Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

Фізико-технічний факультет

Кафедра фізики і методики викладання

## **ДИПЛОМНА РОБОТА**

на здобуття другого (магістерського) рівня вищої освіти

на тему: «**Формування експериментальної компетентності у процесі вивчення фізики»**

Виконала: студентка ІІ курсу, групи Ф(со)Мз-21

спеціальності 014 Середня освіта (014.08 Фізика)

Бричка Г.П.

 (прізвище та ініціали студента)

Керівник д.ф.-м.н., проф. Яблонь Л.С.

Рецензент д.ф.-м.н., проф. Коцюбинський В.О.

 Івано-Франківськ 2023

 **АНОТАЦІЯ**

**Бричка Г.П. Формування експериментальної компетентності у процесі вивчення фізики:** Магістерська робота: (014 «Середня освіта. Фізика») / Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника. Кафедра фізики і методики викладання. Наук. кер.: Яблонь Л.С., д.ф.-м.н., професор – Івано-Франківськ, 2023. – 67 с.

**Зміст анотації.** Розглядаються теоретичні засади дослідження ролі експерименту в навчальній діяльності при вивченні фізики, особливості проведення експериментів з фізики, можливості використання досягнень комп’ютерних технологій при проведенні та демонстрації фізичних експериментів.

В результаті проведеного аналізу визначено перспективи розвитку навчального фізичного експерименту, описано методику розв’язування експериментальних задач та складання задач на основі проведених фізичних експериментів.

**Ключові слова:** навчальний експеримент, фізичний експеримент, експериментальна задача, лабораторна робота, компетентності.

© Г.П. Бричка, 2023

© Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, 2023

**ANNOTATION**

 **Brychka H.P. Formation of experimental competence in the process of studying physics**: Master's work: (014.08 “Secondary education. Physics») / Vasyl Stefanyk Precarpathian National University. The Department of Physics and Methods of Teaching. Science Director: Yablon L.S., doctor of science, professor - [Ivano-Frankivsk](http://www.mvk.if.ua/strategy20128), 2023. - 67 p.

**Annotation content.** The theoretical foundations of the study of the role of the experiment in educational activities in the study of physics, the peculiarities of conducting experiments in physics, the possibility of using the achievements of computer technologies in conducting and demonstrating physical experiments are considered.

As a result of the conducted analysis, the prospects for the development of the educational physical experiment were determined, the methodology for solving experimental problems and compiling problems based on the conducted physical experiments was described.

**Key words:** educational experiment, physical experiment, experimental task, laboratory work, competence.

© H.P. Brychka, 2023

© [Vasyl Stefanyk Precarpathian National University](https://pnu.edu.ua/en/), 2023

# ЗМІСТ

|  |  |
| --- | --- |
| ВСТУП ……………………………………………………………………….. | 5 |
| РОЗДІЛ І. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ РОЛІ ЕКСПЕРИМЕНТУ В НАВЧАЛЬНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ ПРИ ВИВЧЕННІ ФІЗИКИ………………………………………………………………………. | 7 |
|  | 1.1. Характеристика поняття «експеримент». Класифікація, види та завдання експериментів……………………………………………….. | 7 |
|  | 1.2. Основні вимоги до проведення експериментальних досліджень на уроках фізики……………………………………………………….. | 22 |
|  | 1.3. Методи експериментальних досліджень в фізиці……………… | 26 |
| РОЗДІЛ ІІ. ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТІВ З ФІЗИКИ……………………………………………………………………….. | 29 |
|  | 2.1.Формування експериментальної компетентності у процесі вивчення фізики………………………………………………………… | 29 |
|  | 2.2. Проведення експерименту з фізики вдома……………………….. | 32 |
|  | 2.3. Можливості використання досягнень IT-галузі (або комп’ютерних технологій) при проведенні та демонстрації фізичних експериментів……………………………………………………………. | 35 |
| РОЗДІЛ ІІІ. ВПРОВАДЖЕННЯ ДОСЛІДІВ З ФІЗИКИ У НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС……………………………………………………………………….. | 39 |
|  | 3.1. Перспективи розвитку навчального фізичного експерименту…. | 39 |
|  | 3.2. Методика розв’язування експериментальних задач…………….. | 52 |
|  | 3.3. Складання задач на основі проведених фізичних експериментів.  | 56 |
| ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ…………………………………………….. | 60 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ……………………………………… | 62 |

**ВСТУП**

*Актуальність роботи*. Учнівський навчальний фізичний експеримент, використовувати який у шкільному навчальному процесі розпочали більше 200 років тому, формує конкретну та перевірену часом систему. На даний час розроблено чітку структуру, доведено необхідність її використання, висвітлено дидактичні можливості педагогічних фізичних дослідів і розроблено чітку методику використання та розвитку при вивченні всіх предметів фізики середньої школи. Питанням використання навчального фізичного експерименту присвячені праці В. М. Закалюжного, О. І. Бугайова, М. П. Бойка, С. П. Величка, А.А, Покровського, М. М. Дідовича, О, А. та інших вчених.

Але у зв’язку із запровадженням нових вимог до організації навчального процесу, пов’язаних із розвитком нових шкіл в Україні, удосконаленням змісту вивчення фізики в школах, включенням до програми невивчених матеріалів Попередні дослідження, поява нових матеріалів, фізичного оснащення, повсюдної комп'ютеризації навчального процесу та внаслідок інших факторів у цій системі відбуваються зміни, а сама система постійно вдосконалюється. Тому необхідно вивчити можливості використання досвіду в сучасних умовах, розробити та вдосконалити методику застосування досвіду в навчальному процесі для підвищення якості навчання фізики в загальноосвітніх школах.

*Об'єкт* дослідження – навчальний фізичний експеримент.

*Предмет дослідження –* можливі шляхи вдосконалення навчального фізичного експерименту.

*Мета дослідження -* з’ясувати особливості застосування деяких видів навчального експерименту з фізики; виділити фактори, що викликають необхідність удосконалення навчального фізичного експерименту в сучасних умовах; запропонувати шляхи удосконалення експериментальної складової навчального процесу з фізики у школах в сьогоднішніх умовах.

*Завдання дослідження:*

1. З’ясувати питання про складові навчальних фізичних експериментальних систем та особливості методики їх використання в навчальному процесі.
2. Визначте основні вимоги до проведення експериментальних досліджень на уроках фізики.
3. Розглянути методи експериментальних досліджень в фізиці.
4. Виявити якими є особливості проведення експериментів з фізики.
5. Можливості впровадження дослідів з фізики у навчальний процес.

Практичне значення дослідження: результати дослідження можуть бути використані вчителями – учнями в процесі навчання фізики, а також іншими дослідниками для вирішення суміжних завдань.

Структура роботи відповідає цілям і завданням дослідження і включає вступ, 3 розділи, висновки та літературу.

**РОЗДІЛ І. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ РОЛІ ЕКСПЕРИМЕНТУ В НАВЧАЛЬНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ ПРИ ВИВЧЕННІ ФІЗИКИ**

* 1. **Характеристика поняття «експеримент». Класифікація, види та завдання експериментів.**

Чи не найголовнішою складовою навчального процесу з вивчення фізики є експеримент. Також експеримент має вагоме значення у дослідницькій та науковій діяльності.

Дефініція поняття «експеримент» бере свої витоки від латинського слова experimentum, що знаменує досвід, пробу. В науковому просторі під експериментом розуміють цілеспрямоване спостереження, дослід, перевірка тощо.

О. Забара [1] вважає, що поняття «експеримент» слід розуміти у двох сенсах:

1) як метод пізнання дійсності, при якому аспекти природи та суспільства досліджуються в контрольованих ситуаціях;

2) як дослід.

Даний термін містить наукову організацію експериментів та спостереження об’єкта, що вивчається в добре підтримуваних умовах, події, які дозволяють відслідковувати прогрес і повторювати щоразу, коли ці умови відбуваються знову. Тому можемо стверджувати, що «експеримент» – це діяльність, спрямована на побудову умов для досягнення чогось іншого часто повторюваного і, бажано не ускладненого іншими змінними.

Експеримент як метод навчання та дослідження використовують з метою:

- з’ясування характеристик об’єктів, що досліджуються;

- перевірка достовірності гіпотез та більш широке вивчення предмета наукового дослідження [2].

Існує величезна кількість критеріїв щодо класифікації експериментів. Окремі з них відобразимо графічно (рис. 1.1).

***За галузями науки***

1. Хімічні.

2. Біологічні.

3. Фізичні.

4. Психологічні.

5. Соціальні.

***За способом формування умов:***

1. Природні.

2. Штучні.

***За метою дослідження:***

1. Перетворюючі.

2. Констатуючі.

3. Контролюючі.

4. Пошукові.

5. Вирішальні.

***За організацією проведення:***

1. Лабораторні.

2. Натурні.

3. Польові.

4. Виробничі.

***За структурою об’єктів що вивчаються:***

1. Прості.

2. Складні.

***За характером зовнішніх дій на об'єкт дослідження:***

1. Речові.

2. Енергетичні.

3. Інформаційні.

***За числом варійованих чинників:***

1. Однофакторний.

2. Багатофакторний.

***За характером об’єктів або явищ:***

1. Технологічні.

2. Соціометричні.

**ПОДІЛ ЕКСПЕРИМЕНТІВ**

Рис. 1.1. Класифікація експериментів за різними ознаками\*

\*Джерело: сформовано автором на основі [3]

Те як буде організовано експеримент залежить в більшій мірі від того, для чого цей експеримент проводять, тобто призначення даного експерименту. Експерименти притаманні багатьом навчальним дисциплінам, зокрема вирізняють фізичні, біологічні, хімічні та ін. експерименти [4].

Навчальні експерименти грають ключову роль у вивченні фізики та інших наук. Вони допомагають учням усвідомити та застосувати теоретичні знання, розвивають навички спостереження, вимірювання та критичного мислення. Ось декілька видів навчальних експериментів (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Види навчальних експериментів\*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***№*** | ***Назва*** | ***Короткий опис*** |
| 1. | Демонстраційні експерименти | * + Здійснюються вчителем для великої групи учнів.
	+ Мета - демонстрація конкретного фізичного явища чи закону.
 |
| 2. | Інтерактивні експерименти | * + Включають активну участь учнів у проведенні експерименту.
	+ Сприяють розвитку комунікативних та співпрацівників навичок.
 |
| 3. | Дослідницькі експерименти | * + Вимагають від учнів створення гіпотези, планування експерименту та аналіз результатів.
	+ Розвивають навички самостійності та наукового методу.
 |
| 4. | Симуляції та моделювання | * + Використовують комп'ютерні програми для створення віртуальних експериментів.
	+ Дозволяють ефективно моделювати складні фізичні явища.
 |
| 5. | Контекстуальні експерименти | * + Здійснюються у реальному середовищі та контексті (наприклад, на природі або в побутових умовах).
	+ Полягають в застосуванні фізичних принципів до повсякденних ситуацій.
 |
| 6. | Моделі та діаграми | * + Використовуються для візуалізації або аналізу складних концепцій чи систем.
	+ Допомагають учням зрозуміти абстрактні аспекти фізики.
 |
| 7. | Лабораторні роботи | * + Здійснюються в спеціально обладнаних лабораторіях.
	+ Можуть бути спрямовані на отримання точних вимірювань чи вивчення конкретних явищ.
 |
| 8. | Міні-проекти | * + Включають учнів у дослідницьку діяльність з вирішення конкретної проблеми або створення проекту.
	+ Розвивають навички дослідження та творчості.
 |

\* Джерело: сформовано автором на основі [5;6]

Використання різних типів навчальних експериментів дозволяє створити різноманітне та захоплююче середовище для вивчення фізики, а також сприяє розвитку різних компетенцій учнів.

Конец формы

Експерименти, що визначаються як природні, вбачають здійснення досліду в природньому середовищі перебування дослідницького об’єкту. Тому такі види експериментів здебільшого притаманні у соціології, для психологічних дослідів, біології та педагогіки тощо [4].

Штучний експеримент ж вбачає побудову штучних умов, тому його найчастіше практикують при освоєнні технічних та природничих дисциплін.

Експериментам творчого виду притаманна динамічна зміна структури об’єкту над яким цей експеримент проводиться, а також активне варіювання його функцій згідно до висунутого припущення, творення нових взаємозв’язків складових об’єкту чи між об’єктом дослідження та інакшими об'єктами [4].

Термін "констатуючий експеримент" вказує на експеримент, який спрямований на фіксацію, підтвердження або констатацію факту чи результату, а не на вивчення причин чи залежностей.

Основні характеристики констатуючого експерименту представимо на рисунку 1.2.

Прикладом констатуючого експерименту може бути вимірювання температури води при певних умовах або визначення конкретної величини, такої як довжина чи маса, для підтвердження чи фіксації конкретного значення.

Контролюючий експеримент - це експеримент, у якому дослідник створює умови для забезпечення контролю над певними факторами, щоб вивчити вплив іншого фактора. Контроль у цьому випадку дозволяє визначити, чи зміни у залежній змінні є результатом впливу варіюючого фактора, а не інших неконтрольованих чинників.

Основні характеристики контролюючого експерименту:

* + *Маніпуляція факторів.*Дослідник маніпулює або змінює один або кілька факторів (незалежних змінних) для вивчення їх впливу на інші фактори (залежні змінні).

**Характеристики констатуючого експерименту**

*Використання точних вимірювань* - вимагає точних вимірювань та фіксації даних для отримання достовірної інформації.

*Підтвердження гіпотези чи твердження* - часто використовується для підтвердження або спростування конкретних гіпотез чи тверджень.

*Фіксація факту -* головною метою є отримання точної інформації про конкретний факт або явище.

*Мінімізація впливу зовнішніх факторів* - зазвичай спрямований на контроль і мінімізацію впливу зовнішніх факторів, щоб отримати чіткі та об'єктивні результати.

*Простота конструкції експерименту* - спрощена конструкція експерименту для забезпечення чіткості та прямолінійності отриманих даних.

*Низький рівень складності - з*азвичай має низький рівень складності порівняно з іншими видами експериментів.

*Систематичний підхід – в*ключає система-тичний підхід до фіксації та аналізу даних з метою одержання об'єктивних результатів.

Рис. 1.2. Характеристики констатуючого експерименту\*

\*Джерело: сформовано автором на основі [7]

* + *Контроль інших чинників.*Інші фактори, які можуть впливати на результат, зберігаються сталими або контролюються таким чином, щоб їх вплив був врахований.
	+ *Групи порівняння.*Зазвичай використовується група, яка піддається маніпуляції (експериментальна група), та контрольна група, яка залишається без змін.
	+ *Збереження однакових умов.* Забезпечується, щоб усі групи досліджувалися в однакових чи подібних умовах, за винятком впливу маніпульованого фактора.
	+ *Вимірювання результатів.*Визначення і аналіз залежних змінних для вивчення ефектів впливу незалежних факторів.
	+ *Встановлення причинно-наслідкових зв'язків.* Дозволяє встановити причинно-наслідкові зв'язки між змінами у незалежних змінних та результатами експерименту.

Прикладом контролюючого експерименту може бути вивчення впливу певного добрива на ріст рослин, де одна група рослин отримує добриво, а інша залишається без нього (контрольна група), при цьому інші фактори, такі як світло, вода та температура, зберігаються сталими.

Пошуковий експеримент здійснюють коли є певні забруднення у типізації факторів впливу на об’єкт чи досліджуване явище, в т.ч. й через нестачу потрібної кількості інформації [4].

Термін "пошуковий експеримент" може вказувати на дослідження, спрямоване на пошук нових знань, відкриття нових фактів чи вивчення раніше невідомих аспектів. Цей вид експерименту не обмежений жорсткими гіпотезами чи певними очікуваннями, але зазвичай визначається допитливістю та бажанням досліджувати невідоме.

Основні характеристики пошукового експерименту:

- *Відкриття нових фактів*. Мета експерименту полягає в виявленні нових фактів чи явищ, які можуть бути раніше невідомими.

- *Без жорстких гіпотез*. Відсутність чітких гіпотез або передбачень стосовно того, що може бути виявлено.

- *Експериментальна креативність*. Вимагає творчого підходу та готовності до експериментів, які можуть призвести до несподіваних результатів.

*- Широкий спектр можливостей*. Полягає в дослідженні різних можливостей та напрямків для виявлення нових знань.

- *Використання різних методів.* Може включати в себе використання різних методів дослідження, таких як емпіричні спостереження, аналіз даних, моделювання та інші.

- *Гнучкість та адаптованість.* Експеримент може змінюватися в залежності від того, що виявляється під час дослідження.

Прикладом пошукового експерименту може бути дослідження властивостей нового матеріалу, вивчення невідомого фізичного явища або дослідження можливостей застосування нових технологій. У такому експерименті дослідник допитливо досліджує, не маючи чіткого передбачення того, що може бути виявлено.

Вирішальний експеримент здійснюють щоб переконатися у справедливості базових положень фундаментальних теорій, особливо якщо кілька гіпотез однаковою мірою відповідають декільком явищам. Виникає дилема правдивості кожної із гіпотез. Тому вирішальний експеримент відкидає ряд запропонованих гіпотез та вказує на правдивість лише однієї з них. До прикладу, такий тип експерименту застосували для звірення вірності Теорії Ньютона щодо виділення світла та хвилеподібної теорії Гюйгенса [4].

Лабораторний експеримент - це вид експерименту, який виконується в спеціально обладнаній лабораторії з метою дослідження різних фізичних явищ та величин. Цей вид експерименту дозволяє контролювати умови, в яких проводиться дослідження, і забезпечує точні вимірювання для отримання об'єктивних результатів.

Основні характеристики лабораторного експерименту:

* + *Контрольовані умови.* Дослідження проводиться в умовах, які можуть бути контрольованими та визначеними для максимальної точності та повторюваності.
	+ *Вимірювання та обладнання.*Використовуються точні вимірювальні прилади та спеціалізоване обладнання для отримання детальних даних.
	+ *Контроль груп.*Зазвичай включає наявність контрольної групи для порівняння з експериментальною групою, що піддається впливу фактора дослідження.
	+ *Стандартизовані процедури.*Використовуються стандартизовані методи та процедури для забезпечення об'єктивності та порівняності результатів.
	+ *Точність та повторюваність.*Досягається висока точність вимірювань і повторюваність результатів завдяки визначеним умовам експерименту.
	+ *Маніпуляція змінних***.** Дослідник може маніпулювати різними змінними для вивчення їх впливу на результати.
	+ *Дослідження фізичних законів.* Може бути спрямований на вивчення фізичних законів та величин, таких як сили, теплові ефекти, електричні властивості і т.д.
	+ *Контроль ізольованих факторів.*Дозволяє ізолювати конкретні фактори для вивчення їх впливу на систему.

Лабораторні експерименти є ефективним засобом для вивчення та визначення фізичних законів та явищ, а також для навчання учнів експериментальному методу та вимірювальним технікам.

Начало формы

 Виділяють експерименти відкритого та закритого типу, які часто застосовують у таких науках як педагогіка та психологія.

Термін "відкритий експеримент" може мати декілька значень залежно від контексту. Вважаємо, що два цих варіанти є основними [8]:

*1. Експеримент, що відкритий для спостереження.*В цьому випадку "відкритий експеримент" означає, що експеримент відкритий для громадськості, наукової спільноти або інших дослідників для спостереження, перевірки та аналізу результатів.

*2. Відкритий експеримент у науковому контексті.*В цьому випадку "відкритий експеримент" може вказувати на експеримент, де дослідник інтенційно не приховує деякі аспекти експерименту від учасників чи інших дослідників. Деталі експерименту, такі як методика чи умови, можуть бути доступними для публічності.

В обох випадках ключовим є аспект прозорості та доступності даних іншим дослідникам чи громадськості. Відкритість в експериментах може сприяти перевірці результатів, реплікації дослідження і розвитку наукової спільноти.

"Закритий експеримент" зазвичай вказує на те, що деякі аспекти експерименту є конфіденційними, недоступними для публічності або інших дослідників. Це може бути необхідним з причин комерційної конфіденційності, дотримання правил безпеки, захисту інтелектуальної власності або з інших причин.

Основні характеристики закритого експерименту:

***Характеристики закритого експерименту***

***Конфіденційність даних.*** Деякі аспекти експерименту, такі як деякі методи чи дані, можуть бути втримані в секреті або обмежені доступом для збереження конфіденційності.

***Без доступу для громадськості.*** Результати чи деталі експерименту не можуть бути доступними для громадськості або інших дослідників.

***Комерційна конфіденційність.*** У випадках, коли дослідження пов'язане з розробкою нових продуктів або технологій, може використовуватися закритий підхід для збереження конфіденційності комерційних інтересів. результати чи деталі експерименту не можуть бути доступними для громадськості або інших дослідників.

***Без доступу для конкурентів.*** Деякі експерименти можуть бути закритими для того, щоб уникнути доступу конкурентів до даних або методів.

***Дотримання правил безпеки.*** У випадках, коли експерименти пов'язані з високим ризиком чи можуть мати важливі наслідки, може бути обмежений доступ до даних чи методів для забезпечення безпеки.

Рис. 1.3. Характеристики закритого експерименту\*

\*Джерело: сформовано автором на основі [8]

Взагалі закриті експерименти допомагають захистити деякі аспекти досліджень від несанкціонованого доступу і використання, але вони також можуть створювати виклик для відкритості та перевірки результатів в рамках наукової спільноти.

Такий вид експерименту, як простий вартує застосовувати при вивченні не розгалужених (структурно) об’єктів дослідження, з невеликим числом функцій та лише декількома складовими зв’язаними між собою складовими [4].

Термін "складний експеримент" може вказувати на експеримент, який має велику кількість змінних, великий обсяг даних, або включає у себе важкі технічні, технологічні, чи теоретичні аспекти. Також цей термін може використовуватися, щоб описати дослідження, яке вимагає великої кількості зусиль або ресурсів для проведення.

Основні характеристики складного експерименту:

* + *Багатофакторність.*Включає багато змінних, які можуть взаємодіяти між собою, ускладнюючи аналіз результатів.
	+ *Великий обсяг даних***.** Вимагає обширного збору та обробки даних.
	+ *Складні технічні аспекти.*Включає в себе використання високотехнологічного обладнання, спеціалізованих методів аналізу чи програмного забезпечення.
	+ *Важкі умови проведення.*Може включати умови або обставини, які ускладнюють проведення експерименту (наприклад, експерименти в екстремальних умовах або на великих відстанях).
	+ *Велика кількість учасників чи об'єктів.*Передбачає велику кількість учасників, об'єктів або взаємодію з широким спектром областей.
	+ *Велика кількість етапів.*Включає багато етапів виконання, аналізу та інтерпретації даних.
	+ *Велика кількість умов.*Може включати у себе велику кількість різних умов для дослідження впливу різних факторів.

Складні експерименти часто потребують великих зусиль, координації ресурсів та глибоких експертних знань у вибраній області. Вони можуть бути корисними для вирішення складних проблем чи вивчення взаємодій між багатьма факторами.

Начало формы

Інформаційний експеримент застосовують у випадку корелювання інформації та зміни досліджуваного об’єкту. Такі типи експериментів притаманні для психології, кібернетики, соціології, біологічних досліджень тощо.

Варто додати, що сам термін "інформаційний експеримент" може вказувати на дослідження або експеримент, спрямований на збір, аналіз та інтерпретацію інформації. Це може включати в себе експерименти, пов'язані з обробкою та передачею інформації, вивчення впливу різних інформаційних стратегій або взаємодії інформації з людьми та системами [9].

Основні характеристики інформаційного експерименту:

1. *Обробка інформації.* Спрямованість на аналіз інформації, яка може включати в себе текстові дані, числові дані, мультимедійні відомості тощо.
2. *Ефективність інформації.* Вивчення того, як різні види інформації впливають на прийняття рішень, поведінку чи інші аспекти взаємодії.
3. *Вивчення інформаційних стратегій.* Дослідження того, як різні стратегії представлення, передачі чи сприйняття інформації впливають на сприйняття та реакцію на цю інформацію.
4. *Взаємодія інформації з людьми.* Вивчення того, як інформація взаємодіє з когнітивними, емоційними або психологічними аспектами людського сприйняття та прийняття рішень.
5. *Експерименти в області комунікацій.*Включає в себе експерименти з комунікацій, включаючи ефективність комунікації в різних контекстах та для різних аудиторій.
6. *Стосовно інформаційних технологій.*Може включати в себе експериментальні дослідження з використанням інформаційних технологій, вивчення їх впливу на продуктивність, безпеку чи ефективність в різних сценаріях.

Інформаційні експерименти можуть бути важливими для розуміння того, як інформація впливає на різні аспекти життя та взаємодії між людьми та інформаційними ресурсами.

Начало формы

Вираз "звичайний експеримент" часто використовується для позначення експерименту, який відбувається у звичайних чи стандартних умовах, без надзвичайних обставин чи особливих умов. Цей термін може описувати експеримент, який відбувається в лабораторії, де стандартні процедури дослідження використовуються для вивчення певного явища чи величини.

Основні характеристики звичайного експерименту:

* + *Стандартні умови.*Експеримент відбувається у звичайних чи стандартних умовах, які можна знайти в лабораторіях, навчальних закладах чи природних середовищах.
	+ *Застосування базових методів.*Використання базових методів дослідження та вимірювання для отримання результатів.
	+ *Маніпуляція змінних.*Може включати маніпуляцію незалежних змінних для вивчення їх впливу на залежні змінні.
	+ *Застосування звичайних інструментів.*Використання стандартних інструментів та обладнання для проведення експерименту.
	+ *Аналіз результатів.*Проведення аналізу отриманих даних для отримання висновків та визначення впливу варіюючих факторів.
	+ *Реплікація.*Можливість повторення експерименту іншими дослідниками або в інших умовах з метою перевірки результатів.

Звичайні експерименти дозволяють вивчати основні закономірності та взаємозв'язки в різних галузях науки. Вони застосовуються для вивчення фізичних, хімічних, біологічних явищ, а також для експериментального дослідження в соціальних та гуманітарних науках.

Модельний експеримент - це експеримент, який використовує модель для відтворення або симуляції реального фізичного чи системного процесу. Модель може бути математичною, фізичною, комп'ютерною або комбінацією цих підходів. Модельні експерименти дозволяють досліджувати та розуміти складні явища чи системи за допомогою спрощених або керованих умов.

Основні характеристики модельного експерименту:

* + *Використання моделей.*Використання або створення моделей, які абстрагують реальний світ для легшого аналізу та розуміння.
	+ *Спрощення реальних умов.*Може включати спрощення умов або факторів для вивчення конкретних аспектів явища чи системи.
	+ *Математичні моделі.*Використання математичних рівнянь або формул для опису фізичних процесів або взаємодій.
	+ *Фізичні моделі.*Створення фізичних аналогів реальних об'єктів чи систем для дослідження їх властивостей.
	+ *Комп'ютерні моделі.*Використання комп'ютерних програм та симуляцій для моделювання складних систем або явищ.
	+ *Керовані умови.*Забезпечення можливості керувати умовами експерименту для дослідження впливу різних факторів.
	+ *Моделювання взаємодій.*Вивчення взаємодій між різними компонентами моделі та їх вплив на загальний результат.

Модельні експерименти використовуються в різних галузях науки, включаючи фізику, біологію, економіку, екологію, соціологію та інші. Вони дозволяють досліджувати складність реальних систем, роблячи їх більш доступними для аналізу та розуміння.

Термін "уявний експеримент" вказує на дослідження або розгляд теоретичних ситуацій чи сценаріїв, які можуть виникнути у вигляді віртуального або уявного експерименту, не вимагаючи прямого втручання або проведення фізичного дослідження в реальних умовах. Уявні експерименти часто використовуються для теоретичного аналізу, розгляду можливих сценаріїв або дослідження гіпотетичних випадків.

Основні характеристики уявного експерименту:

* + *Теоретичний підхід***.** Розгляд сценаріїв, гіпотетичних ситуацій або випадків, що не вимагають прямого дослідження в реальних умовах.
	+ *Аналітичний або концептуальний аспект.*Фокус на аналітичному або концептуальному розумінні ситуації, без необхідності проведення експерименту на практиці.
	+ *Розгляд можливих результатів.* Аналіз можливих результатів, вивчення можливих наслідків та взаємодій у теоретичному контексті.
	+ *Доцільність умов.* Може включати розгляд різних умов або параметрів для теоретичного дослідження впливу цих факторів.
	+ *Використання математичних або логічних моделей.* Застосування математичних або логічних моделей для вивчення та оцінки уявних сценаріїв.
	+ *Теоретичні гіпотези.* Висунення теоретичних гіпотез, які можна перевірити або розвивати в результаті уявного аналізу.

Уявні експерименти є важливою складовою теоретичного дослідження та аналізу у багатьох галузях науки та філософії. Вони дозволяють дослідникам розглядати можливі наслідки та розвивати нові ідеї в теоретичному контексті.

Навчальні експерименти з використанням цифрових технологій можуть бути дуже ефективними для залучення учнів, розвитку їхніх навичок та збільшення інтерактивності у навчальному процесі. Нижче подано кілька прикладів навчальних експериментів з використанням цифрових технологій (рис.1.4):

Раціонально продумана методика виконання експерименту визначає його подальшу цінність. Саме тому, вартує добре обміркувати який саме тип експерименту обрати, вибір стосується і методики його проведення. А починаючи виконувати експеримент вже необхідно мати напрацьовану програму послідовності його виконання.

**Приклади навчальних цифрових експериментів**

**1. Віртуальні лабораторії.** Використання віртуальних середовищ для виконання експериментів, які можуть бути небезпечними, дорогими або складними в реальному житті. Це може включати в себе віртуальні експерименти в області фізики, хімії, біології тощо.

**2. Симуляції та моделювання.** Використання цифрових інструментів для створення симуляцій та моделей різних явищ або систем. Наприклад, симуляції фізичних процесів, економічні моделі, біологічні системи тощо.

**3. Віртуальні реальності (VR) та розширена реальність (AR).** Використання VR або AR для створення іммерсивних навчальних експериментів, які можуть допомагати учням краще розуміти концепції та взаємодіяти з ними вцифровому середовищі.

**4. Відкриті онлайн-ресурси.** Використання відкритих онлайн-ресурсів для вивчення та виконання експериментів, таких як інтерактивні симуляції, відеоуроки, віртуальні практикуми тощо.

**6. Електронні навчальні платформи.**  Використання електронних навчальних платформ для створення інтерактивних експериментів, тестувань та ігор, які можуть поліпшити навчання та залучення учнів.

**5. Використання сенсорів та IT-технологій.** Використання сенсорів та обладнання Інтернету речей для вимірювання та збору даних у реальному часі. Це може включати в себе створення проектів в області науки про дані, експерименти з вимірюваннямсередовища тощо.

\

Рис. 1.4. Приклади навчальних експериментів з використанням цифрових технологій\*

\*Джерело : власна розробка автора

* 1. **Основні вимоги до проведення експериментальних досліджень на уроках фізики.**

Навчальний експеримент для учнів загальноосвітніх шкіл є базисом у освоєнні такого шкільного предмету як фізика. Шкільний фізичний експеримент сприяє кращому розумінню учнями фізичних явищ, сучасних дослідницьких методів, та й науки фізика загалом, а також сприяє формуванню у них практичних навиків.

Вчений М. Садовий трактує навчальний експеримент з фізики як «комплекс зв’язаних між собою компонентів навчального обладнання, методики проведення, як елемент навчання та виховання» [10].

Фізичний експеримент має свою певну структуру, зображену на рис. 1.5.



Рис. 1.5. Структура навчального фізичного експерименту\*

\*Джерело: [10]

Проведення експериментальних досліджень на уроках фізики - це важлива частина навчання, яка допомагає учням краще зрозуміти та запам'ятати фізичні концепції. Основні вимоги до проведення таких досліджень включають (табл. 1.2):

Таблиця 1.2 – Вимоги до навчальних експериментів в фізиці\*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *№* | *Вимога* | *Характеристика вимог* |
| 1. | Безпека | Вартує переконатися, що експерименти є безпечними для учнів. Слід використовувати відповідний захист (окуляри, фартухи), а також обладнання та матеріали, які не становлять загрози. |
| 2. | Чіткість та доступність інструкцій | Потрібно надати учням чіткі та зрозумілі інструкції щодо проведення експерименту, а також забезпечите необхідну допомогу та надайте пояснення, якщо це потрібно. |
| 3. | Обладнання | Переконайтеся, що всі необхідні прилади та матеріали доступні та працюють належним чином. Поясніть використання кожного приладу та його роль у виконанні експерименту. |
| 4. | Питання для обговорення | Забезпечте питання для обговорення результатів експерименту та їх тлумачення. Сприяйте виробленню критичного мислення та аналізу. |
| 5. | Порівняння із теорією: | Запитайте учнів, як результати експерименту порівнюються з теоретичними очікуваннями. Заохочуйте їх використовувати теоретичні концепції для пояснення отриманих результатів.  |
| 6.  | Варіації та вдосконалення: | Сприяйте учням у запропонуванні варіацій експерименту або його вдосконалення. Розвивайте їхню творчість та вміння вносити інновації.  |
| 7 | Дискусія та висновки | Закінчуйте експеримент дискусією та висновками, які узагальнюють отримані знання. Спонукайте учнів ділитися своїми спостереженнями та враженнями. |

\*Джерело: сформовано автором на основі [11]

Забезпечення цих вимог допоможе зробити експериментальні дослідження на уроках фізики ефективними та навчальними.

Застосовування навчальних експериментів у процесі засвоєння матеріалу з фізики дає змогу [12]:

- демонструвати вивчувані явища під іншим кутом зору, в т.ч. й через практичну складову, що створенню потрібного експериментального базису;

- висвітлення інформації про фізичні закони та явища в кращій для сприйняття формі, що сприятиме ліпшому розумінню цієї інформації учнями;

- покращити демонстративну складову донесення матеріалу;

- представити учням експериментальні методи фізичних досліджень;

- демонструвати явища фізики з точки зору повсякденного їх застосування;

- сприяти зростанню зацікавленості до вивчання навчальної дисципліни фізика серед учнів;

- сформувати навики проведення досліджень.

Експеримент з вивчення фізичних явищ має три компоненти (рис. 1.6):



 Рис.1.6. Складові частини навчального фізичного експерименту\*

\*Джерело: Сформовано автором на основі [12]

Слід зазначити, що використання приладів у навчальному фізичному експерименті має велику важливість і приносить численні переваги для якісного і ефективного засвоєння знань студентами. Ось деякі з основних переваг використання приладів:

1. *Визначення точних величин.*Прилади дозволяють отримати точні та повторювані вимірювання фізичних величин. Це допомагає уникнути неточностей та забезпечує надійні результати експерименту.
2. *Розвиток навичок вимірювань.*Використання приладів сприяє розвитку навичок вимірювань у студентів. Вони навчаються користуватися різними типами приладів, правильно проводити вимірювання та обробляти отримані дані.
3. *Збільшення інтерактивності.*Використання приладів дозволяє зробити навчання більш інтерактивним та захоплюючим. Студенти можуть більше дізнатися, спостерігаючи реальні фізичні явища та виконуючи власні експерименти.
4. *Стимулювання інтересу.*Візуальне представлення фізичних процесів та можливість власноруч вивчати явища за допомогою приладів може збуджувати цікавість та зацікавленість студентів у предметі.
5. *Експерименти в реальному часі.*Деякі прилади дозволяють проводити експерименти в реальному часі, що робить навчання більш динамічним та дозволяє спостерігати за змінами величин в реальний момент часу.
6. *Можливість проведення небезпечних експериментів.*За допомогою спеціальних приладів можна проводити експерименти, які можуть бути небезпечними в реальних умовах, такі як експерименти з високими напругами чи токами.
7. *Поглиблення теоретичних знань.*Робота з приладами дозволяє студентам поглиблювати свої теоретичні знання, спираючись на практичний досвід та розуміння фізичних принципів.

Таким чином, використання приладів у фізичному експерименті забезпечує інтерактивний, наглядний та практичний підхід до вивчення фізики, що допомагає студентам краще зрозуміти та аплікувати теоретичні концепції.

* 1. **Методи експериментальних досліджень в фізиці.**

В фізиці існує багато різних методів експериментальних досліджень, які використовуються для вивчення різних фізичних явищ. Ось кілька загальних методів.

*Метод вимірювань.*Включає здійснення точних вимірів фізичних величин і аналіз отриманих результатів. Вимірювання можуть бути прямими (використання приладів) або непрямими (вивчення взаємозв'язків між величинами).



Рис.1.7. Методи вимірювання\*

\*Джерело: Сформовано автором на основі [13]

*Метод дослідження залежності.*Полягає у вивченні залежностей між різними фізичними величинами. Це може бути залежність часу від розташування, тиску від об'єму і т. д. [14].

*Метод контрольованого зміщення.*Використовується для вивчення впливу одного фактора, утримуючи інші фактори сталими. Дозволяє визначити, як змінюється одна величина при зміні іншої [14].

*Метод дослідження природних явищ.*Полягає в спостереженні та дослідженні природних явищ, таких як гравітаційні явища, магнітні поля, зіткнення тіл і т.д. [14; 15].

*Метод моделювання.* Використовується для вивчення фізичних явищ у віртуальному або зменшеному масштабі. Це може включати в себе використання комп'ютерних симуляцій або моделей [16].

*Метод порівняння.* Полягає в порівнянні результатів різних експериментів для підтвердження або спростування теорій. Порівняння може бути зроблено відносно різних умов, систем або методів [14].

*Метод інтервенції.*Використовується для вивчення впливу зовнішніх втручань або змін в умовах експерименту на результати. Це може включати зміну параметрів чи умов експерименту [14].

*Метод аналізу спектрів.*Використовується для розкладання складних сигналів на їхні складові за допомогою спектроскопії. Це може бути застосовано в оптиці, акустиці та інших областях [14].

Ці методи можуть використовуватися окремо чи комбінуватися для досягнення конкретних цілей експерименту в фізиці.

Проведення фізичного експерименту вимагає дотримання певних методичних принципів та кроків для забезпечення точності та достовірності результатів. Нижче подано загальну методику проведення фізичного експерименту [17].

1. *Визначення мети експерименту***.** Сформулюйте чітку мету експерименту та визначте конкретні завдання, які ви хочете вирішити.
2. *Обрання змінних***.** Визначте незалежні та залежні змінні. Незалежні змінні - ті, які ви змінюєте, а залежні - ті, які ви вимірюєте.
3. *Розробка гіпотези.*Сформулюйте гіпотезу, яка визначає припущення про взаємозв'язок між незалежними та залежними змінними.
4. *Розробка експериментального плану.*Розробіть детальний план, який включає у себе опис експериментальної схеми, методи вимірювань, послідовність дій та умови проведення експерименту.
5. *Підготовка обладнання та матеріалів.*Перевірте та підготуйте необхідне обладнання, інструменти та матеріали для проведення експерименту.
6. *Контроль впливу зовнішніх факторів.*Забезпечте контроль за можливими зовнішніми впливами, які можуть вплинути на результати експерименту.
7. *Збір даних.*Проводьте експеримент та збирайте дані згідно з розробленим планом. Важливо фіксувати результати точно та систематично.
8. *Аналіз результатів.*Використовуйте статистичні методи для аналізу отриманих даних та перевірки гіпотези.
9. *Формулювання висновків.*Сформулюйте висновки на основі аналізу результатів та визначте їхню значущість в контексті поставленої мети експерименту.
10. *Підготовка звіту.*Складіть докладний звіт, який включає в себе опис методології, отримані результати, висновки та можливі напрямки подальших досліджень.
11. *Перевірка та повторення.*Перевірте експериментальні умови, результати та методи для забезпечення їхньої точності. При необхідності повторіть експеримент.

Важливо дотримуватися наукової дисципліни та етичних стандартів під час проведення експерименту. Також слід звертати увагу на можливі ризики та безпеку під час виконання дослідження.

Начало формы

**РОЗДІЛ ІІ. ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТІВ З ФІЗИКИ**

**2.1.Формування експериментальної компетентності у процесі вивчення фізики**

Сучасний навчальний процес неможливо здійснювати не використовуючи при цьому компетентісний підхід.

В. Слючаренко зазначає, що компетентність є «сукупністю знань, вмінь та навиків та певним досвідом їх використання для реалізації потенційних можливостей особистості» [18].

Натомість Т. Шпікула трактує компетентність наступним чином - це спроможність реалізовувати складні види діяльності [19].

Виділяють три типи компетентностей [19]:

- ключові;

- основні;

- функціональні.

Сьогодні Нова українська школа пропонує низку компетентностей, які учні набуватимуть в процесі вивчення дисциплін у школі. Вони відображені на рис. 2.1.

Завдяки вивчанню такої дисципліни як фізика, учні в майбутньому могтимуть самовиражатися у суспільстві, розвиватися в інтелектуальному, культурному, моральному аспектах.

 Оскільки фізика базується на проведенні дослідів та експериментів, то логічним є при її вивченні формування експериментальної компетенції (вважатимемо її базовою).

Динаміка створення експериментальної компетенції проявляється через здійснення експериментальних досліджень та демонстрацій, тобто через експериментальні діяльність [20].

***КОМПЕТЕНТНОСТІ***

***Спілкування іноземними мовою.*** Уміння належно розуміти висловлене іноземною мовою, вміння комунікації з іноземними громадянами.

***Спілкування державною мовою.*** Це вміння усно і письмово висловлювати й тлумачити поняття, думки, почуття, факти та погляди.

***Компетентності в природничих науках і технологіях.*** Наукове розуміння природи і сучасних технологій та вміння застосовувати їх в практичних ситуаціях.

***Математична грамотність.*** Уміння застосовувати математичні методи для вирішення прикладних завдань у різних сферах діяльності.

***Інформаційно-цифрова компетентність.*** Використання ІТ-технологій в подальшій діяльності та дозвіллі.

***Вміння навчатися продовж життя.*** Здатність до пошуку нових знань, набуття нових навиків.

***Соціальні і громадянські компетентності.*** Усі форми поведінки, які необхідні для активної участі у громадській та трудовій діяльності.

***Підприємливість.*** Уміння генерувати нові ідеї та ініціативи та втілювати їх в життя.

***Загальнокультурна грамотність.*** Розуміння та повага до розмаїття культурного вираження інших, реалізація власних можливостей.

***Екологічна грамотність і здорове життя.*** Уміння розумно та раціонально користуватися природними ресурсами в процесі своєї життєдіяльності.

Рис. 2.1 Компетентності НУШ\*

\*Джерело: сформовано автором на основі [19]

Експерименти під час вивчення фізики сприяє створенню та накопиченню в учнів практичних навиків, основ проведення досліджень, досвіду, які допоможуть їм самостійно вирішувати завдання пов’язані із фізичними явищами. Крім того, фізичний експеримент стимулює розвиток логічного мислення, бажання пізнавати світ та розвиватися розумово й надалі [21].

Демонстрації фізичних дослідів є ефективним засобом навчання, оскільки вони дозволяють студентам бачити та розуміти фізичні принципи в дії. Тут наведено кілька прикладів дослідів з фізики, які можна використовувати для демонстрацій на уроках:

1. *Лінзи та оптика:*
	* Демонстрація збільшувальних та зменшувальних лінз.
	* Пояснення принципів дії луп та телескопів.
2. *Механіка:*
	* Демонстрація роботи маятників різної довжини.
	* Показ взаємодії різних мас на наклоній площині.
3. *Акустика:*
	* Відтворення звукових хвиль за допомогою генератора звуку та коливального струму.
4. *Термодинаміка***:**
	* Демонстрація роботи теплових двигунів.
	* Пояснення принципів роботи холодильників та теплових насосів.
5. *Електромагнетизм:*
	* Демонстрація електромагнітної індукції за допомогою спіралі та магніту.
	* Використання електростатичних генераторів для створення електричного заряду.
6. *Оптика кристалів:*
	* Демонстрація властивостей різних типів кристалів під впливом світла.
7. *Електрика:*
	* Використання електричних коліс для демонстрації законів Кірхгофа.
	* Демонстрація явища електростатичної індукції за допомогою позитивного та негативного зарядів.
8. *Кількісні вимірювання:*
	* Вимірювання гравітаційного прискорення за допомогою вільного падіння предметів.
9. *Магнетизм:*
	* Демонстрація магнітного поля за допомогою залізних опилок.
	* Використання магнітів для дослідження взаємодії магнітів різних полюсів.

Демонстрації сприяють взаєморозумінню фізичних явищ, стимулюють інтерес студентів до предмету та сприяють розвитку критичного мислення. Під час проведення демонстрацій важливо взяти до уваги безпеку та забезпечити чітке пояснення фізичних принципів.

**2.2. Проведення експерименту з фізики вдома.**

Експерименти вдома являються елементарними експериментами, які учні роблять без втручання вчителя [22].

Фізичні експерименти в домашніх умовах потрібно робити для того щоб:

- прищепити учням вміння спостереження об’єктів і явищ фізичного плану вдома;

- навчити учнів здійснювати замірювання з використанням вимірювальних інструментів, що є доступними усім бажаючим у побутових умовах;

- формування зацікавленості до подальших досліджень (в т.ч. й експериментальних) у фізиці та супутніх науках;

- сприяння розвитку вміння працювати самостійно.

Експерименти, які учень здійснює в домашніх умовах, ділять згідно використовуваних речей і виділяють такі види експериментів [22]:

 - дослідження із застосуванням матеріалів, що є під рукою та звичних домашніх речей (лінійки, ваг для зважування харчових продуктів, мірного стакану і т.п.);

- експерименти, для яких потрібно самостійно виготовити інвентар;

- дослідництво на куплених спеціально приладах.

Методи вимірювань в фізиці включають в себе різноманітні техніки та інструменти для отримання точних та надійних даних про фізичні величини. Ці методи можна розділити на декілька загальних категорій:

1. *Прямі вимірювання:*
	* Вимірювання величини безпосередньо за допомогою відповідного приладу. Наприклад, вимірювання довжини лінійки, маси ваги, температури термометра тощо.
2. *Похідні вимірювання:*
	* Визначення фізичної величини через вимірювання інших величин та використання відомих математичних відношень. Наприклад, визначення швидкості як відношення зміни положення до зміни часу.
3. *Непрямі вимірювання:*
	* Визначення величини за допомогою інших методів чи властивостей, які можуть бути виміряні. Наприклад, визначення температури плавлення за допомогою зміни агрегатного стану речовини.
4. *Експериментальні методи:*
	* Використання спеціальних експериментів та приладів для вивчення певних фізичних явищ. Наприклад, визначення дослідження взаємодії електромагнітного поля та руху частинок в електростатичному полі.
5. *Інтерференційні методи:*
	* Використання явища інтерференції хвиль для вимірювання деяких параметрів. Наприклад, вимірювання довжини хвиль світла за допомогою інтерферометра.
6. *Спектроскопія та спектрометрія:*
	* Вивчення властивостей речовини через розкладання світла на спектр. Використовується для визначення хімічного складу, температури та інших параметрів об'єктів.
7. *Радіометричні методи:*
	* Вимірювання електромагнітного випромінювання, зокрема в радіодіапазоні, за допомогою радіометрів чи детекторів.
8. *Квантові вимірювання:*
	* Вимірювання квантових параметрів, таких як енергія фотона, за допомогою квантових детекторів та спеціальних приладів.

У фізиці важливо враховувати систематичні помилки, погрішності вимірювань та застосовувати відповідні корекції для забезпечення найвищої точності та достовірності результатів.

Оскільки учні ще не є повнолітніми і вдома під час здійснення експерименту може й не перебувати нікого із дорослих, то не вартує задавати дослідів із використанням хімічних засобів і речовин, що можуть зашкодити здоров’ю юного дослідника. Також не потрібно придумувати дослідів, що вимагають витрачання великих коштів для сім’ї учня, найкраще вибирати експерименти з застосуванням звичних домашніх речей – води, солі, посуду і т.п. Експеримент має бути не складаним і водночас цікавим для учня, тоді він сам прагнутиме вникнути в суть такого дослідження [22].

Типовим дослідом з фізики в домашніх умовах, для якого не потрібно застосовувати придбаних речей може бути наступний: використовуючи секундомір визначте час (у секундах), який Ви затрачаєте біжучи для подолання дистанції у 50 м. Опісля встановіть швидкість такого свого переміщення.

**2.3. Можливості використання досягнень IT-галузі (або комп’ютерних технологій) при проведенні та демонстрації фізичних експериментів.**

Ще три-чотири десятки років тому процес навчання та освоєння нових знань асоціювався, в головні мірі, із читанням книг та конспектування базового матеріалу в зошит. Нині ж суспільство розвивається та змінюється під впливом стрімкого зростання цифрових технологій та IT-сфери. Власне процес навчання майбутнього покоління не може стояти осторонь від таких тенденцій. Тому сьогодні активно застосовують цифрові технології у навчальному процесі. Не є виключенням і цифровізація проведення навчального експерименту з фізики для учнів шкіл України.

Вважаю, що все таки не вартує повністю переходити на комп’ютеризовану форму здійснення навчальних експериментів у фізиці (оскільки можливість фізичного дотику та наочного бачення також є важливим під час пізнання світу), а спробувати комбінувати реальний та цифро візований види навчальних фізичних експериментів.

Із мого особистого минулого досвіду навчання у школі, не завжди фізичні класи є наповненими достатньою кількістю матеріалів та приладів, для проведення навчальних шкільних експериментів, а віртуальний експеримент дає змогу побачити учням всі необхідні досліди. Фізичний експеримент у школі допомагає учням критично і нестандартно мислити, навчитися оцінювати інформаційні дані, синтезувати і вибирати головну інформацію [23]. Ба більше, використання ґаджетів у навчальному досліді фізичного спрямування покращує процес засвоєння учнем інформації, будує своєрідну інформаційну культуру (використання смартфону чи планшету не лише для забавок, а й для освітніх потреб), сприяє зацікавленню учнів навчальним предметом «Фізика» тощо.

Розвиток нових цифрових методів дає змогу відтворювати навчальні методики на більш високому, новому рівні, застосовуючи нові передові технології. Різні інструменти моделювання є сучасними мультимедійними засобами, їх робота базується на технологічному прогресі, тому їх ідентифікують із віртуальною реальністю.

Віртуальний фізичний експеримент - це експеримент, який виконується в імітованому або віртуальному середовищі, такому як комп'ютерна програма чи модель. Це дозволяє вченим, студентам і дослідникам вивчати та аналізувати фізичні явища, використовуючи комп'ютерні симуляції або віртуальні інструменти.

Переваги віртуальних фізичних експериментів включають можливість виконання досліджень в безпечному середовищі, ефективне використання ресурсів та можливість швидко змінювати параметри експерименту. Вони також можуть бути використані для навчання та вдосконалення навичок без необхідності використання реальних лабораторій або дорогих обладнань.

Наприклад, віртуальні фізичні експерименти можуть включати симуляції руху тіл, електромагнітних полів, хвильових процесів чи будь-які інші фізичні явища. Це може бути особливо корисним у навчанні та дослідженнях, пов'язаних з фізикою, інженерією та іншими науками.

Віртуальну реальність складають мультимедійні засоби, що подають різного роду інформацію, допомагають юзерам поринути у ілюзійний простір.

Найпростішим та найзвичнішим способом використовувати комп’ютерні технології у вивченні фізики в загальноосвітніх закладах є демонстрація різних зображень та інформації на екран чи інтерактивну дошку. Демонструвати можна будь що (залежно від запитів та необхідності у навчальному процессі) – картинки з виглядом приладів, відео де всі відбувається у динаміці, навчальний фільм та банальний інформаційний матеріал з підручника тощо.

Можна стверджувати, що технологічні досягнення сприяють формуванню висвітлення таких особливостей навчального експерименту: відсутність впливу на перебіг явища у віртуальному просторі, можливість швидко змінити параметри та умови проведення досліду та ін..

Є доволі значна кількість цифрових платформ для наочності навчальних експериментів з фізики з вже готовими фізичними експериментами. Розглянемо деякі із них.

Платформа Phet Interactive Simulation (розроблена University of Colorado Boulder). PhET надає веселі, безкоштовні, інтерактивні науково-математичні симуляції, засновані на наукових дослідженнях. Ми ретельно перевіряємо та оцінюємо кожне моделювання, щоб забезпечити ефективність навчання. Ці тести включають опитування студентів і спостереження за використанням моделювання в класах. Симуляції написані на HTML5 (з деякими застарілими симуляціями на Java або Flash), і їх можна запускати онлайн або завантажити на свій комп’ютер. Усі симуляції є відкритими (дивіться наш вихідний код). Численні спонсори підтримують проект PhET, завдяки чому ці ресурси є безкоштовними для всіх студентів і викладачів [24].

До прикладу, на рис. 2.2. представлено фрагмент екрану з візуалізації симуляції навчального експерименту «Геометрична оптика основи».



Рис. 2.2. Віртуальний навчальний експеримент «Геометрична оптика. Основи»\*

\*Джерело: [24]

Можна використовувати для вивчення фізики й мобільні застосунки, зокрема застосунок «Physics at school». Тут можна розглянути досліди практично по усіх розділах, що вивчаються у загальноосвітній школі.

 Physics Toolbox Sensor Suite – застосунок, що використовує датчики смартфону у процесі вивчення та дослідження фізичних явищ. Застосунок оснащений низкою дослідницьких інструментів, які допомагатимуть краще розуміти фізичні явища та швидко вивчати фізику.

 Physics Toolbox Suite – додаток для смартфонів на основі ОС Android чи Apple, насичений значною кількістю можливостей, зокрема в контексті вивчення руху, світла та ін.. Тут як і вже у декількох вище згаданих платформах, застосовують датчики руху телефону, тому його застосування буде цікавим для учнів, оскільки всі учні класу можуть використовувати смартфони під час уроку.

«ROQED Science» та «PHYSICS LAB**»** - доволі прогресивні та пізнавальні додатки, що мають багато можливостей для освоєння наук природничого плану. Перший з них містить об’ємну колекцію  3D-моделей, які піддаються руху та переміщенню, що викликає у юних дослідників почуття ніби вони перебувають фізично поряд біля об’єкту дослідження. Застосунок можна застосовувати не лише для персональних мобільних гаджетів, а й для ПК та планшетів.

ROQED Physics Lab– являється сферою для моделювання явищ та об’єктів фізичного плану, тобто власною віртуальною лабораторією учня. Особливо корисним він буде для демонстрації дослідів, що є доволі небезпечними, якщо їх виконувати в життя.

“MyScript Calculator” – програма, що спеціалізується на введені формул пишучи їх на сенсорному екрані. Тому логічним є його застосування для введення довгих громіздких формул при калькулюванні потрібних фізичних величин [25].

**РОЗДІЛ ІІІ. ВПРОВАДЖЕННЯ ДОСЛІДІВ З ФІЗИКИ У НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС.**

**3.1. Перспективи розвитку навчального фізич­ного експерименту**

Наступне зростання навчального фізичного експерименту, вважаємо, здійснюватиметься відповідно до вдосконалення технологічно та методичного забезпечення, все більшої інтеграції в цифрові технологічні процеси та розвитку науки «фізика» загалом.

Покращення методичного забезпечення навчального дослідництва учнів може відбуватися за рахунок розробки нової методики виконання нових експериментів та дослідів, фізичного практикуму, домашнього експерименту та освоєння все нових досягнень в царині обладнання.

Як згадувалося раніше, дослід з фізики під час навчання у школі встановлює виразну та перевірену часом систему. У результаті появи низки нових вимог до здійснення навчально-виховної роботи, зокрема і з розвитком Нової української школи, кращого викладання фізики у загальноосвітніх закладах, впровадженням на уроках раніше невивченого інформаційного контенту, застосування досягнень цифровізації та ІТ-сфери тощо. Комплекс навчального шкільного дослідження з фізики постійно покращується, це відбувається в основному через:

• покращення змісту фізичної освіти у загальноосвітньому процесі, запровадження в навчальну програму раніше невивченого матеріалу;

• постійним оновленням асортименту сучасних фізичних інструментів і обладнання, придатних для використання під час експериментів у фізиці;

• комп’ютеризація навчального процесу;

• поява дидактичних інновацій у методиці навчання фізики.

Відповідно це має визначити тих, хто може застосувати експериментальні дослідження у нових ситуаціях, посилити та покращити якість його використання в навчальному процесі, щоб мати змогу підвищити якість фізичної освіти середньої школи.

Моніторячи проблему організації навчальних фізичних досліджень і враховуючи постійно мінливі умови їх використання в освітньому процесі, ніхто не може оминути питання їх класифікації. Через це необхідно розділити навчальні фізичні знання як знання, і інструменти, які застосовують під час пізнання та експериментальних дослідженнях. Однак слід зазначити, що традиційне порівняння навчального експерименту через знання (з механіки, молекулярної фізики, електрики, оптики, атомної та ядерної фізики) не змінюється, оскільки мова йде про експеримент в рамках навчальної програми з вивчення дисципліни «Фізика».

Виділення різних видів навчального експерименту з фізики можна здійснювати за засобами та використовуваним обладнанням, що застосовують при його здійсненні, може мати наступний вигляд:

* демонстраційного характеру;
* проведені в лабораторних умовах;
* високоточні;
* домашні побутові;
* саморобні;
* цифрові.

Вагоме значення має виділення навчальних експериментів відповідно до рівня творчості та можливостями подальшого застосування такого креативного навчального експерименту з фізики для створення школярської компетентності в контексті розвитку творчості.

Застосування дослідницьких робіт на уроках фізики в першу чергу спрямоване на ілюстрування та демонстрацію певних фізичних явища, що вже є відомими та закріплення вже набутих під час вивчення теоретичної частини знань, а не на заучування нової теорії. Крім того, школярі мають мати деталізований та покроковий план виконання досліду, теоретичний базис, графічні зображення установки обладнання тощо. Даний метод з однієї сторони сприяє засвоєнню навчального матеріалу в процесі освоєння навчальної дисципліни «Фізика», а з іншої – полягає в механічному повторювані описаного у інструкціях процесу, що не допомагає учню набувати компетентності у творчому розвитку.

 Застосування евристичних учнівських практичних полягає в наступному - учитель, постійно надаючи інструкції та кроки здійснення лабораторної роботи управляє учнівською роботою, наводить питання, які допомагають учням логічно вивести потрібні результати, дійти до правильного висновку. Даний спосіб сприяє органічному включенні у подання навчального матеріалу лабораторного навчального фізичного експерименту. Останній слугує джерелом нових знань, отриманих школярами в процесі власних спостережень на обладнанні, яке вони також самостійно складали.

Творча лабораторна робота можлива в тому, що студенти отримують лише одне завдання, самостійно знаходять спосіб його виконання та самостійно виконують усі етапи дослідження – підбір обладнання, складання апаратури, вимірювання, обробка результатів тощо. Однак така робота може бути використана лише для індивідуальних завдань відмінниками. Ці роботи можуть всебічно розвинути творчі здібності учнів.

Практика показує, що в шкільному навчанні фізики найчастіше використовуються репродуктивні експериментальні роботи, але недостатньо використання творчих експериментальних робіт. Така ситуація призвела до того, що можливості фізики як навчального предмета щодо виховання творчих здібностей і креативного мислення учнів основної та старшої школи реалізовані далеко не повною мірою.

Проаналізувавши курси фізики ІІ ступеня навчання та наведений у них перелік обов’язкових позитивних лабораторних робіт, ми дійшли висновку, що для сильніших учнів рекомендується організовувати виконання цих робіт на творчому рівні. Для цього напередодні лабораторної роботи студентам пропонується повторити відповідний теоретичний матеріал. У курсах, присвячених виконанню лабораторних робіт, більш сильним учням буде запропоновано виконати не описану в підручнику лабораторну роботу, а іншу експериментальну роботу, яка відповідає темі, але вимагає творчого підходу до виконання. Такі завдання повинні включати постановку задачі і не повинні містити докладних інструкцій і повного списку обладнання для виконання завдання. Однак, враховуючи часові обмеження, іноді рекомендується вказувати, яке обладнання слід використовувати.

До прикладу, роблячи лабораторну роботу № 5 у 10 класі (тема «Вимірювання коефіцієнту тертя») вартує подати школярам таке завдання творчого плану «Закріпити горизонтально круглий стержень у штативі. Перекинути через нього мотузку, до одного з кінців якої прикріплено тягарець масою , а до ін­шого – динамометр. На перший кінець мотузки діятиме сила , а динамо­метр дає можливість вимірювати силу тертя  мотузки об стержень. Сила  буде залежати від сили  та кута , який називають кутом накручування, тобто відношення довжини дуги, охопленої мотузкою, до радіуса цієї дуги. До­слідити залежність сили  від сили  та кута » [26].

*Вказівки до виконання.* Ця залежність виражається формулою , яку називають формулою Ейлера (де:  – основа натуральних логарифмів;  – коефіцієнт тертя мотузки об стержень). Дослідження доцільно проводити у два етапи: спочатку з’ясувати залежність , а потім – . Потім результати узагальнюють. Результатом узагальнення формула Ейлера в повному вигляді, мабуть, не буде [26].

Є багато можливостей для домашніх фізичних експериментів для виявлення прикладних властивостей фізики. Цей дослід є одним із видів шкільних дослідів з фізики, виконується учнями абсолютно самостійно і має великі навчальні можливості. Під час виконання домашніх лабораторних завдань учні акцентують увагу на використанні обладнання та вчаться самостійно складати експериментальні установки та проводити на них досліди. Загалом такі завдання сприяють формуванню в учнів експериментальних умінь і практичних навичок, активізації їхньої пізнавальної діяльності. Усе це позитивно впливає на навчальний процес, підвищує рівень та якість знань учнів.

У свою чергу, домашні досліди мають певні переваги та особливості в навчальному процесі, які суттєво відрізняються від лабораторних робіт, що проводяться на уроці. Дослідження багатьох учених можливостей навчання домашніх лабораторних завдань, розроблених ними завдань для домашніх і дослідно-експериментальних робіт учнів, методів, що використовуються, сприяли широкому використанню домашніх дослідів учнів у практиці навчання фізики. Такі завдання в навчальному процесі.

При використанні домашніх дослідів виникають питання про те, як часто учні повинні виконувати експериментальні завдання вдома. Адже в процесі виконання таких завдань учні витрачають багато часу, тому є загроза вигорання. Але на основі власного педагогічного досвіду ми дійшли висновку, що ці завдання необхідно використовувати в навчальному процесі систематично, а не лише час від часу. Тому, з нашої точки зору, дотримуючись логіки навчального процесу, таке завдання слід пропонувати учням після завершення фронтальної експериментальної роботи на уроці, а саме завдання має бути логічним продовженням аудиторної експериментальної роботи. Такий підхід дозволяє забезпечити системність у використанні домашніх дослідів і уникнути надмірного навантаження на школярів.

Останнім часом впровадженню цього виду експерименту сприяла поява всіляких побутових вимірювальних приладів (цифрові ваги, цифрові електронні термометри, електронні тестери) і матеріалів (оптичних дисків для спостереження за оптичними явищами, одноразових шприців (наприклад, для точного вимірювання кількості рідини).

При підготовці та проведенні домашніх експериментів ставляться цілі: забезпечити безпечне проведення експерименту, допомогти учням зрозуміти та пояснити експеримент, сформувати вміння вчителя контролювати учнів під час виконання завдання.

Зокрема, з метою формування творчих здібностей учнів 8 класу та переконання їх у застосовності фізичних знань після виконання на уроці фронтального експериментального завдання «Визначення ефективності опалення» були проведені експериментальні завдання. Будь ласка, запропонуйте Зміст домашнього завдання: «Знайти ККД побутової печі». Обчислити вартість електроенергії (природного газу), витраченої на кип’ятіння 2 л води.

*Інструкція до виконання.* При користуванні електроплитою вдома зміст роботи подібний до роботи в класній лабораторії, але можна за допомогою вимірювального приладу знайти роботу сили струму (у роботі в класній лабораторії робота струму струм визначається наступним чином: добуток потужності нагрівача на час його роботи).

Якщо використовувати газову плиту, то завдання трохи ускладнюється. Кількість теплоти визначається .

Вартує також розглянути способи покращення матеріальної бази здійснення навчальних експериментів.

Аналізуючи базовий перелік засобів навчання та обладнання навчального і загального призначення для навчальних кабінетів загальноосвітніх навчальних закладів з природничо-математичних і технологічних дисциплін [27], прихо­димо до висновків:

* 1. Низка обладнання як загального призначення (набір важків різної маси, метр демонстраційний, тарілки вакуумні, штатив універсальний і т. ін.), так і демонстраційного (U-подібний манометр, демонстраційний барометр, циліндр цільний із порожниною («відерце Архімеда»), свинцевий циліндр зі стругом і т. ін.) та для фронтальних експериментів, лабораторних робіт та фізичного прак­тикуму (перемикач на два напрями, набір резисторів, потенціометр, магазин опорів) не потребує заміни чи вдосконалення.
	2. Електричні джерела живлення (система електроживлення кабінету фі­зики, випрямляч універсальний, перетворювач високовольтний, джерело жив­лення і т. ін.) доцільно замінити імпульсними джерелами живлення.
	3. Електронні пристрої (генератор низької частоти лабораторний, генера­тор ультразвуковий лабораторний, осцилограф лабораторний і т. ін.) доцільно замінити напівпровідниковими пристроями.
	4. Вимірювальні прилади (терези, амперметр аналоговий, вольтметр анало­говий, міліамперметр, амперметр змінного струму, вольтметр змінного струму і т. ін.) доцільно замінити цифровими вимірювальним приладами.

При цьому слід пам’ятати, що до приладів, які використовуються в кож­ному виді експерименту, ставляться свої вимоги. Зокрема:

* вимірювальні прилади для демонстраційного експерименту повинні за­безпечувати добру видимість показів для учнів усього класу. З цією метою такі прилади повинні розташовуватися вертикально, мати широкі межі вимірювання чи змінні шкали, штрихи великих розмірів на шкалах (чи цифри великих розмі­рів на числових індикаторах);
* вимірювальні прилади для фронтальних лабораторних робіт повинні ро­зміщуватися горизонтально, мати невеликі розміри, невисокий клас точності (як правило, 4,0), неширокі межі вимірювання;
* для робіт фізичного практикуму використовують вимірювальні при­лади підвищеного класу точності з широкими межами вимірювання, часто бага­тофункціональні;
* для домашнього експерименту, роль і значення якого в навчальному процесі з фізики неодноразово доведена в методичній літературі та підтвер­джена практикою, доцільно використовувати широко розповсюджені вимірюва­льні прилади, які є вдома у переважної більшості учнів класу.

Особливої ​​уваги заслуговує питання використання цифрових пристроїв у заняттях з фізичного виховання. Давно встановлено, що аналогові вимірювальні прилади в основному використовуються в навчальних експериментах, які зараз зустрічаються дуже рідко. Отже, з постійним розвитком фізики та вдосконаленням технологій ми бачимо, що аналогові пристрої, якими ми звикли користуватися, все більше витісняються цифровими. Вважаємо, що використання таких приладів для проведення вимірювань у навчальних експериментах з фізики дозволить розширити його можливості, зокрема, підвищується точність вимірювань, скорочується час вимірювань для розрахунків та інтерпретації результатів, досвід роботи, комп'ютерна техніка загального користування. Тому необхідно з’ясувати практичність і можливість використання таких пристроїв у фізичному вихованні, а також оновити фізичний досвід на основі сучасної вимірювальної техніки.

 Обладнання, включаючи вимірювальне обладнання, що використовується в кожному типі експерименту, має свої власні вимоги. Зокрема:

• Вимірювальне обладнання, яке використовується для демонстраційних експериментів, має забезпечувати чітке бачення екрана всім класом.

Для досягнення цієї мети ці прилади повинні розташовуватися вертикально, мати широкі межі вимірювання або змінні шкали, великі позначки на шкалі (чи великі цифри на цифровому індикаторі).

• Вимірювальні прилади, які використовуються для фронтальних лабораторних робіт, повинні розташовуватися горизонтально, мати малі розміри, низький клас точності (зазвичай 4,0) і вузькі межі вимірювання;

• Для роботи у фізичній майстерні з використанням вимірювальних приладів вищої точності з широкими межами вимірювання, часто з кількома функціями;

• Для домашніх експериментів слід використовувати вимірювальні прилади, які широко розповсюджені вдома серед більшості учнів у класі.

Усе обладнання, особливо те, що використовується для проведення лабораторних дослідів, має бути безпечним і не створювати загрози життю та здоров’ю учнів.

Дидактична вимога до використання засобів вимірювальної техніки на фізкультурних заняттях полягає в тому, що учень повинен розуміти принцип дії того чи іншого приладу, знати його будову, вміти визначати ціну поділки та отримувати показання, вміти вибрати обладнання, необхідне для проведення того чи іншого досліду, оцінити похибку вимірювань. Що стосується аналогових пристроїв, студенти можуть відносно легко вивчити принципи роботи та структуру пристроїв. Їм буде набагато складніше визначити ціну деталі і відповідно зняти показання з приладу. Проблема визначення похибок вимірювань і оцінки похибок експериментальних результатів також стикається з багатьма труднощами.

Принцип роботи та конструкція цифрових вимірювальних приладів настільки складні, що обговорювати ці питання зі студентами недоцільно. Будь-який учень може записувати показання з цифрових пристроїв, на відміну від аналогових пристроїв. Проблема вибору межі вимірювання також проста. А проблема оцінки похибок вимірювань і похибок експериментальних результатів залишається складною, як і при використанні аналогових приладів.

Узагальнимо ці міркування у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1. - Оцінка характеристики дії учня при використанні аналогових та цифрових прила­дів\*

|  |  |
| --- | --- |
| Дидактична вимога | Доступність дії для учня |
| Аналогові прилади | Цифрові прилади |
| Знання принципу дії приладу | Легко | Неможливо |
| Знання будови приладу | Легко | Складно |
| Визначення ціни поділки | Складно | Легко |
| Вибір межі вимірювання | Складно | Легко |
| Вміння підібрати необхідний прилад | Легко | Легко |
| Зчитування результату | Інколи складно | Дуже легко |
| Оцінка похибки вимірювань | Складно | Складно |

\*Джерело: власна розробка автора.

Аналізуючи міркування, наведені в таблиці, можна зробити висновок, що використання аналогових і цифрових пристроїв в навчальних експериментах з фізики має переваги і недоліки.

Однак, враховуючи те, що точність цифрових приладів зазвичай значно вища, ніж аналогових, вони більш багатофункціональні та мають більш широкі межі вимірювання, вимагаючи менше часу для зняття показань, а також за рахунок того, що Останнім часом з'являється все більше нових цифрових вимірювальних приладів, їх використання в навчальних експериментах з фізики дозволяє значно підвищити її можливості та якість.

Проведемо аналіз цифрових вимірювальних приладів, що нещодавно з’явилися, з точки зору можливості їх використання в навчальному фізичному експерименті. Для цього з’ясуємо питання щодо їх наявності у продажу, основні технічні характеристики та ймовірне використання таких приладів у фізичному експерименті в навчальній лабораторії.

1. Ваги цифрові електронні HANKE YF–K1 [28].

*Основні технічні характеристики:* максимальна маса зважування 200г; по­хибка зважування 0,01г.

*Використання при виконанні фронтальних лабораторних робіт.* Методом зважування відбувається вимірювання маси тіла. Визначення густини речовини (твердих тіл і рідин). З`ясування умов плавання тіла. Вивчення теплового балансу за умов змішування води різної температури. Визначення питомої теплоємності речо­вини. Визначення теплоємності тіла. Вимірювання питомої теплоти плавлення тіла [28].

*Використання при виконанні робіт фізпрактикуму.* Визначення гальмів­ного шляху тіла та коефіцієнта тертя ковзання. Визначення поверхневого натягу рідини. Вимірювання маси тіл. Дослідження коливань фізичного маятника [28].

2. Мультиметр універсальний M890C+[29].

*Основні технічні характеристики:* чутливість – 100мкВ; вимірювання єм­ності від 1 пФ до 20 мкФ; постійна напруга: 200мВ–2–20–200–1000В; змінна напруга: 2–20–200–750В; постійний струм: 2мА–20мА–200мА–20A; змінний струм: 200мА–20A; опір: 200Ом–2кОм–20кОм–200кОм–2МОм–20МОм–200МОм; ємність: 2000пФ–20нФ–200нФ–2мкФ–20мкФ.

*Використання при виконанні фронтальних лабораторних робіт.* Вимірювання опору провідника за допомогою амперметра та вольтметра. Дослідження електричного кола з послідовним з’єднанням провідників. Дослідження електричного кола з паралельним з’єднанням провідників. Складання та випробування електромагніту. Визначення ЕРС і внутрішнього опору джерела струму. Дослідження електричного кола з напівпровідниковим діодом. Дослідження явища електромагнітної індукції. Дослідження термісторів. Дослідження електричного кола змінного струму.

*Використання при виконанні робіт фізпрактикуму.* Дослідження магніт­ного поля соленоїда. Вимірювання ємності конденсатора. Визначення енергії зарядженого конденсатора. Дослідження напівпровідникового діода. Дослі­дження транзистора. Визначення температурного коефіцієнта опору металу. Дослідження залежності опору напівпровідників від температури. Вимірювання індуктивності котушки. Дослідження електричних кіл. Визначення питомого опору провідника. Вимірювання індуктивності котушки[29].

3. Анемометр UT362.

*Основні технічні характеристики:* швидкість вітру: 2–10 м/с ± (3%+0,5); 10–30 м/с ± ( 3%+0,8); температура повітряного потоку: 0 – 40°C; об'єм повітря­ного потоку: (0,001 – 9999)×100 (куб. м /хв).

*Використання при виконанні робіт фізпрактикуму.* Вивчення підіймаль­ної сили крила літака [30].

4. Люксометр UT382.

*Основні технічні характеристики:* діапазон вимірювання20 – 20000лк / 2 – 2000кд.

*Використання при виконанні робіт фізпрактикуму.* Вивчення основ фото­метрії[30].

5. Цифровий термометр TP3001.

*Основні технічні характеристики:* діапазон вимірювання від –50°C до +300°С; точність виміру ±1°C; призначення – вимірювання температури твер­дих, сипучих та рідких речовин.

*Використання при виконанні фронтальних лабораторних робіт.* За умов змішування води різної температури відбувається вивчення теплового балансу. Визначення питомої теплоємності речовини. Вимірювання відносної вологості повітря. Визначення теплоємності тіла. Вимірювання питомої теплоти плавлення тіла. Дослідження термісторів.

*Використання при виконанні робіт фізпрактикуму.* Визначення температу­рного коефіцієнта опору металу. Дослідження залежності опору напівп­ровідників від температури [30].

6. Дозиметр радіометр СОЭКС 01М.

*Основні технічні характеристики:* діапазон вимірювання рівня радіацій­ного фону – до 999мкЗв/год; діапазон вимірювання накопиченої дози випроміню­вання – до 999Зв; нижня межа реєстрації гамма-випромінювання – 0,1МеВ.

*Використання при виконанні робіт фізпрактикуму.* Вивчення будови дози­метра і складання радіологічної карти місцевості [30].

7. Гауссметр TМ195.

*Основні технічні характеристики:* вимірювані величини – напруженість електричного поля; напруженість магнітного поля; густина потоку електромаг­нітного випромінювання; ­діапазон частот випромінювання від 50 МГц до 3,5 ГГц; роздільна здатність дисплея: 0,1 мВ/м; 0,1 мкА/м; 0,001 мкВт/м2; 0,001 мкВт/см2; одиниці вимірювання: мВ/м, В/м, мкА/м, мА/м, мкВт/м2, мВт/м2, мкВт/см2.

*Використання при виконанні робіт фізпрактикуму.* Вивчення електромагні­тного випромінювання комп’ютера, мобільного телефона, мікрохви­льової печі та ін. [30].

8. Тесламетр НТ–20.

*Основні технічні характеристики:* вид вимірюваної величини – магнітна індукція постійного магнітного поля; діапазон вимірювання: від 0 до 200мТл; від 0 до 2000мТл.

*Використання при виконанні фронтальних лабораторних робіт.* Дослі­дження магнітних властивостей речовини.

*Використання при виконанні робіт фізпрактикуму.* Дослідження магніт­ного поля соленоїда [30].

Не стверджуючи, що аналіз завершений, очевидно, що цифрові вимірювальні прилади можуть використовуватися досить широко під час проведення експерименту в шкільній лабораторії. При цьому ми залишаємо осторонь питання про можливість використання таких приладів у домашніх фізичних демонстраціях та експериментах. Адже використовувати цифрові прилади в демонстраційних експериментах можна лише після відповідного екранування, яке дозволить відображати результати вимірювань на екрані чи панелі індикації. А питання забезпечення учнів обладнанням для проведення дослідів вдома потребує подальшого дослідження в кожному конкретному випадку.

 Удосконалення засобів і методики використання досвіду фізичного виховання сприятиме повнішій реалізації основної мети навчання фізики в середній школі – розвиток особистості учнів через фізику як навчальний предмет, формування у дітей фізичних знань, знання природних явищ, науковий погляд на світ і відповідний стиль мислення, екологічна культура, розвиток експериментальних умінь і дослідницьких навичок, творчих здібностей і мисленнєвих нахилів креативність, ширше розкрити сутність прикладної фізики, зрештою дозволить сформувати в учнів одну з ключових навичок – компетентності в галузі природничих наук, техніки та технологій.

**3.2. Методика розв’язування експериментальних задач.**

Місце експериментальних задач у школі на уроках фізики визначається їх особливою важливістю для активізації навчального процесу. Рішення про їх застосування слід приймати в кожній окремій ситуації керуючись логікою структури курсу та його дидактичними завданнями, наприклад:

1) На уроці вивчення нового навчального матеріалу експериментальні завдання можна використовувати в різних аспектах: на початку уроку – порушує проблему та активізує пізнавальну діяльність учнів; під час заняття – при вивченні фізичних властивостей предметів і речовин та вивченні фізичних моделей; наприкінці курсу – для закріплення нових знань.

2) На уроках для закріплення знань і формування практичних навичок експериментальні завдання можна використовувати для навчання учнів застосовувати знання для розв’язування практичних завдань або вивчення структур і причин, керувати роботою обладнання та розвивати вміння користуватися обладнанням.

3) На уроці узагальнення та поглиблення знань організація розв’язування експериментальних завдань спрямована на уточнення змісту вивчених фізичних понять та встановлення нових залежностей між фізичними величинами та універсалами, змінити відомі методи або знайти нові способи вимірювання фізичних величин та встановити нову інформацію про фізичні явища дізналися.

4) Під час тестування й оцінювання знань розв’язування експериментальних завдань може допомогти перевірити здатність учнів застосовувати знання у знайомих і невідомих ситуаціях, а також їх здатність аналізувати події та критично підходити до результатів досліджень у фізиці.

Особливо ефективним може бути використання експериментальних навчальних завдань для створення проблемних ситуацій на уроках фізики. Умовно можна виділити групи проблемних ситуацій, в яких можуть бути застосовані експериментальні задачі.

1) Учні демонструють явище (властивість або процес). Учні повинні поставити питання, яке виникає під час експерименту. Проблема - це причина, походження або пояснення цього явища. Наприклад, під час демонстрації електромагнітної індукції учні спостерігають за відхиленням стрілки гальванометра. Учні ставлять запитання: «Чому стрілка гальванометра відхилена?» Чому за різних умов він відхиляється в різні боки? Яка сила змушує стрілку повертатися?

2) Учні спостерігають за дослідом, у якому показують залежність між фізичними величинами, що характеризують відоме явище. Ці величини учні знають самі. Проблема полягає у встановленні залежності між величинами.

3) Учитель пояснює зміст досліду, представляє схему досліду та використане обладнання. Учні повинні передбачити результати досліду та зробити висновки з пояснення вчителя. Після обговорення вони вирішили проблему.

4) Проблемні ситуації, пов'язані з конструюванням досвіду. Сформульовано набір запропонованих заходів і цілей. Учні самостійно складають інсталяцію та шукають відповіді на запитання вправи. Наприклад, ми маємо два мідні й алюмінієві бруски однакового об’єму, динамометр і склянку з водою. Чи залежить тягова сила, яка діє на стрижень при зануренні у воду, від матеріалу стрижня? Перевірте відповідь дослідним шляхом.

5) Експериментальні завдання виявляють протиріччя між знаннями учнів і спостережуваними явищами. Наприклад, учні знають, що при нагріванні металевих дротів їх опір зростає. Робимо коло, в якому знаходиться розчин кухонної солі в чашці з двома електродами. Якщо розчин нагрівати, сила струму в колі зростає. Це свідчить про зниження опору. Виникає конфлікт, який потрібно вирішити.

6) Експериментальне завдання має на меті визначити подібності та відмінності спостережуваних явищ.

7) Проблемні ситуації прагнуть знайти практичне застосування знань. Вирішення таких завдань часто призводить до пошуку оригінального рішення. Наприклад, як розширити межу вимірювання струму амперметром?

Як розширити межу вимірювання напруги вольтметром?

Розв’язування експериментальної задачі включає 4 важливі кроки:

1) Прояснити і зрозуміти проблемну ситуацію.

 Цей етап передбачає ознайомлення студентів із станом завдання, в якому акцентується увага на окремих положеннях і вимогах, а також переліку (повному або частковому) необхідного обладнання та матеріалів. Також є оцінка конкретного матеріального стану в умовах відрядження.

 2) Розробіть план експерименту для вирішення проблеми.

 На цьому етапі теоретично розробляється шлях експериментальних досліджень, намічається послідовність і послідовність фізичних дослідів. За необхідності буде додано демонстраційне або експериментальне обладнання та обладнання.

 3) Реалізувати задумане за планом.

 Цей етап спрямований на безпосереднє проведення фізичних експериментів у формі демонстрації або очних експериментів, проведення вимірювань, завдяки яким експериментальні дані, необхідні для вирішення задачі, тобто пошуку відповідей, збираються та накопичуються у відповідній кількості.

 4) Перевірте реакцію експериментально.

 На завершальному етапі перевіряється ймовірність відповіді, аналізуються результати та шукаються інші шляхи вирішення проблеми.

*Приклад.* *Визначити глибину занурення банки у воду.*

Крок 1. Задача поставлена, але числові дані для її розв’язання відсутні. Тому перш за все необхідно зрозуміти фізичний зміст цієї експериментальної задачі.

Слід зазначити, що при проектуванні і будівництві корабля, тобто задовго до спуску на воду, кораблебудівники заздалегідь розраховували глибину занурення корабля у воду. Щоб «кораблик» був досить стійким і не перекидався у воді, покладіть на дно горщика пісок, свинцеві листи або залізні цвяхи. Для спрощення розрахунків беремо каструлю прямокутної або циліндричної форми. Якщо опустити вазу у воду, вона буде тонути до тих пір, поки сила тяжіння, що діє на вазу, не зрівняється з Архімедовою силою, що діє на вазу з боку води, тобто FT = FA. Але сила тяги дорівнює силі тяжіння витісненої рідини: FA = ρgV, де V — об’єм зануреної у воду посудини, ρ — щільність води.

 Отже, V = FA /gρ.

 Крок 2. З аналізу стану задачі, проведеного на першому етапі, видається, що для вирішення цієї навчальної задачі необхідно знати масу бідона, площу дна і щільність води.

 Крок 3. Після проведення необхідних замірів і розрахунку бажаної глибини занурення робимо відповідні позначки на горщику. Ми занурили банку у воду та переконалися, що отримані результати правильні.

Крок 4. Занурюючи вазу у воду, ми виконуємо справжню процедуру, яка є метою всього тестового завдання. Зауважте, що розрахунок досить простий, оскільки банка має правильну форму. У справжніх кораблях підводна частина має складну форму, тому завдання буде набагато складніше.

 Доцільно призначати наявні емпіричні дослідження як обов’язкові домашні завдання, оскільки, як правило, виконання цих робіт викличе інтерес усіх учнів і залучення їх до систематичної участі в навчальному процесі, сприяючи формуванню глибоких пізнавальних інтересів.

 У всіх без винятку експериментальних завданнях відзначалася участь студентів у елементах дослідницької, проектної діяльності, творчості, ефективних для самоосвіти та організації діяльності, індивідуальної свідомості.

**3.3. Складання задач на основі проведених фізичних експериментів**

Складання задач на основі проведених фізичних експериментів вимагає уважного аналізу результатів експерименту і вміння висувати запитання, які можуть бути вирішені за допомогою фізичних принципів. Тут є кілька кроків, які можна використовувати при цьому:

1. *Аналіз експерименту:*
	* Ретельно розгляньте результати експерименту.
	* Зверніть увагу на всі вимірювання, параметри та умови експерименту.
2. *Визначення фізичних законів:*
	* Визначте фізичні закони чи принципи, які можуть бути застосовані до досліджуваного явища.
3. *Формулювання завдань:*
	* Створіть задачі, які випливають із знань фізичних законів і які можуть бути вирішені на основі результатів експерименту.
4. *Уточнення умов:*
	* Додайте варіації чи змініть умови експерименту, щоб створити різноманітні задачі.
5. *Приклади:*
	* Надайте конкретні числові значення та ситуації для задачі.
6. *Перевірка:*
	* Переконайтеся, що ваша задача має однозначний відповідь та відповідає знаним фізичним принципам.
7. *Підвищення рівня складності:*
	* Для більш високого рівня складності додайте додаткові елементи, які потрібно враховувати, або розгляньте випадки з більшою кількістю вимірювань.
8. *Збалансованість:*
	* Зберіть задачі різного рівня складності, починаючи від простих і закінчуючи складнішими, щоб задовольняти різний рівень знань та навичок учнів.

Наприклад, якщо у вас є експеримент з рухом тіла, ви можете створити задачі, пов'язані зі швидкістю, прискоренням, відстанями і часом, використовуючи відомі фізичні формули.

Розв'язання експериментальних задач вимагає систематичного та логічного підходу. Нижче наведено загальну методику, яку можна використовувати при вирішенні експериментальних задач у фізиці чи інших наукових дисциплінах:

1. *Формулювання задачі:*
	* Чітко сформулюйте задачу, яку ви хочете розв'язати. Визначте, що саме ви хочете виміряти або вивчити.
2. *Обґрунтування гіпотези:*
	* Розробіть гіпотезу або теоретичне припущення, яке ви хочете перевірити чи підтвердити. Це допоможе вам визначити очікувані результати та обрати правильні методи вимірювання.
3. *Планування експерименту:*
	* Розробіть детальний план експерименту, включаючи всі етапи вимірювань та використання необхідного обладнання. Враховуйте можливі джерела помилок та визначте стратегію їх контролю.
4. *Вимірювання та збір даних:*
	* Виконуйте експеримент, збираючи всі необхідні дані. Важливо точно вимірювати всі параметри та записувати результати.
5. *Аналіз та обробка даних:*
	* Використовуйте статистичні методи та інші засоби аналізу для обробки отриманих даних. Оцініть точність та достовірність результатів.
6. *Формулювання висновків:*
	* Зробіть висновки на основі отриманих результатів та порівняйте їх із вихідними гіпотезами. Розгляньте можливі джерела помилок та їх вплив на результати.
7. *Підготовка звіту:*
	* Сформулюйте звіт, який включає в себе всі етапи вашої роботи. Вказуйте використані методи, отримані результати та їх інтерпретацію.
8. *Перевірка та повторення:*
	* Перевірте свої результати, порівняйте їх зі стандартами та проведіть аналогічні експерименти для підтвердження отриманих вами даних.

Ця методика є загальною, і конкретні етапи можуть змінюватися в залежності від конкретного завдання та предметної області дослідження. Важливо дотримуватися наукового методу та враховувати принципи точності та повторюваності в експериментах.

Давайте розглянемо приклад складання задач на основі фізичного експерименту, наприклад, експерименту з вивченням законів руху. Допустимо, ви вирішили провести експеримент із киданням предметів вертикально вгору та вимірюванням їхньої висоти на різних моментах часу. Ось як можна сформулювати задачі на основі такого експерименту:

1. Задача 1: Визначення початкової швидкості:

Завдання: Вивчіть, як залежить початкова швидкість киданого вгору предмета від висоти підйому.

Підходи:

* + - Виміряйте час, який предмет проводить у повітрі.
		- Знаходьте висоту підйому для кожного випадку.
		- Використовуйте відомості про час та висоту для визначення початкової швидкості.
1. Задача 2: Вивчення впливу маси на рух:

Завдання: Визначте, як маса предмета впливає на висоту, до якої він піднімається.

Підходи:

* + - Проведіть експеримент із різними масами предметів.
		- Зафіксуйте час підняття та висоту для кожної маси.
		- Аналізуйте результати та зробіть висновки щодо впливу маси.
1. Задача 3: Визначення закону залежності висоти від часу:

Завдання: Встановіть математичний закон, що описує залежність висоти підняття від часу польоту предмету.

Підходи:

* + - Виміряйте висоту на різних моментах часу.
		- Побудуйте графік залежності висоти від часу.
		- Використовуйте графік для визначення емпіричного закону.
1. Задача 4: Порівняння теоретичних та експериментальних результатів:

Завдання: Порівняйте результати експериментів із теоретичними прогнозами на основі відомого фізичного закону руху.

Підходи:

* + - Використовуйте рівняння руху для прогнозування висоти на певний момент часу.
		- Порівняйте теоретичні та експериментальні значення.
		- Визначте ефективність моделі та можливі джерела помилок.

Ці задачі дозволяють вам глибше вивчити закони руху, експериментуючи та аналізуючи результати своїх вимірювань. Такий підхід допомагає створити зв'язок між теорією та практикою у фізичних науках.

  Отже, розв'язування експериментальних завдань та проведення експериментальних досліджень у фізиці має позитивний вплив на засвоєння знань про фізичні закони та явища, формування практичних навичок, покращує можливості розв’язувати задачі тощо. Тому застосовуючи навчальний експеримент при вивченні фізики вчитель сприяє її кращому засвоєнню, що є позитивним явищем.

Начало формы

**ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ**

На основі проведеного дослідження можна зробити наступні узагальнення:

1. Навчальний фізичний експеримент може бути цікавим та корисним інструментом для розвитку навичок учнів у вивченні природничих наук. Навчальний експеримент грає важливу роль у вивченні фізики також. Він допомагає учням отримати конкретний досвід, закріпити теоретичні знання, розвивати практичні навички та стимулює інтерес до науки.

1. Нами було запропоновано роблячи лабораторну роботу № 5 у 10 класі (тема «Вимірювання коефіцієнту тертя») наступне завдання творчого плану «Закріпити горизонтально круглий стержень у штативі. Перекинути через нього мотузку, до одного з кінців якої прикріплено тягарець масою , а до ін­шого – динамометр. На перший кінець мотузки діятиме сила , а динамо­метр дає можливість вимірювати силу тертя  мотузки об стержень. Сила  буде залежати від сили  та кута , який називають кутом накручування, тобто відношення довжини дуги, охопленої мотузкою, до радіуса цієї дуги. До­слідити залежність сили  від сили  та кута ». Оскільки творчі завдання з фізики можуть всебічно розвинути творчі здібності учнів.
2. Запропоновано використовувати домашній творчий експеримент, зокрема у роботі пропонується експеримент «Знайти ККД побутової печі».
3. Визначено, що розв’язування експериментальної задачі включає 4 важливі кроки: прояснення і розуміння проблемної ситуації; розробку плану експерименту для вирішення проблеми; реалізація задуманого відповідно до плану; перевірка реакції експериментально. Як приклад було запропоновано експеримент «Визначення глибини занурення банки у воду».
4. В контексті висвітлення підрозділу «Складання задач на основі проведених фізичних експериментів» було запропоновано для використання у навчальному процесі ряд експериментальних задач, зокрема Задачі «Визначення початкової швидкості», «Вивчення впливу маси на рух», «Визначення закону залежності висоти від часу»; «Порівняння теоретичних та експериментальних результатів».

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Забара О. Психолого-педагогічні особливості використання віртуального експерименту у процесі виконання фізичного практикуму. *Наукові записки. Серія :* *Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти.* 2016.Випуск 7. С. 268-274.
2. Важинський С. Е., Щербак Т І. Методика та організація наукових досліджень : Навч. посіб., Суми: СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2016. 260 с.
3. Експеримент і його види. URL : <https://pidru4niki.com/18060203/psihologiya/eksperiment_yogo_vidi> (дата звернення: 10.10.2023).
4. Класифікація, типи і завдання експерименту. Методи теоретичних і експериментальних досліджень. URL : <https://elib.tsatu.edu.ua/dep/mtf/ophv_12/page7.html> (дата звернення: 10.10.2023).
5. Пастернак Н.В., Конопельник О.І., Радковська О.В. Методика викладання фізики: Навчальні експерименти. Львів:Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. 106с.
6. Навчальний фізичний експеримент (методичний практикум) : Навчальний посібник для студентів / В.Ф. Савченко, М.П. Бойко, М.М. Дідович, В.М. Закалюжний, М.П. Руденко : заг. ред. В.Ф. Савченка. Чернігів: Чернігівський національний педагогічний університет імені Т.Г. Шевченка, 2010. 540 с.
7. Ковалинська І. Констатуючий експеримент: визначення рівня загальнокультурної компетенції студентів немовного вищого навчального закладу. URL : <https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/8887/1/34.pdf> (дата звернення: 20.10.2023).
8. Класифікація експериментів. *Методика та організація наукових досліджень.* URL: <http://lib-net.com/content/11032_Klasifikaciya_eksperimentiv.html> (дата звернення: 20.10.2023).
9. Experimental Research: Definition, Types and Examples. URL: <https://www.indeed.com/career-advice/career-development/experimental-research> (дата звернення: 20.10.2023).
10. Садовий М. Навчальним експеримент у системі вивчення фізики в загальноосвітній школі. *Наукові записки* [*Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка*](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=JUU_all&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=IJ=&S21COLORTERMS=1&S21STR=%D0%9668990:%D0%9F%D0%B5%D0%B4.)*. Серія : Педагогічні науки.* 2012. Вип. 109.С. 3-10. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/53036208.pdf> (дата звернення: 20.10.2023).
11. Основні вимоги до демонстраційних дослідів з фізики. *Методика навчання фізики в середній школі.* URL: <https://fizmet.org/nfe/P114.htm> (дата звернення: 20.10.2023).
12. Слюсаренко В. Фізичний експеримент у навчально-виховному процесі. URL: <https://cusu.edu.ua/download/conf2013/section1/article_slusarenko.pdf> (дата звернення: 21.10.2023).
13. Лекція 1.3. Методи вимірювання. URL: <https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/%D0%B3%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9%20%D0%91%D0%B0%D1%85%D0%BE%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9/page5.html> (дата звернення: 20.10.2023).
14. Азнаурян І.О. Фізика та фізичні методи дослідження матеріалів: навч. посіб. Київ : КНУБА, 2007. 250 с.
15. Методи вивчення природи. [*Отримання знань*](https://disted.edu.vn.ua/) *дистанційна підтримка освіти школярів.* URL: <https://disted.edu.vn.ua/courses/learn/12583> (дата звернення: 21.10.2023).
16. Яневич І.В. Метод моделювання у фізиці. URL: <https://evnuir.vnu.edu.ua/bitstream/123456789/4080/1/Yanevych%20I.V..pdf> (дата звернення: 23.10.2023).
17. Лутай А. М. Фізичні методи досліджень: Конспект лекцій для студентів для студентів спеціальності 8.05050204 «обробка металів за спецтехнологіями». Київ : НТУУ «КПІ», 2013. 118 с.
18. Слюсаренко В. В. Формування експериментальної компетентності під час проведення фізичного експерименту. *Modern Directions and Movements in Science : Proceedings of the3rdInternational Scientific and Practical Conference, October 26-28-2023*. Luxembourg. 2023. № 176. С. 155-161.
19. Шевчук О., Федчишин О. Формування експериментальної компетентності у процесі вивчення фізики у класах фізико-математичного профілю. URL: <http://dspace.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/20238/1/Shevchuk.pdf> (дата звернення: 23.10.2023).
20. Федчишин О.М. Навчальний фізичний експеримент у формуванні експериментальної компетентності учнів при вивченні фізики на профільному рівні. *Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Педагогічні науки ? Реалії та перспективи.* 2017. №59. С. 198-203.
21. Одарчук К.М. Навчальний фізичний експеримент як основний вид діяльності при вивченні фізики. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія : Педагогічні науки.* 2011. Випуск 89. С. 66- 469.
22. Прості фізичні експерименти в домашніх умовах. *На урок*. URL: <https://naurok.com.ua/prosti-fizichni-eksperimenti-v-domashnih-umovah-121744.html> (дата звернення: 23.10.2023).
23. Лаврова А.В., Заболотний В.Ф. Підхід до організації і проведення шкільного навчального фізичного експерименту. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2015. Том 50. №6. С. 57-70.
24. PhET. URL: <https://phet.colorado.edu/uk/> (дата звернення: 23.10.2023).
25. Цифрові інтерактивні додатки для уроку фізики. URL: <https://prometheanworld.com.ua/tsyfrovi-interaktyvni-dodatky-dlya-uroku-fizyky/> (дата звернення: 23.10.2023).
26. Бліндар В., Руденко М. Шкільний фізичний експеримент у сучасних умовах. *Наукові записки НДУ ім. М. Гоголя. Психолого-педагогічні науки.* 2019. № 2. С. 8-14.
27. Про затвердження Положення про навчальні кабінети загальноосвітніх навчальних закладів : Наказ МОН №601 від 20.07.04 року. URL : <https://osvita.ua/legislation/Ser_osv/2970/> (дата звернення: 23.10.2023).
28. Лабораторна робота «Вимірювання маси тіла методом зважування». *На Урок. Освітній проект.* URL: <https://naurok.com.ua/laboratorna-robota-vimiryuvannya-masi-tila-metodom-zvazhuvannya-356203.html> (дата звернення: 23.10.2023).
29. Мультиметр універсальний UNIT M890C URL: https://radiomart.com.ua/ua/p209413275-multimetr-universalnyj-uni.html дата звернення: 25.10.2023).
30. Давиденко С.М., Кнорозок Л.М., Руденко М.П. Цифрові вимірювальні прилади у навчальному фізичному експерименті в середній школі. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки.* 2016. № 138. С. 51-53.
31. Савченко В. Ф. Методика навчання фізики у старшій школі: навч. посіб. Київ : Академія, 2011. 296 с.
32. Головацький В.А. Методика викладання фізико-технічних дисциплін у вищій школі: методичні рекомендації. Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2022. 69с.
33. Пасько О. О., Однодворець Л. В. Фундаментальний фізичний експеримент у навчанні фізики : навчальний посібник. Суми : Сумський державний університет, 2021. 121 с.