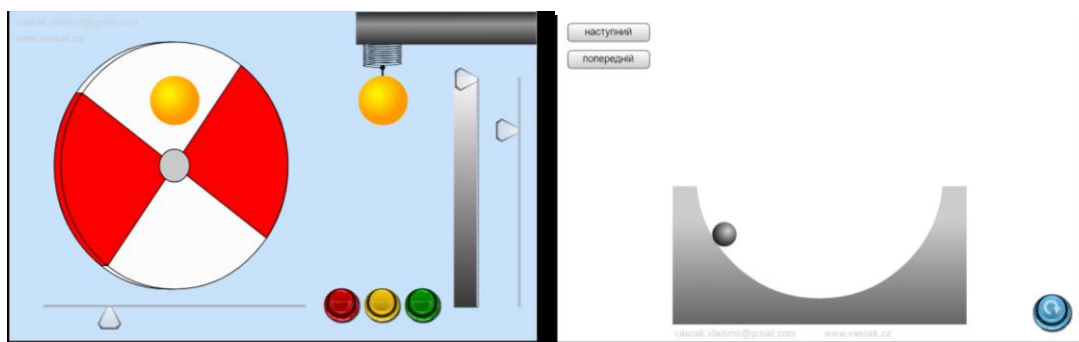
Коливання - специфічні рухи або зміни стану систем різної фізичної природи (механіка, фізика, біологія, хімія, економіка та ін.), для яких спостерігається певна повторюваність у часі. У багатьох випадках для опису коливальних процесів використовуються близькі за змістом поняття - вібрація, осциляція.

### *Методика та порядок виконання лабораторної роботи*

1. Перейти за першим посилання.
2. Спостерігати круговий рух.
3. Перейти за другим посилання.
4. Розглянути системи які утворюють коливання.

### *Моделювання*

Розглянемо приклади моделей, які демонструють круговий рух і коливання.



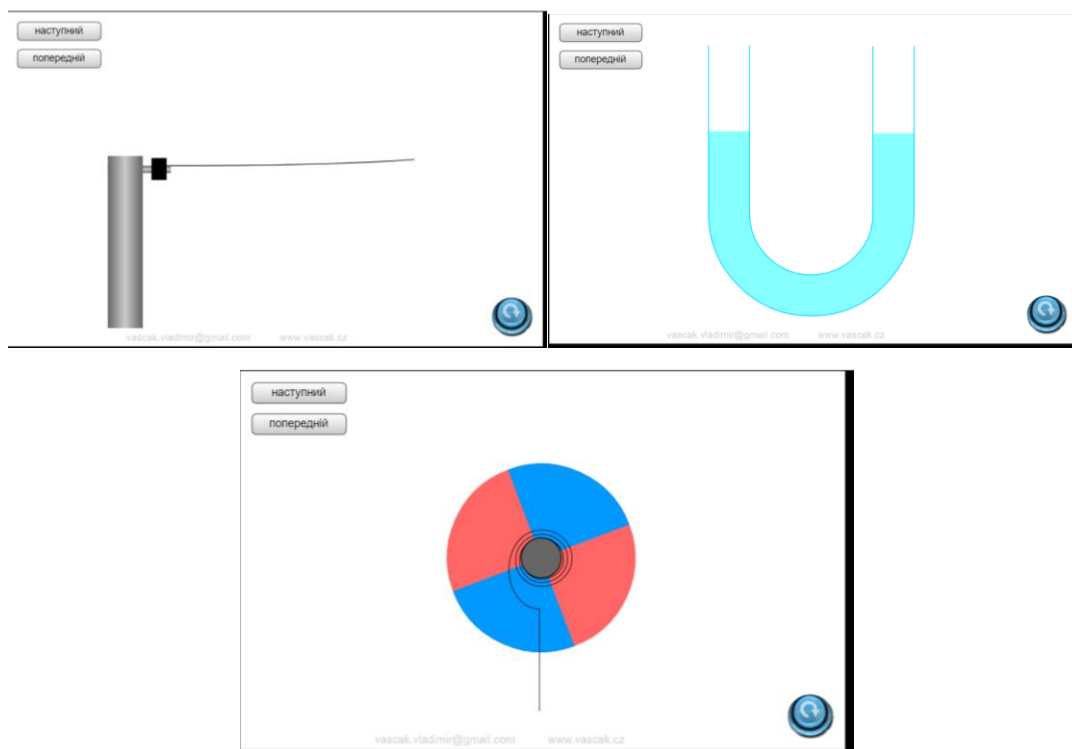


Рис.1. Різні типи осциляторів

### Завдання

Розглянути осцилятори і занести до таблиці

Номер прикладу	Система, що утворює коливання
1	
2	
3	
4	

#### 1. Спостереження

Розглянути круговий рух, перейшовши за першим посиланням.

Спостерігати коливальні рухи, перейшовши за другим посиланням.

#### 2. Вимірювання

Вписати у таблиці коливальні системи, перейшовши за другим посиланням

#### 3. Розрахунки

#### 4. Результати

#### 5. Висновки та ЗВІТ

Під час даної лабораторної роботи ми спостерігали приклад кругового руху та різні коливальні системи.

## Лабораторна робота

### Вивчення коливань пружинного маятника

**Мета:** експериментально перевірити закони коливань пружинного маятника, визначити його характеристики.

**Обладнання:** персональний комп'ютер, планшет або смартфон з доступом до мережі «Інтернет»; інтерактивна симуляція ««PhET» Маса і пружини»: важки різної маси; пружина; секундомір; лінійка.

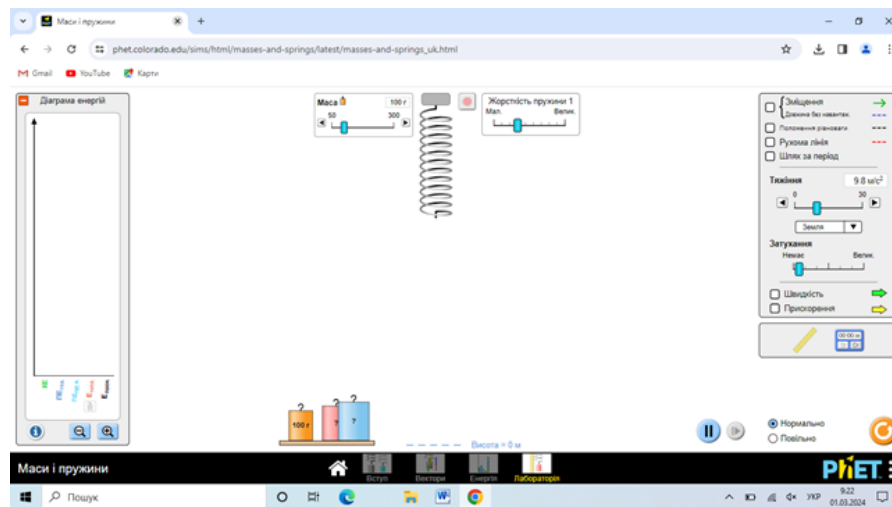


Рис.1. Інтерактивна симуляція ««PhET» Маса і пружини»

### Теоретичні відомості

Пружинний маятник – це коливальна система, що складається з твердого тіла, підвішеного на абсолютно пружній невагомій пружині, і може здійснювати гармонічні коливання під дією пружної сили.

Експеримент 1. Вивчення незатухаючих коливань пружинного маятника

№	$x_{ст}, \text{м}$	$m_1, \text{кг}$	$\omega_0, \text{рад/с}$	$T', \text{с}$	$\omega_0, \text{рад/с}$	$\Delta\omega_0, \text{рад/с}$	$\frac{\Delta\omega_0}{\omega_0}$	$T, \text{с}$	$\Delta T, \text{с}$	$\frac{\Delta T}{T}$	$k, \text{Н/м}$	$m_2, \text{кг}$	$m_3, \text{кг}$
1	0,015	0,1	25,55	0,25	26,31	26,07	0,99	0,24	0	0	67,9	3,78	1,84
2					25,74		1,01	0,24	0	0			
3					26,15		0,99	0,24	0	0			

$$\omega_0' = \sqrt{\frac{g}{x_{\text{CT}}}} = \sqrt{\frac{9,8}{0,015}} = 25,55 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

$$T' = \frac{2\pi}{\omega_0'} = \frac{2 \cdot 3,14}{25,55} = 0,25 \text{ с}$$

$$\omega_0 = \frac{2\pi N}{t} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 15}{11,24} = 26,31 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

$$\omega_0 = \frac{2\pi N}{t} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 15}{11,49} = 25,74 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

$$\omega_0 = \frac{2\pi N}{t} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 15}{11,31} = 26,15 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

$$\langle \omega_0 \rangle = \frac{26,31 + 25,74 + 26,15}{3} = 26,07 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega_0} = \frac{2 \cdot 3,14}{26,31} = 0,24 \text{ с}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega_0} = \frac{2 \cdot 3,14}{25,74} = 0,24 \text{ с}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega_0} = \frac{2 \cdot 3,14}{26,31} = 0,24 \text{ с}$$

$$k = \omega_0^2 m = 26,07^2 \cdot 0,1 = 67,9 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$\omega_0 = \frac{2\pi N}{t} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 15}{22,21} = 4,24 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

$$m_2 = \frac{k}{\omega_0^2} = \frac{67,9}{4,24^2} = 3,78 \text{ кг}$$

$$\omega_0 = \frac{2\pi N}{t} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 15}{15,55} = 6,06 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

$$m_2 = \frac{k}{\omega_0^2} = \frac{67,9}{6,06^2} = 1,84 \text{ кг}$$

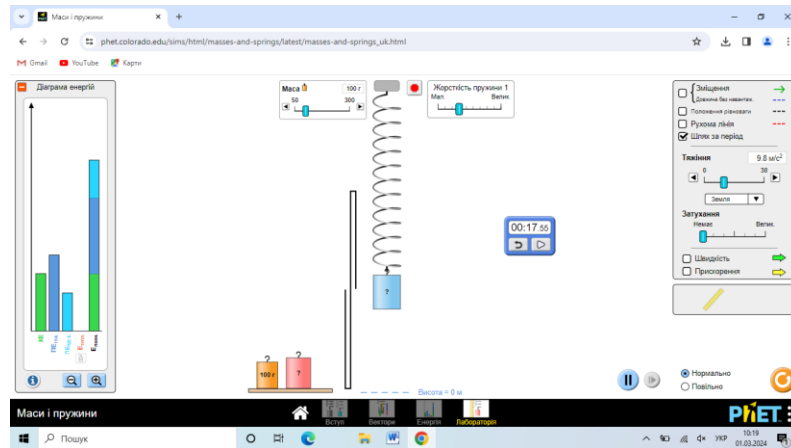


Рис.2. Лабораторія пружинного маятника.

### Експеримент 2. Вивчення затухаючих коливань пружинного маятника

№	m	A <sub>0</sub>	A <sub>N</sub>	t	N	T	T <sub>експ</sub>	δ	β	τ	r
1	0,1	0,015	0,013	2,9	10	0,24	0,29	0,08	0,28	3,57	0,056
2		0,015	0,014	3,9	10		0,39		0,21	4,76	0,044
3		0,015	0,0135	3,1	10		0,31		0,26	3,85	0,052

$$T_{\text{експ}} = \frac{t}{N} = \frac{2,9}{10} = 0,29 \text{ c}$$

$$T_{\text{експ}} = \frac{t}{N} = \frac{3,9}{10} = 0,39 \text{ c}$$

$$T_{\text{експ}} = \frac{t}{N} = \frac{3,1}{10} = 0,31 \text{ c}$$

$$\delta = \ln \frac{A_1}{A_2} = \ln \frac{0,014}{0,013} = 0,08$$

$$\beta = \frac{\delta}{T} = \frac{0,08}{0,29} = 0,28$$

$$\tau = \frac{1}{\beta} = \frac{1}{0,28} = 3,57$$

$$r = 2m\beta = 2 \cdot 0,1 \cdot 0,28 = 0,056$$

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{k}{m} - \beta^2}} = \frac{2 \cdot 3,14}{\sqrt{\frac{67,9}{0,1} - 0,28^2}} = \frac{6,28}{\sqrt{679 - 0,0784}} = 0,24$$

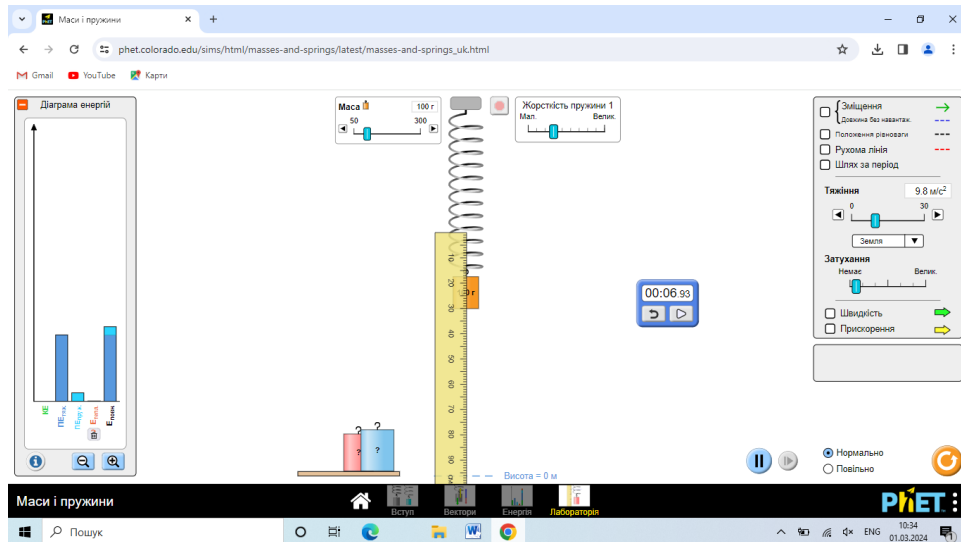


Рис.3. Коливання пружного маятника

Висновок: значення періоду, отримані експериментальним і теоретичним шляхом, практично однакові.

Загальний висновок: На даній лабораторній роботі ми експериментально перевірили закони коливань пружинного маятника, визначили його характеристики.

### Лабораторна робота

#### Вивчення руху тіла по колу

Виконати лабораторну роботу по відео за посиланням <https://www.youtube.com/watch?v=9emQCpSTrY0>

Номер досліджу	Маса кульки	Радіус кульки	Час руху	Кількість обертів	Період обертання	Обертובה частота	Лінійна швидкість	Доцентрове прискорення	Рівнодійна двох сил	Рівнодійна двох сил	Відносна похибка
	m, кг	R, м									
1	0,160	0,15	19,25	10	1,925	0,519	0,489	1,653	0,3	0,26	13,3
2	0,160	0,20	24,35	10	2,435	0,411	0,516	1,331	0,25	0,22	12



Період обертання  $T_1 = \frac{t_1}{N} = \frac{19,25}{10} = 1,925 \text{ c}$

$$T_2 = \frac{t_2}{N} = \frac{24,35}{10} = 2,435 \text{ c}$$

Обертובה частота  $n_1 = \frac{N}{t_1} = \frac{10}{19,25} = 0,519 \text{ c}^{-1}$

$$n_2 = \frac{N}{t_2} = \frac{10}{24,35} = 0,411 \text{ c}^{-1}$$

Лінійна швидкість  $v_1 = \frac{2\pi R_1}{T_1} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,15}{1,925} = 0,489 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$$v_2 = \frac{2\pi R_2}{T_2} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,2}{2,435} = 0,516 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Доцентрове прискорення  $a_{\text{доц}} = \frac{v^2}{R} = \frac{0,498^2}{0,15} = 1,653 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$$a_{\text{доц}} = \frac{v^2}{R} = \frac{0,516^2}{0,2} = 1,331 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Модуль рівнодійної сили

$$F = ma_{\text{доц}} = 0,16 \cdot 1,653 = 0,26 \text{ Н}$$

$$F = ma_{\text{доц}} = 0,16 \cdot 1,331 = 0,22 \text{ Н}$$

Відносна похибка  $\varepsilon = \left| 1 - \frac{0,26}{0,3} \right| \cdot 100\% = 13,3 \%$

$$\varepsilon = \left| 1 - \frac{0,22}{0,25} \right| \cdot 100\% = 12 \%$$

Висновок: на даній лабораторній роботі ми дослідили рівномірний рух кульки по колу; визначили характеристики цього руху: період обертання, обертову частоту, лінійну швидкість, доцентрове прискорення й модуль рівнодійної сили, які надають кульці цього прискорення. Значення, отримані експериментальним і теоретичним шляхом, практично однакові.

### Лабораторна робота

#### Визначення прискорення вільного падіння за допомогою маятника

**Мета роботи:** експериментально визначити прискорення вільного падіння.

**Обладнання:** математичний маятник, мірна лінійка, секундомір.

### Теоретичні відомості

Математичним маятником називається тіло, лінійними розмірами якого можна знехтувати у порівнянні з довжиною нитки, на якій висить це тіло. Якщо тіло відхилити від положення рівноваги і відпустити, то воно почне коливатись (рис.1).

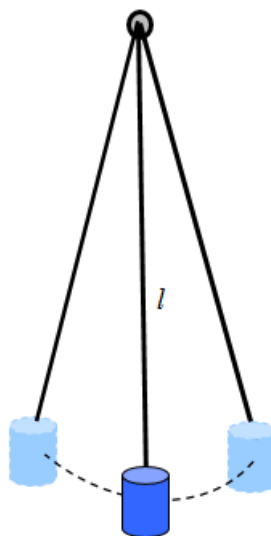


Рис.1. Коливання маятника.

У теорії гармонічних коливань виводиться формула для періоду коливань математичного маятника (у випадку малих кутів відхилення):

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}, \quad (1)$$

де  $T$  – період коливань маятника (час одного повного коливання);  $l$  – довжина підвісу (відстань від точки підвісу до центра мас маятника;  $g$  – прискорення вільного падіння).

З формули (1) випливає, що період коливань математичного маятника не залежить від його маси, а також від кута відхилення (для невеликих кутів відхилення), а залежить тільки від довжини маятника і прискорення вільного падіння.

З формули (1) отримуємо

$$g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}. \quad (2)$$

Вимірявши експериментально  $l$  і  $T$ , за формулою (2) можна визначити прискорення вільного падіння у даному місці Землі.

### Порядок виконання роботи

В адресний рядок браузера вставте наступну адресу:

<https://phet.colorado.edu/uk/simulation/pendulum-lab> і у відкритому вікні натисніть «Завантажити». У наступному вікні треба відмітити точкою «Відкрити» і натиснути ОК. Далі з'явиться вікно з написом «Лабораторія маятників» У цьому вікні натисніть "Лабораторія". На екрані з'явиться зображення макета для виконання роботи (Рис. 2).

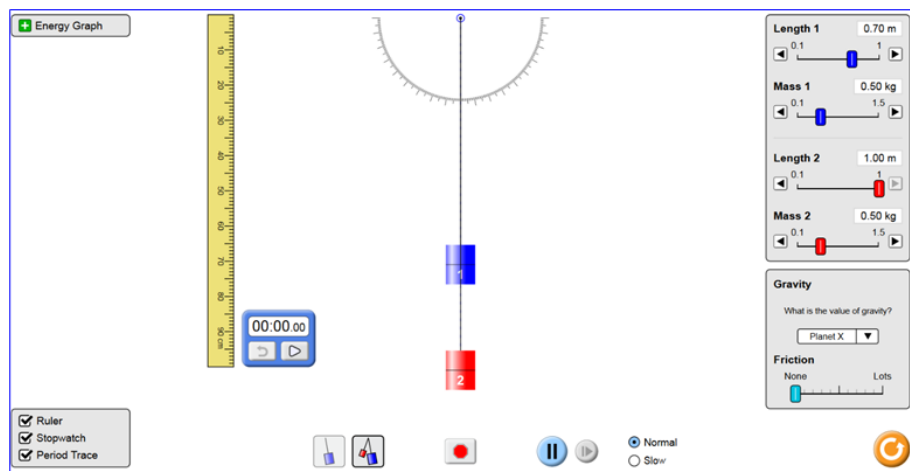


Рис.2.

**Завдання 1. Визначити прискорення вільного падіння  $g$  за допомогою математичного маятника.**

### Порядок виконання завдання № 1

1. Натисніть на картинку з одним маятником. У верхньому правому куті виставіть довжину маятника. Зліва внизу поставте «галочки» напроти напису «Лінійка», «Секундомір». З'являться лінійка і секундомір. Справа треба виставити назву планети (Земля, Місяць, Юпітер). Висвітяться значення прискорення вільного падіння, з яким Ви порівняєте значення, яке було отримане вами експериментально.

2. Відведіть маятник від положення рівноваги на невеликий кут (приблизно  $10^0$ ) і відпустіть його. У момент найбільшого відхилення маятника увімкніть секундомір і визначте час  $t$ , за який маятник здійснює 50 повних коливань. Після завершення досліду треба натиснути на червону кнопку. Система прийме початковий стан.

3. Дослід треба повторити 5 разів. Значення  $t_1, t_2, \dots, t_5$  необхідно занести до таблиці прямих вимірювань і визначити середнє значення  $\langle t \rangle$  та півширину довірчого інтервалу  $\Delta t$ .

$N_0$	$t, c$	$\langle t \rangle, c$	$\Delta t, c$	$\langle \Delta t \rangle, c$
1	82,35	82,35	0	0,21
2	82,6		0,25	
3	81,98		0,63	
4	82,48		0,13	
5	82,33		0,02	

4. Період коливань  $T$  і абсолютну похибку  $\Delta T$  визначають за формулами:

$$\langle t \rangle = (82,35 + 82,6 + 81,98 + 82,48 + 82,33) : 5 = 82,35 \text{ c}$$

$$T = \frac{\langle t \rangle}{50} = \frac{82,35}{50} = 1,65 \text{ c};$$

$$\Delta T = \frac{\Delta t}{50} = \frac{0,21}{50} = 0,0042 \text{ c}.$$

5. За формулою (2) треба визначити середнє значення прискорення вільного падіння  $\langle g \rangle$ .

$$g = \frac{4\pi^2 l}{T^2} = \frac{4 \cdot 3,14^2 \cdot 0,7}{1,65^2} = 10,14 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Під час виконання даного завдання ми визначили прискорення вільного падіння  $g$  для Землі за допомогою математичного маятника.

**Завдання 2. Визначити прискорення вільного падіння  $g$  за допомогою двох математичних маятників**

Згідно з (1), періоди коливань двох математичних маятників, які мають різні довжини  $l_1$  і  $l_2$ , описуються формулами:

$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}},$$

$$T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}}.$$

Звідси

$$g = \frac{4\pi^2(l_2 - l_1)}{T_2^2 - T_1^2}. \quad (3)$$

Таким чином, для того, щоб визначити прискорення вільного падіння, досить знайти періоди коливань та різницю довжин двох математичних маятників.

### Порядок виконання завдання № 2

1. Натисніть на картинку з двома маятниками. У верхньому правому куті виставіть довжину одного маятника – 0,7 м, а другого – 1 м. Справа виставіть назву Планета X.

Виконайте пункти 2, 3 порядку виконання завдання № 1, але для 20 повних коливань маятника для першого, а потім для другого маятників.

2. Визначте період коливань та абсолютну похибку для обох маятників за формулами:

$$\langle t_1 \rangle = (23,51 + 23,11 + 23,01 + 23,06 + 23,94) : 5 = 23,33 \text{ с}$$

$$\langle t_2 \rangle = (39,38 + 40,07 + 39,35 + 40,24 + 39,45) : 5 = 39,69 \text{ с}$$

$$T_1 = \frac{\langle t_1 \rangle}{20} = \frac{23,33}{20} = 1,17 \text{ с}; \quad T_2 = \frac{\langle t_2 \rangle}{20} = \frac{39,69}{20} = 1,98 \text{ с};$$

№	$t_1, \text{ с}$	$\langle t_1 \rangle, \text{ с}$	$\Delta t_1, \text{ с}$	$\langle \Delta t_1 \rangle, \text{ с}$	$t_2, \text{ с}$	$\langle t_2 \rangle, \text{ с}$	$\Delta t_2, \text{ с}$	$\langle \Delta t_2 \rangle, \text{ с}$
1	23,51	23,33	0,18	0,32	39,38	39,69	0,31	0,36
2	23,11		0,22		40,07		0,38	
3	23,01		0,32		39,35		0,34	
4	23,06		0,27		40,24		0,55	
5	23,94		0,61		39,45		0,24	

$$\Delta T_1 = \frac{\Delta t_1}{20} = \frac{0,32}{20} = 0,016c; \quad \Delta T_2 = \frac{\Delta t_2}{20} = \frac{0,36}{20} = 0,018c.$$

3. За формулою (3) розрахуйте середнє значення прискорення вільного падіння  $\langle g \rangle$ .

$$g = \frac{4\pi^2(l_2 - l_1)}{T_2^2 - T_1^2} = \frac{4 \cdot 3,14^2 \cdot (1 - 0,7)}{1,98^2 - 1,17^2} = \frac{11,83}{3,92 - 1,37} = 4,64 \frac{м}{с^2}.$$

5. Напишіть висновки. Під час виконання даного завдання ми визначили прискорення вільного падіння  $g$  за допомогою двох математичних маятників для невідомої планети.  $g = (\langle g \rangle \pm \Delta g) = (4,64 \pm 0,23) \text{ м/с}^2$  ;

### **3.3. Виконання лабораторних робіт з теми «Коливання та хвилі» в умовах дистанційного навчання**

Фізичний експеримент при дистанційному навчанні доцільно вивчати трьома способами [4]. По-перше, проведення відеозйомок реальних дослідів, багаторазового їх показу здобувачам освіти (у вигляді синхронної та асинхронної трансляцій). По-друге, показом віртуальних та модельних дослідів (зроблених в онлайн-режимі або підготовлених заздалегідь). По-третє, проведення фізичного експерименту у віддаленому доступі за допомогою спеціальних програмно-апаратних комплексів з фізики в реальному часі, вимір параметрів з наступним обговоренням результатів експерименту. Одним із досить складних для переведення в дистанційний формат є останній із перерахованих вище способів – лабораторні роботи [26].

Безумовно, відповідно до сформованих компетентностей курсу загальної фізики здобувач освіти повинен вміти проводити фізичні експерименти, володіти навичками роботи з реальними приладами і лабораторними установками. Віртуальні лабораторні роботи є доповненням до робіт, які виконуються на технічній базі навчальної фізичної лабораторії [5; 6]. Однак, як показали останні події, пов'язані з пандемією, війною, віртуальні лабораторні роботи можуть стати на деякий час основною формою лабораторних занять.

Метою даної роботи було дослідження можливості переведення лабораторного практикуму в дистанційний формат у разі потреби.

Однією з проблем віртуальних лабораторних робіт є їх створення. Як правило, для якісної розробки потрібна наявність великої кількості фахівців, які відповідають за змістову сторону роботи, кількох ІТ-розробників, ІТ-дизайнера тощо. Найпростіший спосіб проведення віртуальних лабораторних робіт - використання вже готових продуктів, розроблених спеціалізованими компаніями. Також можна знайти практикуми, викладені авторами у вільному доступі.

У роботах, посилання на які наведені вище, як правило, розглядається загальна методика викладання фізики у дистанційному форматі, її особливості, переваги та недоліки. На практиці при переході до онлайн-режиму навчання викладачі стикаються з нестачею більш детальних методичних розробок за різними формами навчання: практичні заняття, семінари, лабораторні роботи. Практична значимість цієї роботи полягає у створенні методів проведення лабораторних робіт у дистанційному форматі з наведенням прикладів різних типів завдань.

Готові продукти надають можливість отримати автономну версію лабораторного практикуму, якою можна буде скористатися як в комп'ютерному класі без використання інтернету, так і практично миттєво отримати доступ до мережевої версії продукту, придбавши поштою дані для доступу до сайту компанії-виробника, на якому знаходяться онлайнверсії робіт.

## ВИСНОВКИ

1. Розкрили сутність фізичного експерименту. У фізиці джерелом знань та методом дослідження є експеримент. Навчальний експеримент є відображенням наукового методу вивчення фізичних явищ, тому йому повинні бути притаманні основні елементи фізичного експерименту, за якими здобувачі освіти зможуть отримати уявлення про науковий експериментальний метод. Навчальний експеримент - це відтворення за допомогою спеціальних приладів фізичного явища (рідше - використання його на практиці) на занятті. Тому він служить одночасно джерелом знань, методом навчання та видом наочності.

Загально визнано, що виклад курсу фізики в закладах фахової передвищої освіти та в середній школі має спиратися на експеримент. Це зумовлено тим, що основні етапи формування фізичних понять - спостереження явища, встановлення його зв'язків з іншими, введення величин, що його характеризують - не можуть бути ефективними без застосування фізичних дослідів. Демонстрація дослідів на заняттях, показ деяких з них за допомогою кіно та телебачення, виконання лабораторних робіт здобувачами освіти становлять основу експериментального методу навчання фізики.

2. Описали особливості проведення фізичного експерименту в сучасних умовах. Будучи засобом пізнавальної інформації, навчальний експеримент одночасно є і основним засобом наочності щодо фізики. Він дозволяє найбільш успішно та ефективно формувати у здобувачів освіти конкретні образи, що адекватно відображають у їх свідомості реально існуючі фізичні явища, процеси та закони, що їх об'єднують.

Фізичний експеримент є не тільки ілюстрацією тих чи інших явищ та закономірностей, він є засобом доказу справедливості різних теоретичних положень, що сприяє виробленню переконаності у пізнанні явищ природи, а й розвиває вміння та навички здобувачів освіти.

3. Здійснили аналіз навчальної програми. Вже у понятті фізики як науки закладено поєднання теоретичної та практичної частин. Важливо, щоб у процесі навчання здобувачів освіти фізики педагог зумів цілком встановити



взаємозв'язок цих елементів. Як тільки здобувачі освіти відчують цю взаємозалежність, вони зуміють великому кількості процесів, що відбуваються довкола, дати правильне обґрунтування. У процесі вивчення фізики дуже часто проводиться фізичний експеримент.

4. Висвітлили методичні аспекти вивчення розділу «Коливання і хвилі» у закладах фахової передвищої освіти. У шкільному курсі фізики пропонуються наступні експериментальні роботи в розділі «Коливання і хвилі»: 7 клас – «Визначення періоду обертання тіла»; «Дослідження коливань нитяного маятника», 9 клас – «Дослідження звукових коливань різноманітних джерел звуку за допомогою сучасних цифрових засобів», 11 клас – «Вимірювання індуктивності котушки».

5. Провели емпіричне дослідження ефективності проведення фізичного експерименту при вивченні розділу «Коливання і хвилі» у закладах фахової передвищої освіти. Організували та провели апробацію результатів дослідження ролі фізичного експерименту у роботі із здобувачами освіти у процесі вивчення фізики. Результати показали, що застосування позакласної роботи підвищує інтерес здобувачів освіти до фізики, а також підвищує результативність навчання.

6. Розробили рекомендації із проведення фізичного експерименту при вивченні коливальних та хвильових процесів у закладах фахової передвищої освіти. Демонстрація фізичних дослідів дозволяє викладачу керувати пізнавальною діяльністю здобувачів освіти у процесі спостереження та вивчення фізичних явищ. За допомогою фізичного експерименту вирішують різні завдання. Це може бути спостереження фізичного явища, якісне чи кількісне вивчення методу дослідження, введення в теорію, підтвердження висновків теорії, застосування фізичних законів практично.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Антикуз О. В. Навчальні проекти з фізики. 7-9 класи. Харків: Вид. група «Основа», 2018. 128 с.
2. Банак Роман. Віртуалізація навчального процесу з фізики. Фізика та астрономія в рідній школі. 2019. №4. С. 37-40.
3. Бар'яхтар В. Г., Божинова Ф. Я., Довгий С. О. Фізика (рівень стандарту): підр. для 10-го кл. загальноосвіт. навч. закл. Х. : Вид-во «Ранок», 2018. 272 с.
4. Бар'яхтар В. Г., Божинова Ф. Я., Довгий С. О. Фізика (рівень стандарту): підр. для 11-го кл. загальноосвіт. навч. закл. Х. : Вид-во «Ранок», 2019. 272 с.
5. Бліндар В., Руденко М. Шкільний фізичний експеримент у сучасних умовах. URL: <http://lkr.ndu.edu.ua/index.php/nz/article/view/437>.
6. Богданова О. А. Вивчення швидкозмінних механічних рухів у шкільній лабораторії фізики: збірник наукових праць здобувачів вищої освіти Криворізького державного педагогічного університету (приурочено до 90-річчя КДПУ)/ наук. кер. – кандидат фізико-математичних наук, доцент В. М. Кадченко. Кривий Ріг: КДПУ, 2020. С. 19-22.
7. Буйницька О. Використання інформаційно-комунікаційних технологій у шкільному курсі фізики. Фізика та астрономія в школі. 2005. №4. С. 24- 29.
8. Войтків Г. Навчальний фізичний експеримент як основне джерело активізації пізнавальної діяльності учнів з фізики. Наукові записки. Серія "Педагогічні науки". Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка. 2009. Вип. 82. Ч. 2. С. 303–307.
9. Войтків Галина. Формування дослідницьких умінь здобувачів освіти засобами шкільного фізичного експерименту. Фізика та астрономія в рідній школі. 2019. №1. С. 11-20.
10. Гельфгат І. М. Фізика (профільний рівень): підр. для 10-го кл. загальноосвіт. навч. закл. Х. : Вид-во «Ранок», 2018. 272 с.

11. Гільберг Т.Г., Засекіна Т.М., Стадніченко С.М., Лашевська Г.А. Природничі науки: навчально-методичний посібник для 11 класу (експериментальний). Частина 2. Київ: Орion, 2020. 310 с.

12. Головка М. В., Мельник Ю. С., Непорожня Л. В. Фізика і астрономія (рівень стандарту): підр. для 10-го кл. загальноосвіт. навч. закл. Київ: Педагогічна думка, 2018. 256 с.

13. Головка С. В., Крячко І.П., Мельник Ю. С. Фізика та астрономія (рівень стандарту): підручник для 11 класу закладів загальної середньої освіти. Київ: Педагогічна думка, 2019. 288 с.

14. Давиденко С. М., Кнорозок Л. М., Руденко М. П. Організація виконання творчих лабораторних робіт при навчанні фізики в середній школі. Вісник Чернігівського національного педагогічного університету імені Т. Г. Шевченка. Серія "Педагогічні науки" Вісник Чернігівського національного педагогічного університету імені Т. Г. Шевченка. Серія "Педагогічні науки". Чернігів: ЧНПУ, 2015. Вип. 127. С. 32–34.

15. Дементієвська Н.П., Соколюк О.М. Віртуальні лабораторні роботи з фізики з використанням інтерактивних комп'ютерних моделювань: збірник навчальних матеріалів. Київ: ЩО НАПН України, 2022. 157 с.

16. Дубова Галина, Гаркун Ірина. Роль демонстраційного експерименту в мотивації пізнавальної діяльності здобувачів освіти під час викладання фізики. Фізика та астрономія в рідній школі. 2020. №1. С. 19-23.

17. Експеримент на екрані комп'ютера / авт. кол. Ю. О. Жук, С. П. Величко, О. М. Соколюк, І. В. Соколова, П. К. Соколов. За ред.: Жука Ю. О. Київ: Педагогічна думка, 2012. 180 с.

18. Заніборщ Я. Є. Вивчення розділу коливання і хвилі в курсі фізики в загальноосвітніх закладах : кваліфікац. робота на здобуття освіт. ступеня магістр : спец. 014 Фізика / Я. Є. Заніборщ ; Харків. нац. пед. ун-т ім. Г. С. Сковороди, каф. фізики. Харків, 2022. – 50 с. : іл.

19. Засекіна Т. М., Засекін Д. О. Фізика (профільний рівень): підр. для 10-го кл. загальноосвіт. навч. закл. Київ: Орion, 2018. 304 с.

20. Засєкіна Т. М., Засєкін Д. О. Фізика (профільний рівень): підр. для 11-го кл. загальноосвіт. навч. закл. Київ: Орїон, 2019. 304 с.

21. Засєкіна Т. М., Засєкін Д. О. Фізика (рівень стандарту): підр. для 10-го кл. загальноосвіт. навч. закл. Київ: Орїон, 2018. 208 с.

22. Засєкіна Т. М., Засєкін Д. О. Фізика і астрономія (рівень стандарту): підр. для 11 кл. закладів загальної середньої освіти. Київ: Орїон, 2019. 272 с.

23. Засєкіна Т.М. Інтеграція в шкільній природничій освіті: теорія і практика: монографія. Київ: Педагогічна думка, 2020. 400 с.

24. Кадченко В. М. Стробоскопічний метод при експериментальному вивченні механічних коливань і хвиль : збірник наукових праць Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасна освіта і наука: проблеми, перспективи, інновації» / В. М. Кадченко, О. А. Богданова / відповідальний редактор проф. Т. Ю. Дудка. Київ, 2021. С. 151-156.

25. Кадченко В.М., Новгородський В.О. Демонстраційний і лабораторний експеримент при вивченні хвильових процесів. Наукові записки. РВВ КДПУ ім.. В. Винниченка. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Частина 2. 2015. Випуск 7. С. 156-162.

26. Карпенко С. І., Кнорозок Л. М., Руденко М. П. Домашній експеримент із фізики на другому ступені навчання. Вісник Чернігівського національного педагогічного університету імені Т. Г. Шевченка. Серія "Педагогічні науки". Чернігів: ЧНПУ, 2014. Вип. 116. С. 45–48.

27. Ковмір Наталія. Методика виконання домашніх експериментальних завдань. Фізика та астрономія в рідній школі. 2021. №1. С. 31-36.

28. Корсун І.В. Вдосконалення експериментальної підготовки майбутніх учителів фізики.  
URL:<http://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/123456789/4040/1/Korsun.pdf>.

29. Крухмальова Ірина, Чумак Микола. Методика формування дослідницьких умінь у процесі вивчення фізики в школі. Фізика та астрономія в рідній школі. 2020. №2. С. 20-25.

30. Мендерецький В.В. Практикум з навчального експерименту – важливий засіб системної експериментальної підготовки вчителя фізики. URL: <http://radioelektronika.org/index.php/2307-4507/article/viewFile/35271/31367>.

31. Мухін В. І. Особливості використання інформаційно-комунікативних технологій на роках фізики. Фізика в школах України. 2007. №8. С. 25-28.

32. Навчальні програми «Фізика» для загальноосвітніх навчальних закладів 10-11 класів. Локтев В. М. та ін. 2017. 34 с.

33. Навчальні програми для 10-11 класів закладів загальної середньої освіти «Фізика та астрономія»/ Ляшенко О. І. та ін. 2017. 55 с.

34. Наумчик Павло, Сатюков Анатолій. Електромагнітні хвилі. Фізика та астрономія в рідній школі. 2020. №1. С. 8-15.

35. Остапчук Микола. Методика вивчення оптики в школі природничо-математичного профілю. Фізика та астрономія в рідній школі. 2017. №3. С. 10-19.

36. Павло Віктор: YouTube канал з уроками фізики. URL: <https://www.youtube.com/c/pvictor54> (дата звернення: 14.10.2024).

37. Павленко А.І. Методи типології і класифікації у дослідженнях і дидактиці фізики. Науково-дослідна в системі підготовки фахівців педагогів у природничій, технологічній і комп'ютерній галузях: матеріали VII Міжнародної наук.-практ. конф. (19-20 вересня 2019 р., м. Бердянськ). Бердянськ: БДПУ, 2019. С.197-198.

38. 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.

39. Савченко В. Ф., Бойко М. П., Дідович М. М., Закалюжний В. М., Руденко М. П. Навчальний фізичний експеримент (методичний практикум): навчальний посібник для студентів / заг. ред. В. Ф. Савченка. Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя, 2011. 540 с.

40. Садовий М. Навчальний експеримент у системі вивчення фізики в загальноосвітній школі. Наукові записки [Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка]. Серія : Педагогічні науки. 2012. Вип. 109. С. 3-10.

41. Сиротюк В. Д. Фізика (рівень стандарту): підр. для 10-го кл. загальноосвіт. навч. закл. Київ: Вид-во «Генеза», 2018. 256 с.

42. Сиротюк В. Д. Фізика і астрономія (рівень стандарту): підр. для 11-го кл. загальноосвіт. навч. закл. Київ: Вид-во «Генеза», 2019. 368 с.

43. Соловійова О.Ю. Використання комп'ютерних технологій у курсі фізики.// Фізика в школах України. Харків: Вид. група «Основа», 2009. №3. 20 с.

44. Степанченко О.В.,Чумак М.Є., Сиротюк В.Д. Шкільний фізичний експеримент як засіб формування дослідницьких умінь учнів.URL: file:///C:/Users/PC/Downloads/znprkped\_2013\_19\_20.pdf.

45. Стецик Сергій. Використання мобільних технологій для вивчення фізики у школі. Фізика та астрономія в рідній школі. 2019. №4. С. 31-37

46. Левин М. Як технології змінять освіту: п'ять головних трендів.[Електронний ресурс]. URL: [www.forbes.ru/tehnobudushchee/82871-kak-tehnologii-izmenyat-obrazovanie-pyat-glavnyh-trendov](http://www.forbes.ru/tehnobudushchee/82871-kak-tehnologii-izmenyat-obrazovanie-pyat-glavnyh-trendov).

47. Наказ Міністерства № 910 від 07.08.2014 «Про скасування наказу Міністерства освіти і науки України від 24 травня 2007 року № 420»