

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
Факультет комп'ютерних наук, фізики та математики  
Кафедра фізики та методики її навчання

**ЗАСТОСУВАННЯ STEM-ТЕХНОЛОГІЙ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ**  
**ФІЗИКИ НА ЕТАПІ БАЗОВОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ**

**Кваліфікаційна робота (проект)**  
**на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»**

Виконав: студент 4 курсу, групи 15-411  
Спеціальності 014 Середня освіта (Фізика)  
Освітньо-професійна програма  
Середня освіта (Фізика)  
Немченко О.О.

Керівник кандидат педагогічних наук, доцент  
Куриленко Н.В.

Рецензент  
кандидат педагогічних наук, доцент  
Кушнір Н.О.

Херсон – 2020

## **ЗМІСТ**

### **ВСТУП 3**

### **РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ STEM–ОСВІТИ ЯК НАПРЯМУ МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ШКІЛЬНОЇ ФІЗИЧНОЇ ОСВІТИ 5**

1.1. Поняття про «STEM» як новий напрям модернізації освіти 5

1.2. Нормативні документи, що регламентують впровадження STEM-технологій у освітній процес з фізики 10

1.3. Шляхи реалізації STEM-освіти під час вивчення фізики 12

1.3.1 Проектно-дослідницька діяльність як спосіб реалізації STEM-освіти 12

1.3.2 Віртуальні лабораторії як інструмент STEM-освіти.....15

### **РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ВПРОВАДЖЕННЯ STEM-ТЕХНОЛОГІЙ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ НА ЕТАПІ БАЗОВОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ 17**

2.1. Аналіз підручників з фізики на етапі базової середньої освіти щодо можливості реалізації STEM-технологій 17

2.2. Планування та рекомендації до організації освітнього процесу з фізики з елементами STEM 19

2.3. Методика впровадження елементів STEM на уроках фізики на етапі базової загальної освіти 24

### **РОЗДІЛ 3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕДАГОГІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ ТА АНАЛІЗ ЙОГО РЕЗУЛЬТАТІВ 32**

3.1. Проведення педагогічного експерименту з проблеми впровадження STEM-технологій під час вивчення фізики 32

3.2. Аналіз результатів педагогічного експерименту 33

**ВИСНОВКИ 40**

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 41**

ДОДАТОК А	<b>ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.</b>	
ДОДАТОК Б	553	
Додаток В.....		57

## ВСТУП

**Актуальність дослідження.** Сучасний ринок праці потребує досвідчених фахівців технічних та природничо-математичних дисциплін. У зв'язку з цим, перед освітою стоїть задача у забезпеченні суспільства фахівцями, обізнаними у науковій сфері, здатними брати участь у інноваційних процесах. На сьогодні одним із головних трендів інноваційної освіти є STEM-освіта.

STEM-підходи реалізуються в багатьох закладах загальної середньої освіти (діяльність Малої академії наук, різноманітні програми, конкурси і олімпіади: Intel Techno Ukraine; Intel Eco Ukraine; Фестиваль науки Sikorsky Challenge; наукові пікніки, хакатони й інше).

У зв'язку з цим нами обрана тема кваліфікаційної роботи «Застосування STEM-технологій під час вивчення фізики на етапі базової середньої освіти».

**Мета дослідження:** дослідити можливості застосування STEM технології під час вивчення фізики на етапі базової середньої освіти.

Для досягнення мети необхідно розв'язати наступні **завдання:**

- розкрити теоретичні основи STEM навчання;
- проаналізувати форми організації STEM навчання на етапі базової середньої освіти;
- розглянути методику проведення уроків з використанням STEM-технологій;
- провести анкетування серед учнів та учителів щодо ефективності використання STEM-технологій під час вивчення фізики.

**Об'єктом** нашого дослідження обрано освітній процес на етапі базової середньої освіти.

**Предмет дослідження** — застосування STEM-технологій під час вивчення фізики на етапі базової середньої освіти.

У даній у роботі використовувалися наступні *методи дослідження*: теоретичні: аналіз, синтез, порівняння, узагальнення науково-методичних джерел, формулювання висновків; емпіричні: анкетування учнів та вчителів, аналіз результатів анкетування, .

**Практичне значення** роботи полягає в тому, що розроблені дидактичні матеріали можуть бути використані вчителями фізики закладів загальної середньої освіти під час підготовки до уроків, студентами закладів вищої освіти під час проходження виробничої практики.

**Апробація результатів дослідження** проводилася на базі Херсонського Академічного ліцею ім.О.В.Мішукова Херсонської міської ради при Херсонському державному університеті.

**Публікації.** За результатами дослідження подано до друку тези «Застосування STEM-технологій під час вивчення фізики на етапі базової середньої освіти» до збірника тез учасників студентської науково-практичної конференції «Інноваційні технології навчання природничо-математичних дисциплін у закладах середньої та вищої освіти».

Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

Повний обсяг роботи 56 сторінок.

## РОЗДІЛ 1

### ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ STEM–ОСВІТИ ЯК НАПРЯМУ МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ШКІЛЬНОЇ ФІЗИЧНОЇ ОСВІТИ

#### 1.1. Поняття про «STEM» як новий напрям модернізації освіти

Останнім часом у освітньому просторі України набирає обертів такий тренд як STEAM-освіта. Що охоплює природничі науки, технічну творчість, математику та мистецтво. Такий ріст зумовлений дефіцитом спеціалістів технічної галузі, а попит на такі спеціальності росте дуже швидко на відміну від інших спеціальностей. А на допомогу якраз приходять даний спосіб навчання [49].

Потрібно розуміти, що STEAM – це освіта яка охоплює великий спектр вдало поєднаних спеціальностей.

**STEM** (*S - science, T - technology – E-engineering – M-mathematics*). Акронім STEM вживається для позначення популярного напрямку в освіті, що охоплює природничі науки (Science), технології (Technology), технічну творчість (Engineering) та математику (Mathematics) [49].

Це напрям в освіті, при якому в навчальних програмах посилюється природничонауковий компонент плюс інноваційні технології. Технології використовують навіть у вивченні творчих, мистецьких дисциплін [49].

Популярність STEM, як освітньої технології постійно зростає. Це зумовлено постійним ростом технологій та збільшенням спросу на такі спеціальності як: програмісти, ІТ-фахівці, інженери, професіонали в галузі біо- та нано-технологій.

Проблемам STEM-освіти присвячено наукові праці зарубіжних (Х. Гонсалеса, Д. Куензі, Д. Ленгдона, К. Ніколса) та вітчизняних (Т. Андрущенко, С. Величко, С. Гальченко, Н. Гончарова В. Шарко, Д. Шулікін, та ін.) вчених.

На думку Джеффри Куензі «STEM-освіта – це низка чи послідовність курсів або програм навчання, яка готує учнів до успішного працевлаштування, після закінчення школи, вимагає різних і більш технічно складних навичок, зокрема із застосуванням математичних знань і наукових понять» [3].

Девід Ленгдон вважає, що «STEM-освіта – це категорія, що визначає педагогічний процес як технологію формування та розвитку розумово-пізнавальних і творчих якостей учнів» [3]. Рівень розвитку цих якостей визначає конкурентоспроможність на сучасному ринку праці, а також здатність і готовність до: розв'язання комплексних задач (проблем); критичного мислення; творчості, когнітивної гнучкості, співпраці, управління; здійснення інноваційної діяльності [3].

У STEM поєднано міждисциплінарні практики та орієнтовані підходи до вивчення природничо-математичних дисциплін. Водночас сукупність творчих, мистецьких дисциплін об'єднані загальним терміном — STEM and Arts» [3].

У зарубіжній літературі науковці виділяють такі *ознаки STEM-освіти*: [3]

1. STEM-навчання - це зосередження на реальних завданнях і проблемах. На уроках STEM учні вирішують реальні соціальні, економічні і екологічні проблеми і здійснюють пошук рішень [3].

2. Уроки STEM орієнтуються на процес інженерного проектування. STEM-освіта забезпечує гнучкий процес для проектування. У цьому процесі учні визначають проблему, ведуть попередні дослідження, висувають кілька ідей для їх рішень, розробляють і створюють прототип, а потім його тестують, оцінюють і реалізують. У STEM-уроках передбачено, що команди учнів проводять свої дослідження на основі власних ідей, різних підходів, роблять помилки, обговорюють їх і вчаться на них, і пробують

проводити подальші дослідження. Їх увага зосереджена на знаходженні рішень [3].

3. STEM-навчання занурює учнів у практичний запит і відкрите дослідження. На уроках STEM шлях до навчання відкритий. Робота учнів є практичною і колективною, рішення теж є спільним. Школярі спілкуються, обмінюються ідеями і при потребі модернізують створені прототипи. Вони контролюють свої власні ідеї і проводять свої власні дослідження [3].

4. STEM-навчання залучає учнів до продуктивної спільної роботи. Щоб учні працювали разом як продуктивна команда, потрібна допомога з боку вчителів. Це стає можливим, якщо всі вчителі в школі працюють разом, здійснюють спільну роботу і оправдовують очікування учнів [3].

5. STEM-навчання інтегрує математику і природничі науки. Необхідним є створення планів спільної роботи вчителів різних предметів. Використання на уроках знань з різних предметів навчить учнів розуміти, що при об'єднанні математики і інших наук можна вирішувати важливі життєві проблеми. Це призведе до зростання інтересу до математики та природничих наук. До таких уроків варто залучати вчителя мистецтва, так як мистецтво відіграє важливу роль в розробці практико-орієнтованого проекту, посилюючи його привабливість, дизайн та затребуваність [3].

*Серед актуальних напрямів STEM виділяють:* промисловий дизайн, архітектуру, індустріальну естетику. Однак останнім часом наголошують на важливості поєднання всіх дисциплін, на міждисциплінарному рівні. Тому вживають ще акронім STEAM, де літера A = All - усі [4].

Головна мета STEM полягає у розвитку розумово пізнавальних і творчих якостей школярів, рівень яких визначає конкурентність у працевлаштуванні; удосконаленні науково-дослідної та інженерної освіти в закладах освіти [4].



*Стратегічними напрямками удосконалення освіти в контексті STEM є:*

I. Покращення якості та ефективності первинної природничо - наукової освіти [4].

II. Лібералізація і розширення до теоретичного максимуму доступу до STEM освіти [4].

III. Відкритість STEM-освіти на оточення і світ [4].

*Основними ланками впровадження STEM-освіти в Україні є:*

- початкова – здійснюється у дошкільних навчальних закладах, початковій школі та закладах позашкільної освіти, які займаються початковою науково-технічною творчістю;

- базова – включає в себе освіту учнів 5-9 класів у закладах різних типів [3];

- профільна – здійснюється на базі профільних класів та у профільних навчальних закладах; закладах, що на експериментальному рівні впроваджують STEM-освітні програми через зміст інваріативної складової навчального плану, її варіативного компонента, позакласну, виховну роботу, організовані проекти, конкурси, змагання та інші заходи, що не суперечать цілям і завданням STEM-освіти [3];

- вища/професійна – підготовка фахівців різних STEM-професій на базі вищих навчальних закладів [3];

- педагогічна – підготовка вчителів та інших членів педагогічних колективів до викладання STEM-освітніх курсів; впровадження, реалізації STEM-проектів; формування STEM-компетентностей власних вихованців, що здійснюється через систему науково-методичних заходів регіонального, локального, національного масштабу; післядипломна освіта в межах підвищення кваліфікації, перепідготовки та стажування вчителів [3].

*Етапами реалізації напрямку STEM в освіті є: [5]*

1 етап - початкова школа. Основним завданням цього етапу виступає «стимулювання допитливості й підтримка інтересу до навчання і пошуку знань, мотивація до самостійних досліджень, створення простих приладів, конструкцій тощо» [5].

2 етап - середня школа. На цьому етапі потрібно «викликати у дитини стійку цікавість до природничо-математичних наук, дати сукупність практично важливих знань, необхідних для подальшого життя людини у техносфері, глибокого розуміння екології і Природи в цілому. Залучення до дослідництва, винахідництва, що дозволить збільшити відсоток тих, хто стане талановитим ученим, дослідником» [5].

3 етап - старша школа, який повинен забезпечити «сприяння свідомому вибору подальшої освіти STEM профілю, поглиблена підготовка з групи предметів STEM (профільне навчання), освоєння наукової методології» [5].

Залучення школярів до STEM-елементів в освітньому процесі, впливатиме на розвиток таких *умінь*:

- співробітництво (для досягнення інноваційних результатів і розв'язування складних завдань в команді потрібно працювати особистостям з різним науковим і технічним досвідом) [5];

- комунікативність (навчання в галузі STEM надає широкі можливості для спілкування «один на один» й «один до багатьох») [5];

- творчість (із використанням креативних вмінь можна покращити науковий і технологічний проект, показати його потенційні можливості) [5];

- критичне мислення (здатність осмислити, вдумливо й обґрунтовано) [5].

Узагальнюючи вищезазначене, можна сказати, що впровадження елементів STEM в освіту сприяє посиленню розвитку пізнавального інтересу школярів до вивчення природничих та інженерно-технічних дисциплін.

## 1.2. Нормативні документи, що регламентують впровадження STEM-технологій у освітній процес з фізики

Нормативно-правовими засадами впровадження STEM-освіти в Україні є:

- Закони України «Про освіту», «Про загальну середню освіту» [6];
- Укази Президента України: «Про Національну стратегію розвитку освіти в Україні на період до 2021 року» (№ 344/2013 від 25.06.2013) [6], «Про заходи щодо забезпечення пріоритетного розвитку освіти в Україні» (№ 926/2010 від 30.09.2010) [6], «Про заходи щодо розвитку національної складової глобальної інформаційної мережі Інтернет та забезпечення широкого доступу до цієї мережі в Україні» (№ 928/2000 від 31.07.2000) [6];
- Положення про порядок здійснення інноваційної освітньої діяльності, затверджене наказом Міністерства освіти і науки України від 07 листопада 2000 р. № 522 (у редакції наказу Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України від 30 листопада 2012 р. № 1352) [6];
- рішення Колегії Міністерства освіти і науки України «Про форсайт соціо-економічного розвитку України на середньостроковому (до 2020 року) і довгостроковому (до 2030 року) часових горизонтах (в контексті підготовки людського капіталу)» (від 21.01.2016) [6];
- План заходів щодо впровадження STEM-освіти в Україні на 2016-2018 р.р., затверджений Міністерством освіти і науки України (від 05.05.2016); – концептуальні засади реформування середньої школи «Нова українська школа» (рішення колегії МОН від 27.10.2016) [6];
- діяльність відділу STEM-освіти на базі Інституту модернізації змісту освіти, який виконує функції теоретико-методологічного проектування засад STEM-освіти, координації діяльності групи науковців та педагогів-практиків з питань науково-методичного

забезпечення STEM-освіти, популяризації STEM ідеології, аналізу відповідного закордонного досвіду та ін. [7].

Перші два нормативних документа визначають структуру STEM-освіти (див. п.1.1). У Держстандарті звертається увага на те, що під час вивчення фізики важливою складовою навчального процесу є дослідницька діяльність учнів. У шкільному навчанні він реалізується у формі демонстраційного і фронтального експерименту, лабораторних робіт, фізичного практикуму, дослідницьких навчальних проєктів, домашніх дослідів і спостережень тощо [7].

Ключові компетентності Нової української школи гармоніюють у системі STEM-освіти, створюючи основу для успішної самореалізації особистості і як фахівця, і як громадянина.

Оскільки пріоритетним напрямком набуття необхідних компетентностей як учнем так і учителем є вміння знайти потрібну інформацію, її опрацювати та зробити вірний висновок, використання мережних ресурсів є необхідним елементом сучасного уроку. Для підтримки напрямку навчальних досліджень учнів створено окремий україномовний ресурс Міжпредметного лабораторного комплексу Національного центру «Мала академія наук України» «МАН Лаб» <http://manlab.inhost.com.ua>. Ресурс містить значну кількість методичних розробок, відеозаписів експериментів, лекцій та пропозицій для співпраці у плані безкоштовної допомоги по здійсненню учнівських досліджень [7].

Отже, враховуючи вищезазначене STEM-орієнтований підхід до навчання є одним із актуальних напрямів модернізації та інноваційного розвитку природничо-математичного й гуманітарного профілів освіти. Такий підхід у школі сприяє: популяризації інженерно-технологічних професій підвищенню поінформованості про можливості кар'єри в інженерно-технічній сфері формуванню стійкої мотивації у вивченні дисциплін, на яких ґрунтується STEM-освіта [7].

### 1.3. Шляхи реалізації STEM-освіти під час вивчення фізики

#### 1.3.1 Проектно-дослідницька діяльність як спосіб реалізації STEM-освіти

Методи проектно-орієнтованого навчання займають важливе місце з поміж інших методів в STEM-освіті. Відповідно до програми з фізики для етапу базової середньої освіти вивчення кожного розділу завершується виконанням учнями навчальних проектів.

Аналіз навчально-методичної літератури свідчить, що під *проектом* розуміють «...сукупність певних дій, документів, текстів для створення реального об'єкта, предмета, створення різного роду теоретичного або практичного продукту» [8].

Науковці виділяють такі основні *вимоги до застосування методу проектів*:

1. Наявність значимої в дослідницькому, творчому плані проблеми або задачі, що потребують інтегрованого знання, дослідницького пошуку для її рішення (наприклад, дослідження екологічної проблеми у різних регіонах світу, пов'язаної з відкриттями у галузі фізики; створення серії репортажів із різних регіонів країни, інших країн земної кулі з однієї проблеми, що розкривають певну тему; проблема впливу космічних досліджень на навколишнє середовище, проблема розміщення електростанцій у різних регіонах тощо) [11].

2. Практична, теоретична, пізнавальна значимість очікуваних результатів (наприклад, доповідь у відповідні служби про екологічний стан даного регіону і фактори, що впливають на цей стан, тенденції, які простежуються в розвитку даної проблеми; спільний випуск газети, альманаху з репортажами з місця подій; план заходів з охорони природи в різних місцевостях, спільний твір кількох учнів, сценарій шкільної вистави тощо).

3. Самостійна (індивідуальна, парна, групова) діяльність учнів [11].
4. Визначення кінцевих цілей спільних проєктів [11].
5. Визначення базових знань у різних галузях, необхідних для роботи над проєктом [11].
6. Структурування змістовної частини проєкту (за фіксацією поетапних результатів) [11].
7. Використання дослідницьких методів: визначення проблеми та задач дослідження, що з нею пов'язані; висунення гіпотез їхнього вирішення, обговорення методів дослідження; оформлення кінцевих результатів; аналіз отриманих даних; підбиття підсумків, корегування, формулювання висновків (використання методу «мозкової атаки», «круглого столу», статистичних методів, творчих звітів, переглядів тощо) [11].

З позицій використання проєктної діяльності як напряму STEM є прищеплення учням уміння користуватися дослідницькими прийомами: збирання інформації, аналіз різних точок зору, висунення гіпотез, уміння робити висновки.

Важливою частиною реалізації проєктного методу є підготовка вчителя, що згідно програми з фізики обмежується такими рекомендаціями:

- навчальні проєкти розробляють учні упродовж відповідного часу у процесі вивчення фізики. Захист навчальних проєктів, узагальнення отриманих результатів та обговорення відбувається на спеціально відведених уроках. Оцінювання різних проєктів індивідуальне [8];
- форму подання учень обирає самостійно. Він готує презентації отриманих результатів і захищає свій навчальний проєкт [8].

### 1.3.2. Віртуальні лабораторії як інструмент STEM-освіти

Важливим засобом у реалізації STEM-освіти під час вивчення фізики є використання цифрових вимірювальних комплексів, застосування комп'ютерних програм для обробки результатів, віртуальних лабораторій, що дозволяє висунути на перший план діяльність учнів: експериментальну, пошукову контролюючу.

Терміни «віртуальна лабораторія» та «віртуальний лабораторний практикум», характеризують залучення інформаційних технологій у сферу навчальної діяльності.

Аналіз науково-методичної літератури засвідчив, що більшість науковців під терміном *«віртуальна лабораторія (ВЛ)»* розуміють «..віртуальне навчальне середовище, яка дозволяє моделювати поведінку об'єктів реального світу в комп'ютерному середовищі і допомагає в оволодінні новими знаннями та вміннями» [12].

На думку В. Д. Шарко «віртуальний експеримент у навчанні фізики може виконувати функції засобу пізнання і надання компонентів «готового» знання, засобу наочності, що супроводжує інші способи пред'явлення «готового» знання, тренажеру для відпрацювання окремих пізнавальних умінь, засобу контролю рівня сформованості знань і умінь учнів» [14].

Як стверджує Н. Морзе «використання ВЛ дає змогу не лише спостерігати за певним експериментом, а й безпосередньо брати в ньому участь, а це в свою чергу сприяє засвоєнню знань на більш свідомому та глибокому рівні» [12].

З дидактичної точки зору віртуальна лабораторна робота розглядається як «метод, форма і засіб навчання, в ході реалізації якого учні під керівництвом вчителя і за заздалегідь наміченим планом проводять певні досліди, оперуючи образами обладнання, що відтворюють зовнішній вигляд і функції реальних предметів. Віртуальні лабораторні роботи в цілому слугують для досягнення тих же дидактичних цілей, що й реальні, носять дослідницький характер,

викликають інтерес, сприяють виробленню навичок поводження з приладами та обладнанням сучасної лабораторії.

Використання віртуальних лабораторних робіт по відношенню до реальних може бути демонстраційним, узагальнюючим і експериментальним (табл. 2.1).

*Таблиця 2.1*

***Використання віртуальних лабораторних робіт по відношенню до реальних***

<b>Використання ВЛ</b>	<b>Пояснення</b>
ДЕМОНСТРАЦІЙНЕ ВИКОРИСТАННЯ (перед реальною роботою)	Можливість показати фронтально, з великого монітора або через мультимедійний проектор послідовність дій реальної лабораторної роботи
УЗАГАЛЬНЮЮЧЕ ВИКОРИСТАННЯ (після реальної роботи)	Можливість фронтального режиму (демонстрація, уточнення питань, формулювання висновків і закріплення знань) або індивідуального (математична сторона експериментів, аналіз графіків і цифрових значень, вивчення моделі як способу відображення і представлення реальності)
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ (замість реальної роботи)	Можливе індивідуальне або в малих групах виконання завдань у віртуальній лабораторії без виконання реальної роботи, комп'ютерний експеримент

Аналіз таблиці свідчить, що найбільш вдалим для нашого дослідження є використання віртуальних лабораторних робіт на етапі підготовки до реального експерименту, як аналог реального експерименту та у якості узагальнення знань.

Сьогодні налічується велика кількість віртуальних фізичних лабораторій. Їх можна поділити на три групи за рівнем керування користувачем їх функціонування [16]:

– Програми для візуалізації дослідів з встановленням деяких параметрів його проходження. Наприклад, до таких програм відноситься VirtuLab, розробник Віртуальна лабораторія "ВиртуЛаб" (веб-адреса сайту [www.virtulab.net](http://www.virtulab.net)), за допомогою програми можна змінювати деякі параметри перебігу дослідів і бачити зміни, що відбуваються, в залежності від встановлених параметрів.



– Програми для моделювання окремого класу дослідів. Наприклад, до таких програм відноситься Interactive Simulations, розробник University of Colorado (веб-адреса сайту <http://phet.colorado.edu>). Програма складається з модулів, за допомогою яких відбувається моделювання окремих дослідів з встановленням різних параметрів їх перебігу і вибору інструментарію для їх проведення.

– Програми для моделювання роботи лабораторії – складні системи, в основі функціонування яких лежить потужний математичний апарат. Суттєвою відмінністю програм даної групи є те, що користувач може додавати моделювання нових дослідів з встановленням параметрів їх проходження. Прикладом такої програми, є комерційна програма Yenka, розробник CrocodileClipsLtd, (веб-адреса сайту <http://www.yenka.com>). Як приклад представимо [віртуальні лабораторні роботи з фізики](http://www.yenka.com) для учнів 8 класів. (<http://kristinascerbak196505.blogspot.com/p/7-9.html>) [50, 51].

Серед віртуальних засобів найбільш повними та затребуваними продуктами є: програмні засоби виробництва «Квазар – Мікро Техно»; віртуальні лабораторні роботи розміщені на ресурсах on-line Physics Education Technology, VirtuLab, Getaclass; навчальні додатки для мобільних пристроїв (Toolbox Sensor Suite, Lab4Physics) [52]

З метою забезпечення науково-методичного супроводу експериментальної інноваційної діяльності на базі закладів загальної середньої освіти працюють STEM-гуртки. Інститутом модернізації змісту освіти створено відділ STEM-освіти [53]

Міністерством освіти і науки України створено робочу групу з питань упровадження STEM-освіти, яка активно працює над розробкою концепції STEM-освіти та плану заходів з її введення. [54]

Отже, впровадження STEM-освіти значно розширює спектр методів навчання. Серед способів реалізації STEM під час вивчення фізики ми виділяємо метод проектів та віртуальні лабораторні роботи.

## РОЗДІЛ 2

### МЕТОДИКА ВПРОВАДЖЕННЯ STEM-ТЕХНОЛОГІЙ ПІД ЧАС ВИВЧЕНІ ФІЗИКИ НА ЕТАПІ БАЗОВОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

#### 2.1. Аналіз підручників з фізики на етапі базової середньої освіти щодо можливості реалізації STEM-технологій

Важливу роль у забезпеченні якості навчання відіграє навчально-методичне забезпечення, у першу чергу підручники. Міністерством освіти і науки України до використання у закладах загальної середньої освіти запропоновано підручники наступних авторів: Сиротюк В. Д.; Пістун П. Ф., Добровольський В. В., Чопик П. І.; Бар'яхтар В. Г., Божинова Ф. Я., Довгий С. О., Кірюхіна О. О. (за ред. Бар'яхтара В. Г., Довгого С. О.); Шут М.І., Мартинюк М. Т., Благодаренко Л. Ю.; Засекіна Т. М., Засекін Д. О.; Головка М. В., Непорожня Л. В.

Аналіз підручників з фізики щодо можливості залучення учнів до виконання дослідів та дослідницьких завдань представлено в таблиці 2.2.

*Таблиця 2.2*

#### Результати аналізу шкільних підручників з фізики щодо наявності задач та завдань дослідницького характеру

Підручник	Загальна кількість завдань та задач після параграфів	Завдання дослідницького характеру
Коршак Є.В., Ляшенко О.І., Савченко В.Ф.	220	12
Генденштейн Л.Є	180	5
Сиротюк В.Д.	560	34
Божинова Ф.Я., Ненашев І.Ю., Кірюхін М.М.	630	32
Засекіна Т. М., Засекін Д. О.	145	12
Бар'яхтар В. Г., Божинова Ф. Я., Кірюхіна О. О.	280	18

Аналіз таблиці свідчить, що:

1) підручник авторів Засекіної Т. М., Засекіна Д. О. містить значну кількість завдань для здійснення диференційованого навчання, ефективної організації дослідницької діяльності учнів як на уроках, так і в позаурочний час. Задачі різного типу, завдання для проведення позаурочних дослідів тощо;

2) підручник авторського колективу – Бар'яхтар В. Г., Божинова Ф. Я., Довгий С. О., Кірюхіна О. О. (за ред. Бар'яхтара В. Г., Довгого С. О.) – базується на традиційних принципах навчання та відповідає сучасним підходам.

Відмінною особливістю підручника авторів Ф.Я.Божинова, М.М.Кірюхін, О.О.Кірюхіна є чітка та обґрунтована структурованість змісту кожного розділу та кожного окремого параграфу. Мотивувальний вступ до параграфу є зверненням до учнів, у якому пропонується дослідити певне явище, ознайомитися з фізичним підґрунтям відомих процесів тощо. Основний зміст представлено в невеликих за обсягом рубриках (підрозділах), заголовки яких дають можливість чітко уявити, що саме є найголовнішим у цьому фрагменті тексту (наприклад, “Доводимо існування виштовхувальної сили”, “З'ясовуємо умову рівноваги важеля”, “Досліджуємо рухомий блок”, “Дізнаємося, як здійснилася мрія людини літати”). Кожен параграф закінчується контрольними запитаннями та вправами; деякі з них містять додаткові творчі експериментальні завдання.

3) Особливістю підручника В. Д. Сиротюка є опора на досліди, спостереження, життєвий досвід учнів, а також потужний дидактичний апарат, що дає можливість для якісного засвоєння навчального матеріалу, контролю та самоконтролю рівня навчальних досягнень учнів. На початку кожного розділу підручників В.Д. Сиротюка учні можуть ознайомитися з переліком основних понять, які будуть вивчатися. Увесь навчальний матеріал сформовано за логічною схемою: спостереження-

дослід-закон-приклад-математичний запис. Після кожного параграфа і розділу пропонується система запитань і завдань, які можна використовувати вчителю на уроці, пропонувати учням для самоконтролю або для виконання в домашніх умовах. Досить корисним є і те, що в кінці підручника є додаток, який містить підрозділ «Фізичні задачі з нашого життя». Кожна така задача спонукає учнів, які добре осмислили навчальний матеріал, до творчого пошуку, розвитку критичного мислення.

Отже, основними видами діяльності, до яких залучаються учні під час вивчення фізики, є засвоєння теоретичного матеріалу, розв'язування задач, виконання фізичного експерименту, проведення досліджень під час виконання лабораторних робіт і фізичного практикуму.

## **2.2. Планування та рекомендації до організації освітнього процесу з фізики з елементами STEM**

Методичні інструменти, які забезпечують формування для учнів навчально-пізнавального середовища, надає вчителю саме STEM-освіта, стверджує Н. Б. Вяткіна [14, с. 48]. Як наголошує Л.О.Клименко, саме упровадження в навчально-виховний процес методичних рішень STEM-освіти дозволить учителю сформувати в учнів найважливіші характеристики, які визначають компетентного фахівця:

- уміння побачити проблему;
- уміння побачити в проблемі якомога більше можливих сторін і зв'язків;
- уміння сформулювати дослідницьке запитання і шляхи його вирішення;
- гнучкість як уміння зрозуміти нову точку зору і стійкість у відстоюванні своєї позиції;

- оригінальність, відхід від шаблону;
- здатність до перегруповування ідей та зв'язків;
- здатність до абстрагування або аналізу;
- здатність до конкретизації або синтезу;
- відчуття гармонії в організації ідеї [15].

«Інноваційне виробництво та високотехнологічний бізнес, які є головними двигунами сучасної економіки, не будуть розвиватися в Україні без належного рівня математичної та природничої освіти... Виникає гостра освітня потреба у якісному навчанні сьогоднішніх учнів технічним дисциплінам – математиці, фізиці, інженерії. Але інтерес до вивчення фізики та природничих дисциплін у середній школі знижується. Тому навчання фізики має зробити певний внесок у формування ключових компетентностей. Методичні інструменти, які забезпечують формування для учнів навчально-пізнавального середовища, надає вчителю саме STEM-освіта [16].

Ми не можемо дати учню абсолютно всі знання за час перебування в школі. Сьогодні потрібно дітей навчити, як шукати додаткові знання і як їх використовувати для вирішення власних чи професійних завдань. Уроки фізики з використанням елементів STEM-освіти дають можливість не тільки розвивати і підтримувати інтерес до предмета, але й бажання займатися ними і набувати нові знання, сприяти розвитку особистості, умінню виділяти головне в проблемі, формуванню високого рівня елементарних операцій (аналіз, порівняння, аналогія, класифікація).

Вчителі повинні прищепити учням бажання до дослідження та озброїти їх методами науково-дослідної роботи. Завдання дослідницького характеру суттєво відрізняються від традиційних. У формулюваннях дослідницьких завдань немає очевидної відповіді, її учням необхідно самостійно знайти і обґрунтувати. Формулювання завдань можуть бути такими: «дослідити», «вірно, що якщо..., то», «проаналізуй».

У розділі 1 ми розглянули шляхи реалізації STEM-освіти під час вивчення фізики, серед яких є залучення школярів до проектної діяльності та використання віртуальних лабораторних робіт. Тому нижче у таблиці 2.3 [17] наведене орієнтовне поурочне планування реалізації елементів STEM під час вивчення фізики на прикладі 8 класу.

Таблиця 2.3

**Планування реалізації елементів STEM-освіти під час вивчення фізики у 8 класі**

Тема уроку	Проекти	Віртуальні лабораторні роботи
<b>Розділ 1. ТЕПЛОВІ ЯВИЩА</b>		
Тепловий стан тіл. Температура та її вимірювання	1. Дослідження температурного режиму в приміщенні школи і вдома. 2. Дослідження впливу перепадів температури на живі організми. 3. Дослідження залежності густини води від температури.	1. Дослідження шкал різних термометрів. 2. Дослідження руху часток фарби у молоці. 3. Порівняння кількості теплоти при змішуванні води різної температури.
Залежність розмірів фізичних тіл від температури	1. Дослідження впливу розширення рідин, газів та твердих тіл у виробництві продукції.	1. Дослідження властивостей газу.
Внутрішня енергія. Способи зміни внутрішньої енергії	1. Дослідження впливу хмар на поширення сонячного випромінювання.	1. Способи зміни внутрішньої енергії
Теплопровідність.	1. Дослідження теплового стану будівлі. 2. Дослідження теплопровідності ґрунту.	1. Теплопровідність різних речовин
Конвекція. Випромінювання	1. Дослідження впливу швидкості повітря на бистроту випаровування вологи. 2. Дослідження впливу випромінювання на людину. 3. Дослідження поведінки краплин розчину під час висихання.	1. Види теплопередачі 2. Дослідження конвективних потоків
Кількість теплоти. Питома теплоємність речовини	1. Дослідження кількості теплової енергії, що випромінюється від екрана комп'ютера.	1. Визначення питомої теплоємності твердого тіла
Плавлення та	1. Дослідження процесу	1. Дослідження процесу танення

кристалізація.	танення льоду. 2. Вивчення впливу концентрації розчину (солі, цукру) на температуру кристалізації рідини.	бурульок. 2. Дослідження властивостей різних речовин при плавленні, замерзанні і кипінні.
Випаровування та конденсація. Кипіння.	1. Дослідження парникового ефекту. 2. Дослідження впливу димових і пилових забруднень повітря на поширення сонячного світла в атмосфері. 3. Дослідження кипіння води та залежності зміни температури кипіння води від зовнішнього тиску й наявності домішок.	1. Дослідження роботи електричного двигуна.
Теплота згоряння палива. Коефіцієнт корисної дії нагрівника	1. Дослідження процесу горіння.	1. Визначення коефіцієнта корисної дії нагрівника
Теплоенергетика. Способи збереження енергетичних ресурсів.	1. Дослідження екологічних проблем теплоенергетики й теплокористування.	1. Дослідження різних видів енерго та теплозберезувальних технологій.
Захист навчальних проєктів з теми «Теплові явища»	1. Дослідження унікальних фізичних властивостей води.	
<b>Розділ 2. ЕЛЕКТРИЧНІ ЯВИЩА. ЕЛЕКТРИЧНИЙ СТРУМ</b>		
Електричне поле	1. Дослідження впливу електричного поля на розвиток (схожість, ріст) рослин. 2. Дослідження фізіологічної дії зовнішнього електричного поля на організм людини. 3. Дослідження змін фізичних характеристик рідин під дією фізичних полів.	1. Дослідження електризації тіл. 2. Візуалізація силових ліній електричного поля за допомогою солом'яних «стрілок», манної крупи, насіння фенхелю.
Електричний струм. Електрична провідність металів. Дії електричного струму	1. Дослідження дії електричного струму на клітини рослин та інших живих істот. 2. Дослідження електричних властивостей живих організмів. 3. Електрика на службі охорони природи	1. Дослідження сили струму та калібровка амперметра 2. Регулювання сили струму реостатом. 3. Вимірювання напруги 4. Складання електричного кола і вимірювання сили струму та напруги
Розрахунок опору провідника. Питомий опір	1. Дослідження залежності питомого опору листя дерев від його розміру та кольору.	1. Вимірювання опору провідників 2. Дослідження опору в дроті при

речовини. Реостати	2. Дослідження питомого опору зрізів дерев різних порід. 3. Дослідження залежності опору овочів залежно від ступеня їх стиглості.	зміні його питомого опору, довжини та площі поперечного перерізу.
Теплова дія струму. Закон Джоуля — Ленца. Електричні нагрівальні пристрої. Запобіжники	1. Дослідження споживання електроенергії (добові, тижневі, місячні, сезонні графіки споживання електроенергії). 2. Дослідження енергоспоживання у вашому будинку. Вимірювання витрат енергії вдома.	1. Вимірювання роботи та потужності електричного струму 2. Дослідження роботи вольметра та його калібровка. 3. Дослідження залежності закону Ома від параметрів.
Захист навчальних проєктів з теми «Електричні явища. Електричний струм»	1. Дослідження застосування електролізу і струму в газах у практичній діяльності людини. 2. Дослідження електропостачання квартири. 3. Дослідження впливу електричного струму на людський організм.	1. Дослідження електропровідності різних рідин.

Як видно з таблиці 2.3 за STEM-навчання в центрі уваги знаходиться практичне завдання чи проблема. Учні вчать знаходити шляхи вирішення не в теорії, а прямо зараз шляхом спроб та помилок. Структура уроку повинна включати основні предметні знання, узагальнені (наскрізні) поняття, наукові та інженерні навички.

Запровадження STEM- навчання має відбуватися поступово. З метою залучення учнів до практичної діяльності бажано розширити діапазон форм і методів навчання, способів навчальної взаємодії. Практика роботи показала плідність інтеграції, виявила перспективи подальшого розвитку та удосконалення такого підходу до навчання. Для формування предметних компетентностей учнів учитель має спиратися на систему інтегрованих завдань, спрямованих на застосування знань для розв'язування задач у змодельованих життєвих ситуаціях [18].



### 2.3. Методика впровадження елементів STEM на уроках фізики на етапі базової загальної освіти

Планування освітнього процесу з фізики, орієнтованого на реалізацію елементів STEM, запропоноване у п.п 2.2. допомогло розробити завдання для учнів відповідного типу.

Як зазначалось вище, одним із способів залучення учнів до STEM-освіти є виконання проєктів. Нижче наводимо приклади реалізації проєктної технології з тем «Теплові явища. Види теплопередачі» та «Електричний заряд. Електричне поле» [19].

#### Проєкт № 1

#### **«Дослідження кількості теплової енергії, що випромінюється від екрана комп'ютера»**

Мета: з'ясувати, яка кількість теплової енергії від екрана комп'ютера припадає на одиницю поверхні тіла користувача.

Обладнання: монітор комп'ютера, металевий брусок, термометр, терези, важки, лінійка.

На початку заняття викладач повинен провести інструктаж з техніки безпеки щодо поводження з термометром. Слід звернути увагу учнів на можливій небезпеці, пов'язаній з отруйністю парів ртуті (якщо відбудеться розгерметизація термометра).

#### Порядок виконання роботи:

1. Взяти металевий брусок. Виміряти його масу, площу повернутої до монітора поверхні бруска та початкову температуру.

2. На відстані приблизно 25-30 см від екрана працюючого монітору розташувати цей брусок із задалегідь відомого металу або сплаву.

3. Через 45 хвилин виміряти температуру бруска.

4. За формулою

$$Q = c \cdot m (t_1 - t_2)$$

знайти кількість теплоти, яку отримав брусок.

5. За формулою

$$Q_0 = \frac{Q}{S} \quad (2.1)$$

де  $Q_0$  - кількість теплоти одиниці площі.

$S$  - площа повернутої до монітору поверхні бруска.

$Q$  - загальна кількість теплоти бруска.

розрахувати кількість теплоти, яка припадає на одиницю поверхні.

6. Подумати, яка приблизно площа поверхні шкіри людини (незахищеної одягом) попадає під дію теплового випромінювання.

7. За формулою

$$Q^{\wedge} = Q_0 \cdot S^{\wedge} \quad (2.2)$$

де  $Q^{\wedge}$  - теплове випромінювання, яке попало на незахищені ділянки шкіри людини.

$S^{\wedge}$  - площа незахищених ділянок шкіри.

8. Заповнити таблицю 2.4.

*Таблиця 2.4*

Результати досліджень

$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_2, ^\circ\text{C}$	$m, \text{кг}$	$S, \text{мм}^2$	$Q, \text{Дж}$	$Q_0, \text{Дж}$	$S^{\wedge}, \text{мм}^2$	$Q^{\wedge}, \text{мм}^2$

9. Зробити висновки.

Проект № 2

**«Дослідження залежності питомого опору листя дерев від його розміру та кольору»**

Мета: з'ясувати, залежності питомого опору листя дерев від його розміру та кольору.

Обладнання: омметр, листя дерев, комп'ютер.

Порядок виконання роботи:

Виміряйте за допомогою чутливого омметра опір листя дерев. При цьому дослідите питання про те, чи однаковий опір мають жовтий і зелений лист однієї й тієї самої рослини; чи однаковий опір ділянки листа, взятого поперек його і вдовж основи; чи однаковий опір мають ділянки однакової довжини листя різних порід дерев. Чим це можна пояснити?

### Проект № 3

#### **«Дослідження залежності питомого опору овочів залежно від ступеня їх стиглості»**

Мета: з'ясувати, залежності опору овочів залежно від ступеня їх стиглості.

Обладнання: гальванометр, мідна і залізна петлі, лимон, огірок, яблуко, комп'ютер.

Порядок виконання роботи:

1. Помістіть на відстані 2 - 3 см один від одного мідну і залізну петлі на поверхні лимона, огірка, яблука (зануривши на 1 - 1,5 см).
2. З'єднувальними проводами підключіть овочі до чутливого гальванометра.
3. Опишіть побачене та поясніть.

### Проект № 4

#### **«Дослідження фізіологічної дії зовнішнього електричного поля на організм людини»**

Мета: з'ясувати, фізіологічної дії зовнішнього електричного поля на організм людини

Обладнання: телевізор.

Порядок виконання роботи:

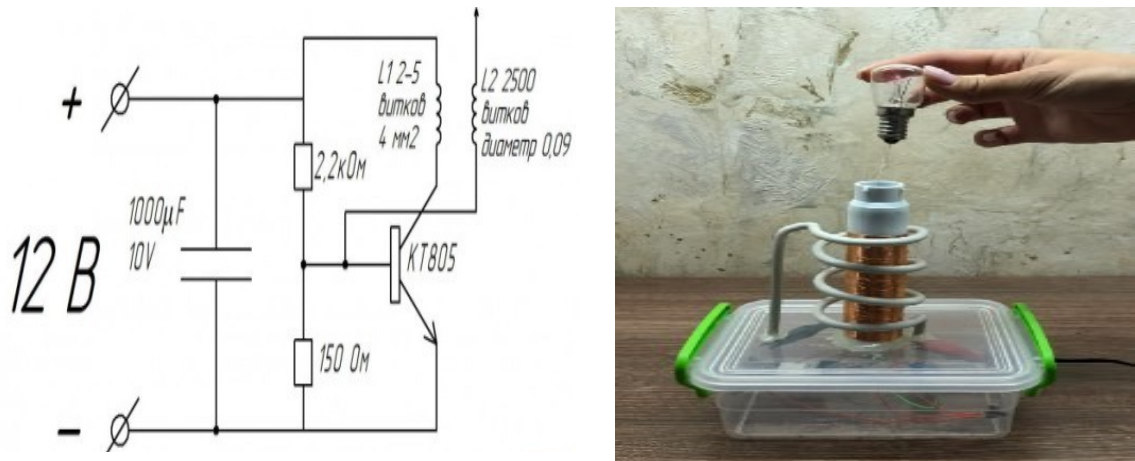
Піднесіть до екрану ввімкненого монітора або телевізора частину руки, що вкрита маленькими волосинками.

Що ви спостерігаєте? Чи відчули ви «шевеління» волосинок на тілі? Чим це можна пояснити?

## Проект № 5

## «Виготовлення генератора електромагнітних коливань «Качер Бровіна»»

Принцип роботи цього приладу схожий на котушку Тесли. Схема приладу запропонована студентами Київського авіаційного університету А.Денисовою та Є.Грабейчук



**Рис.2.3.Схема та прилад Качера Бровіна**

Для виготовлення такого приладу потрібен наступний набір приладів та інструментів: пластиковий контейнер; мідний дріт діаметром 0,18 мм; для вторинної котушки – пластикова трубка довжиною 9 см і діаметром 25 мм; для первинної котушки взяли кабель діаметром 3 мм; для внутрішньої частини біполярний транзистор KT805БМ; плівковий конденсатор; два резистори (один – 2,2 кОм, другий – 150 Ом); гніздо для підключення штекера; маленький вимикач; блок живлення 12V 1 А; два зажими.

Виготовлення цього приладу можна запропонувати під час вивчення магнітного поля соленоїда або різних типів розряду

Переважна більшість досліджень проводиться з залученням учнів до групової роботи. Під час групових форм роботи учні обмінюються інформацією, навчаються підпорядковувати власні завдання колективній справі, це привчає їх поважати думку інших, переживати не тільки

успіхи, а й невдачі інших. Варто зазначити, що тільки відкриття, зроблені власноручно, запам'ятовуються найкраще.

Як уже зазначалось у розділі 1, на сьогодні всі школи забезпечені комп'ютерною технікою. Наявність цих засобів надає можливість застосовувати технології STEM орієнтованої освіти, тобто навчання через власні дослідження учнів.

Наведемо в якості прикладів види такої діяльності:

1. Урок – дослідження. Учням пропонується самостійно провести невелике дослідження, використовуючи комп'ютерну модель, і отримати необхідні результати. В цьому випадку урок наближається до ідеалу, оскільки учні отримують знання в процесі самостійної і творчої роботи, бо знання вмотивовано необхідні їм для отримання конкретного результату на екрані комп'ютера. Вчитель в цьому випадку є лише помічником в творчому процесі оволодіння знаннями. Зрозуміло такий урок можна провести тільки в комп'ютерному класі.

2. Урок – розв'язування задач з наступною комп'ютерною перевіркою. Вчитель пропонує учням для самостійного розв'язання в класі або в якості домашнього завдання індивідуальні задачі, правильність розв'язання яких вони можуть перевірити поставивши комп'ютерні досліди. Можливість наступної перевірки в комп'ютерному експерименті отриманих результатів підсилює пізнавальний інтерес, робить роботу більш творчою, а іноді наближає її по характеру до наукового дослідження. Певним чином виправити ситуацію допомагають комп'ютерні віртуальні лабораторії, хоч повністю замінити реальні вони не можуть.

3. Урок – лабораторне дослідження. Віртуальні лабораторні роботи дають можливість отримувати реальні умови для виконання експериментальних завдань, порівнювати виміряні дані експерименту із сучасним фізичним експериментом, який проведено на дорогому науково-дослідному обладнанні, і таким чином засвоювати нові

інформаційні технології. Прикладом таких віртуальних робіт є система LabVIEW (Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench) компанії National Instruments, яка дає можливість створювати вимірювальні комплекси й системи автоматизації керування на базі віртуальних приладів.

При закріпленні вивченого матеріалу корисно провести віртуальну лабораторну роботу по дослідженню розглянутого явища. В ході роботи можна розглянути всі нюанси проведення експерименту.

Закріплення знань по темі «Теплообмін» ефективно проводиться з використанням програми «Macromedia Flash Player 8», лабораторна робота № 9 «Вивчення явища теплообміну» рис. 2.3.

Лабораторная работа №9. Изучение явления теплообмена.

Цель работы: измерить удельную теплоемкость металлов и проверить уравнение теплового баланса.

Повтори теорію / Предложи способ / **Ход работы** / Проверь себя / Очисти

1. Налейте в калориметр столько холодной воды, чтобы в нее можно было полностью погрузить цилиндр.
2. Измерьте температуру воды  $T_{\text{воды}}$  в калориметре и ее объем  $V_{\text{воды}}$ . Запишите эти значения в таблицу.
3. Налейте в стакан горячей воды и погрузите в нее стальной цилиндр массой 300 г.
4. Измерьте температуру горячей воды (цилиндра)  $T_{\text{стали}}$ . Запишите ее в таблицу.
5. Перенесите цилиндр в калориметр и закройте крышку.
6. Дождитесь, пока температура в калориметре не перестанет меняться. Запишите установившуюся температуру  $T_{\text{кон}}$  в таблицу.
7. Зная из таблицы удельную теплоемкость воды, вычислите количество теплоты, полученное водой, по известной формуле:  $Q_{\text{пол}} = V \rho c (T_{\text{кон}} - T_{\text{воды}})$ .
8. Зная из таблицы удельную теплоемкость стали, вычислите количество теплоты, отданное телом, по известной формуле:  $Q_{\text{отд}} = m \cdot c [T_{\text{стали}} - T_{\text{кон}}]$ .
9. Повторите измерения для алюминиевого цилиндра массой 100 г.

№	$T_{\text{воды}}, ^\circ\text{C}$	$V_{\text{воды}}, \text{мл}$	$T_{\text{стали}}, ^\circ\text{C}$	$m_{\text{стали}}, \text{г}$	$T_{\text{кон}}, ^\circ\text{C}$	$Q_{\text{отд}}, \text{Дж}$	$Q_{\text{пол}}, \text{Дж}$
1				300			
				100			
2				300			
				100			

Лабораторная работа №9. Изучение явления теплообмена.

Цель работы: измерить удельную теплоемкость металлов и проверить уравнение теплового баланса.

Повтори теорію / Предложи способ / Ход работы / **Проверь себя** / Очисти

- Теплообменом называется процесс изменения внутренней энергии одного тела за счет изменения внутренней энергии другого тела.

Количество теплоты  $Q$ , полученное телом, пропорционально массе тела  $m$  и разности температур:

$$Q = m \cdot c (T_k - T_n)$$

где  $T_n$  - начальная температура тела,  
 $T_k$  - конечная температура,  
 $c$  - коэффициент пропорциональности, называемый удельной теплоемкостью.

**Схема калориметра**

В школе часто используют калориметр, представляющий собой два стакана, между которыми расположен теплоизолирующий слой пенопласта или воздуха. Дно внутреннего стакана отделено от внешнего специальной подставкой. Калориметр обычно снабжен термометром и устройством для перемешивания воды. В ходе измерений калориметр нужно накрывать крышкой.

**Таблица**

Вещество	Уд. теплоемкость, (Дж/кг·град)
вода	4200
алюминий	900
железо (сталь)	450
медь	385
олово	228
свинец	130

Пример: Чтобы нагреть один килограмм воды на один градус, надо подвести количество теплоты равное 4200 Дж.

Рис. 2.3 Програма «Macromedia Flash Player 8», лабораторна робота №9 «Вивчення явища теплообміну»

Приведена лабораторна робота дозволяє виконати декілька різноманітних завдань з використанням пропонованого обладнання. Умови експерименту студент вільний змінювати так, як йому хочеться. В цій же програмі цікаво використовувати лабораторну роботу № 10 «Вивчення закону Ома» в ході систематизації знань по темі «Законо постійного струму» рис. 2.4. Учні можуть самостійно збирати електричні ланцюги довільно варіюючи як обладнанням, так і способами їх з'єднання (послідовно, паралельно) [39]. Вимірювальні прилади дозволяють одержати дані, які можна використовувати при розрахунку ланцюгів, при складанні розрахункових задач.

**Лабораторная работа №10. Изучение закона Ома.**  
 Цель работы: проверить закона Ома, изучить основные принципы работы цепи постоянного тока.

**Ход работы**

№	U, В	I, А	$R_{\text{эсп}} = \frac{U}{I}, \text{ Ом}$	$R_{\text{зад}}, \text{ Ом}$
1				50
2				
3				

**Условные обозначения**

- $R$  — сопротивление
- $A$  — амперметр
- $V$  — вольтметр
- $\square$  — реостат
- $\text{---|---|}$  — источник питания (ЗДС)
- $\otimes$  — лампочка

**Закон Ома для участка цепи:**  
 Сила тока, текущего через резистор (сопротивление), прямо пропорциональна разности потенциалов на концах резистора и обратно пропорциональна сопротивлению этого резистора.  

$$I = \frac{U}{R}$$

**Рис. 2.4 Програма «Macromedia Flash Player 8», лабораторна робота №10 «Вивчення закону Ома»**

Віртуальна фізика та обрані нами сайти дозволяють вчителям в легкій і невимушеній формі наочно показати дії основних законів фізики. Учні краще сприймають побачене, і це доведено неодноразово, адже показавши учневі ту чи іншу анімацію, він краще сприймає матеріал, адже уява в усіх різна, і без продемонстрованого учень міг уявити все по-іншому. Процес виконання віртуальних лабораторних робіт практично ідентичний виконанню лабораторних робіт в реальних умовах. І практично єдина відмінність віртуальних лабораторних робіт від реальних, це те, що виконуються вони на комп'ютері.

З метою популяризації STEM під час вивчення фізики, нами було розроблено методичні рекомендації для вчителів.

*Методичні рекомендації щодо впровадження STEM-освіти в освітній процес з фізики*

1. Запровадження STEM-навчання має відбуватися у межах чинного законодавства на засадах особистісно зорієнтованого, діяльнісного і компетентнісного підходів

2. Створення STEM-програми, що повинна відповідати наступним вимогам:

- актуальність та інноваційність змісту;
- зрозумілість процесу реалізації програми (що конкретно роблять учні, які умови та обладнання необхідні для ефективної реалізації);
- наявність методики, яка дозволяє використовувати програму у процесі вивчення фізики;
- наявність інструментів для вимірювання освітнього та виховного результату впровадження STEM [55]

3. Залучення школярів до проектної, проектно-дослідницької діяльності, участь у: МАН конкурсах, олімпіадах, конференціях, турнірах, наукових пікніках, фестивалях та інших інтелектуальних змаганнях.

4. Використання в освітньому процесі з фізики новітніх технологій та засобів ІКТ

5. Підвищення рівня самостійності учнів у процесі виконання завдань



## РОЗДІЛ 3

### ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕДАГОГІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ ТА АНАЛІЗ ЙОГО РЕЗУЛЬТАТІВ

#### **3.1. Проведення педагогічного експерименту з проблеми впровадження STEM-технологій під час вивчення фізики**

Експеримент є головним методом збирання інформації у науці. Його проведення пов'язане з пошуком причинно-наслідкових відносин досліджуваних явищ дійсності. Цей метод є розвитком методу спостереження та логічного аналізу. Але якщо спостереження – це пасивний метод збирання інформації, то експеримент передбачає активний вплив на об'єкт дослідження кількох контрольованих чинників [24].

Одним із видів наукового експерименту є педагогічний експеримент, який передбачає активний вплив на педагогічне явище чи процес шляхом створення нових умов, що відповідають меті дослідження [24].

Педагогічний експеримент, на відміну від інших методів, створює умови для:

- 1) перевірки ефективності запроваджень у навчально-виховний процес;
- 2) порівняння ролі та впливу різних факторів на педагогічний процес;
- 3) вибору оптимальних факторів для організації певних ситуацій навчання та виховання;
- 4) виявлення умов реалізації певних педагогічних задач;
- 5) виявлення специфіки та закономірностей протікання педагогічного процесу в конкретних, в тому числі й заданих, умовах [37].

Спланований нами педагогічний експеримент мав наступні завдання:

- вивчення проблеми застосування технологій STEM в освітньому процесі з фізики закладаів середньої освіти м. Херсона та Херсонської області;

- розробка начально-методичного забезпечення використання STEM-технологій на етапі базової освіти ;

- впровадження у навчально-виховний процес розробленого навчально-методичного забезпечення;

- виявлення ефективності розробленої методики шляхом анкетування школярів на початку та в кінці педагогічного експерименту.

Педагогічний експеримент по виявленню ефективності розробленої методики використання STEM-технологій в освітній процес з фізики мав три етапи: констатуючий, формувальний та контрольний.

Серед основних завдань *констатуючого етапу* педагогічного експерименту були:

- проведення анкетування серед вчителів фізики, з метою вивчення їх досвіду використання STEM при викладанні фізики на уроках та у позаурочний час;

- розробка методичних рекомендацій з використання STEM-технологій при вивченні фізики на етапі базової освіти.

На *формувальному етапі* нами було впроваджено у освітній процес розробленого навчально-методичного забезпечення використання STEM.

Виявлення ефективності розробленої методики шляхом анкетування школярів та вчителів в кінці педагогічного експерименту відбувалось на *контролюючому етапі*.

### **3.2. Аналіз результатів педагогічного експерименту**

Апробація результатів дослідження проводилася на базі Херсонського Академічного ліцею ім.О.В.Мішукова Херсонської міської ради при Херсонському державному університеті

З метою аналізу стану проблеми використання STEM у процесі вивчення фізики на початку та у кінці педагогічного експерименту нами було проведено анкетування, у якому взяли участь 28 учнів 8 класу (з них 90 % зазначили, що їм подобається фізика).

Учням було запропоновано дати відповіді на 10 запитань, які стосуються застосування STEM-технологій у процесі навчання фізики.

Дослідження проводилося за допомогою єдиного для всіх учнів інструментарію, який включав в себе:

1. Інструменти збирання інформації: анкета для учнів;
2. Засоби ілюстрування результатів: діаграми.

На запитання **«Що саме вам подобається у навчанні фізики»**

- 20 % опитуваних відповіли, що спостерігати досліди;
- 30 %, що виконувати досліди;
- 20 %, працювати у проектній діяльності;
- 30 %, що конструювати фізичні прилади.

Розподіл відповідей учнів представлено на діаграмі (див. рис. 3.1.).

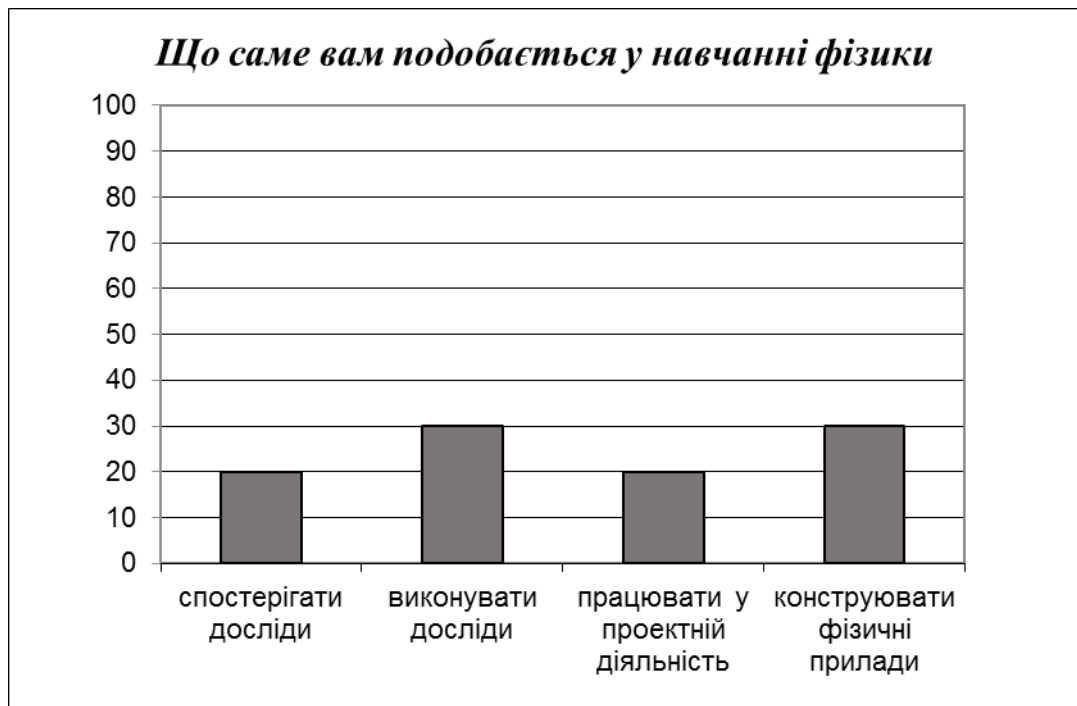


Рис. 3.1. Розподіл відповідей учнів

На запитання «*Чи подобається виготовляти на уроках фізики саморобні прилади*»

- 70 % так, подобається виготовляти на уроках фізики саморобні прилади;

- 30 % ні не подобається виготовляти на уроках фізики саморобні прилади;

Розподіл відповідей учнів представлено на діаграмі (рис. 3.2.).



Рис. 3.2. Розподіл відповідей учнів

На запитання «*Чи подобається вам самотійно виконувати досліди вдома*»

- 50% опитуваних відповіли, що так, дуже подобається;
- 35%, що іноді залежно від теми;
- 15%, що не подобається.

Розподіл відповідей учнів представлено на діаграмі (рис. 3.3).

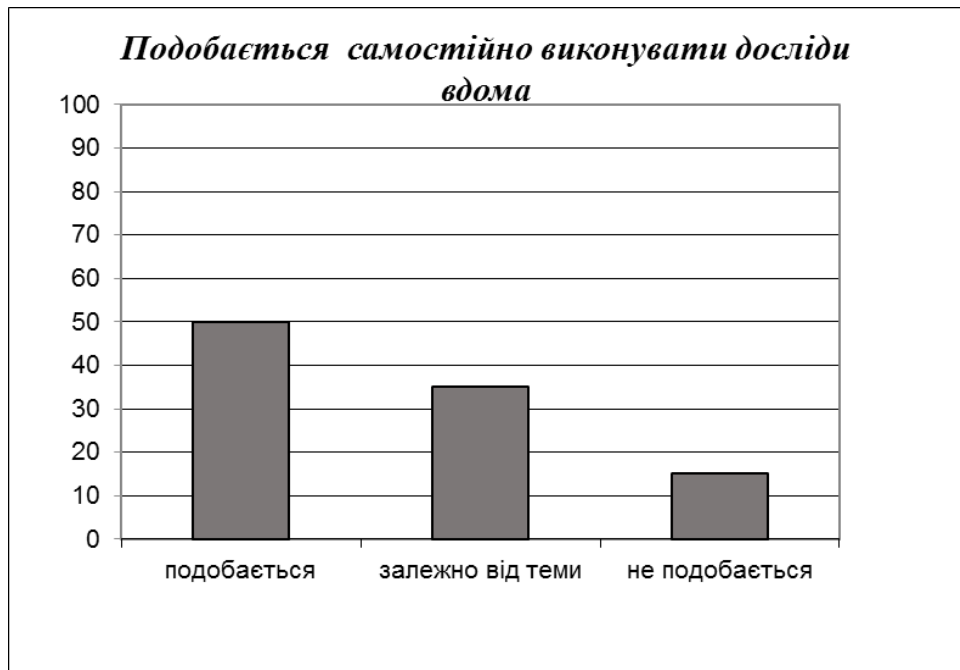


Рис. 3.3. Розподіл відповідей учнів

На запитання «**Чи подобається вам самостійно виконувати дослід в класі**», учні відповіли таким чином:

- 40 % учнів зазначили, що так, дуже подобається;
- 50%, що іноді подобається, а іноді – ні (це залежить від теми уроку);
- 10%, що не подобається (рис. 3.4).



Рис. 3.4. Розподіл відповідей учнів

Відповідаючи на запитання *«Як часто ви виконуєте експериментальні завдання, досліді»* думки учнів розійшлись.

- 30% з них вважають, що так, час від часу виконують;
- 68%, що іноді виконують;
- 2%, що не часто (рис. 3.5).



Рис. 3.5. Розподіл відповідей учнів

Відповідаючи на запитання *«Яким способом ви виконуєте лабораторні роботи?»* думки учнів розійшлись.

- 59% , в бригадах, у кожної бригади на столі своє обладнання;
- 26%, вчитель виконує на демонстраційному столі, а ми лише спостерігаємо;
- 15%, використовуємо комп'ютери (віртуальні лабораторії) (рис. 3.6).

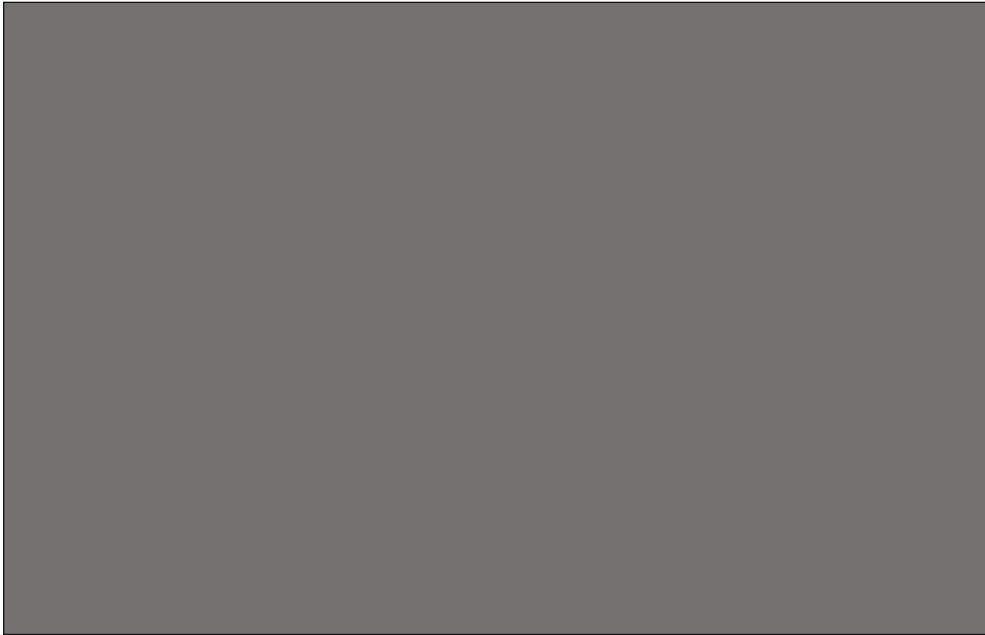


Рис. 3.6. Розподіл відповідей учнів

Відповідаючи на запитання «*Чи хотіли б ви брати участь МАН?*» думки учнів розійшлись.

- 45% , так, мені було б дуже цікаво;
- 30%, ні, не думаю, що це зацікавило б мене;
- 25%, не знаю (рис. 3.7).



Рис. 3.7. Розподіл відповідей учнів

Узагальнюючи результати педагогічного експерименту, можна стверджувати, що розроблена нами методика застосування STEM-технологій у процесі вивчення фізики на етапі базової освіти є продуктивною і може бути впровадження у практику навчання фізики у закладах середньої освіти



## ВИСНОВКИ

1. Аналіз науково-педагогічної літератури засвідчив, що одним із напрямів розвитку природничо-математичної освіти є STEM-орієнтований підхід до навчання. Проблемі реалізації основних засад STEM-освіти присвячені роботи вітчизняних та зарубіжних науковців. Під STEM розуміють «*S - science, T - technology – E-engineering – M-mathematics*». Такий підхід дає можливість комплексно формувати ключові та предметні компетентності, що передбачають: здатність і готовність до розв'язання комплексних проблем, критичного мислення, творчості, здійснення інноваційної діяльності тощо.

2. Серед способів навчання, що забезпечуватимуть реалізацію STEM у освітньому процесі з фізики ми виділяємо *метод проектів* та виконання *віртуальних лабораторних робіт*.

3. Розроблені нами STEM-проекти та завдання до віртуальних лабораторних робіт, а також методичні рекомендації до них можуть бути використаними учителями та студентами під час проходження виробничої практики.

4. Результати анкетування учнів свідчать про те, що виконання STEM-проектів та віртуальних лабораторних робіт позитивно впливає на їх ставлення до вивчення фізики.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Фіцула М. М. Педагогіка / М. М. Фіцула. – Тернопіль: Навчальна книга-Богдан, 2005. – 232 с
2. Шарко В. Д. Сучасний урок фізики: технологічний аспект : посіб. для вчителів і студентів / В. Шарко. – К., 2005. – С. 118–126.
3. STEAM-освіта: [Електронний ресурс]. - Режим доступу <http://ippo.kubg.edu.ua/content/11373>
4. STEAM-освіта: [Електронний ресурс]. - Режим доступу [http://www.ippo.if.ua/predmety/fizyka/media/files/fizuka\\_proekt.doc](http://www.ippo.if.ua/predmety/fizyka/media/files/fizuka_proekt.doc)
5. Шарко В.Д. Модернізація системи навчання учнів STEM-дисциплін як методична проблема /В.Д.Шарко // Наукові записки. - Випуск 10. - Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Частина 3. / За заг. ред. М.І. Садового. - Кропивницький: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка, 2016 - С.160-164.
6. Антикуз О. В. Навчальні проекти з фізики.7-9 класи./О. В. Антикуз.- Х: Вид. група «Основа», 2018-128 с.
7. Методичні рекомендації щодо розвитку STEM-освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти навчальних України у 2018-2019 навчальному році. (Лист ІЗМО № 22. 1/10-2573 від 19.07.2018 року).
8. Застосування методу проектів при формуванні пізнавальної активності учнів на уроках фізики . Методичний посібник // Автор упорядник Н.В. Малик .- Переяслав-Хмельницький.-2011 р.-148с
9. Галатюк Ю.М. Дослідницька робота учнів з фізики / М.Галатюк, В.І.Тишук. – Х.: Вид. група “Основа”: “Тріада+”, 2007. – 192 с. – (Б-ка журн. “Фізика в школах України” Вип. 11 (47)).
10. Гальперштейн Л. Забавная физика: Научно-популярная книга / Л. Гальперштейн. – М. : Дет. лит., 1993. – 255 с.

11. Семеніхіна О.В., Шамо́ня В.Г. Віртуальні лабораторії як інструмент навчальної та наукової діяльності // Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології. – Суми: Вид-во СумДПУ імені А.С.Макаренка, 2011. №1(11) – С. 341-346
12. Морзе Н. Презентація STEAM-освіта [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.stemschool.com/>.
13. Карпова Л.Б. Навчальні та інноваційні навички ХХІ століття. /Л.Б.Карпова//Фізика в школах України.-2013-№7-с.22-24.
14. Закон України «Про освіту» [Електронний ресурс]. / Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2145-19>.
15. Шарко В.Д. Напрями модернізації системи шкільної освіти в умовах переходу на stem-навчання Інтернет-конференція «STEM-освіта як шлях до інноваційного розвитку національної освіти» <http://internet-confer.16mb.com/>
16. Карпова Л.Б. Навчальні та інноваційні навички ХХІ століття. /Л.Б.Карпова//Фізика в школах України.-2013-№7-с.22-24.
17. Кейс-уроки [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://refob.edufuture.biz/news/28-keys-uroki.html>.
18. Корнієнко О.Р. Про актуальність запровадження STEM-навчання в Україні.[Електронний ресурс]./О.Р.Корнієнко-Режим доступу: <http://elenakornienko.blogspot.com/2016/02/stem.html>.-Назва з екрана.
19. Збірник фізичних задач і дослідницьких завдань екологічного змісту для основної школи. [Навчально-методичний посібник] / В. Д. Шарко, Н. В. Куриленко. – Херсон. – Видавництво: В. С. Вишемирський. – 2015. – 153 с.
20. Що таке STEM-освіта у навчальному закладі [Електронний ресурс]. / Режим доступу: <https://www.pedrada.com.ua/article/1401-shcho-take-stem-osvta-u-navchalnomu-zaklad>.

21. Проект концепції stem-освіти в Україні [Електронний ресурс]. / Режим доступу: <https://drive.google.com/file/d/0B3m2TqBM0APKT0d3R29PbWZwUnM/view>.

22. Наказ МОН України від 29.02.2016 № 188 «Про утворення робочої групи з питань впровадження STEM-освіти в Україні» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://vynahidnyk.org/arhiv-novyn-ta-podiy/STEM.html>

23. Лист № 869-16/02.2 МОІППО щодо впровадження STEM-освіти в загальноосвітніх навчальних закладах від 05.10.2015 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://osvita-krda.mk.ua>

24. Андрієвська В.М., Білоусова Л.І. Концепція BYOD як інструмент реалізації STEAM-освіти // Фізико-математична освіта : науковий журнал. – 2017. – Випуск 4(14). – С. 13-17.

25. Бузько В. Л. Проектна діяльність учнів основної школи як засіб формування пізнавального інтересу до фізики / В. Л. Бузько // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки. – Чернігів : ЧНПУ, 2013. – Вип. 109. – С. 30-32.

26. Бузько В. Л. Реалізація STEM-освіти у процесі навчання фізики в загальноосвітній школі / В. Л. Бузько // STEM-освіта – проблеми та перспективи : міжнар. наук.-практ. семінар., 28-29 жовтня 2016 р. : збірник матеріалів. – Кропивницький : КЛА НАУ, 2016. – С. 5-8.

27. Вольянська С.Є. STEM-освіта/С.Є.Вольянська//Довідник сучасного педагога.-Х.: Вид.група «Основа», 2016-с.124-125.

28. Гевко О. Активізація навчально-пізнавальної діяльності учнів на уроках загальноосвітньої школи / О. Гевко // Людинознавчі студії. – Дрогобич : ДДПУ ім. І. Франка, 2014. – Випуск № 29. – Серія: Педагогіка. – Частина 2.– С. 50-57.

29. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти.//Математика в школах України.-2012-№6(342)-с.2-9, Фізична газета.-2012- №2-с.3, Інформаційний збірник та коментарі Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України-2012-№4-5, лютий-с.3-56

30. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти: від теорії до практики( у запитаннях та відповідях)./Уклад. І. С. Маркова, В. І. Садкіна.//Фізика в школах України. - 2016-№27(507)-с.4-7.

31. Дубровіна І.В. Пізнавальна активність як стан готовності до пізнавальної діяльності учнів [Електронний ресурс] / І.В. Дубровіна // Народна освіта. – 2011. – № 3. – Режим доступу: <http://www.narodnaosvita.kiev.ua>

32. Кириленко С. Поліфункціональний урок у системі STEM-освіти: теоретикометодологічні та методичні сегменти / Світлана Кириленко, Ольга Кіян // Рідна школа. – 2016. – № 4. – С. 50-54.

33. Коваленко О. STEM-освіта: досвід упровадження в країнах ЄС та США./О.Коваленко, О.Сапрунова.//Рідна школа.-2016-№4-с.46-49.

34. Корнієнко О.Р. Про актуальність запровадження STEM-навчання в Україні.[Електронний ресурс]./О.Р.Корнієнко-Режим доступу: [//http://elenakornienko.blogspot.com/2016/02/stem.html](http://elenakornienko.blogspot.com/2016/02/stem.html).-Назва з екрана.

35. Косошов І.Г. Завдання з фізики як засіб реалізації практико-орієнтованого навчання в старшій школі / І. Косошов, Г. Шишкін // Наукові записки. – Кропивницький : РРВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2017. – Випуск № 11. – Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. – Частина 3. – С. 69-72.

36. Куриленко, Н.В. Дослідницька діяльність під час навчання фізики учнів основної школи як спосіб їх залучення до STEM – освіти / Н.В. Куриленко // Україна-Польща: економічні та соціальні виклики 2030: електронний збірник матеріалів Міжнародної міждисциплінарної

конференції (Варшава, Польська Республіка, 30.06 – 02.07.2017). – Варшава, 2017. – С. 114-118

37. Методичні рекомендації щодо впровадження STEM-освіти у загальноосвітніх та позашкільних навчальних закладах України на 2017/2018 навчальний рік [Електронний ресурс] : лист № 21.1/10-1470 / Державна наукова установа «Інститут модернізації змісту освіти». – К., 13.07.17. – 9 с. – Режим доступу : <https://drive.google.com/open?id=0B3m2TqBM0APKekwtZFdhWXJuODg>.

38. Методичні рекомендації щодо впровадження STEM-освіти у загальноосвітніх та позашкільних навчальних закладах України на 2017/2018 навчальний рік (Лист ІМЗО № 21.1/10-1470 від 13.07.17 року).

39. Навчальні програми для загальноосвітніх навчальних закладів України + опис ключових змін. Фізика. Природознавство. 5-9 класи.-К.: Вид. дім «Освіта»,2017-48 с.

40. Навчально-методичні матеріали для вчителів [Електронний ресурс]. – <https://imzo.gov.ua/stemosvita/navchalno-metodichniyi-materiali-dlya-vchiteliv/>. – Загол. з екрану. – Мова укр.

41. STEM-проект: генератор Кандинского и другие интерактивные апплеты в GeoGebra [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://edugalaxy.intel.ru/>.-Назва з екрана.

42. STEM-освіта. [Електронний ресурс]. - Режим доступу:<http://www.imzo.gov.ua/stem-osvita/>.-Назва з екрана.

43. STEM-освіта: готувати до інновацій [Електронний ресурс] / Дмитро ШУЛКІН // «Освіта України». Офіційне видання Міністерства освіти і науки України. – 2015 рік. – №26. – С.8-9. – Режим доступу: [http://lib.pedpresa.ua/wp-content/uploads/2015/08/26-2015\\_osvita\\_ukr-inet.pdf/](http://lib.pedpresa.ua/wp-content/uploads/2015/08/26-2015_osvita_ukr-inet.pdf/).-Назва з екрана.

44. Підгорна Т. В. Віртуальні лабораторії як засіб інтелектуального розвитку [Електронний ресурс] / Т. В. Підгорна // Матеріали 3-ї міжнародної науково-практичної конференції

"Віртуальний освітній простір: психологічні проблеми" 2014 (до 85-річчя Ю.І. Машбиця). – 2014. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.newlearning.org.ua/content/tezi-dopovidey-3-yi-mizhnarodnoyi-naukovo-praktichnoyi-konferenciyi-virtualniy-osvitniy>.

45. Резник, О.В. Елементи Stem освіти на уроках фізики [Текст] / О.В. Резник // Освіта, наука та виробництво: розвиток і перспективи: матеріали III Всеукраїнської науково-методичної конференції, м. Шостка, 19 квітня 2018 р. – Суми: СумДУ, 2018. – С. 215.

46. Федорчук Е. І. Сучасні педагогічні технології : навчально-методичний посібник / Автор-укладач Е. І. Федорчук. – Кам'янець-Подільський : Абетка, 2006. – 212 с.

47. Шарко В.Д. Напрями модернізації системи шкільної освіти в умовах переходу на stem-навчання Інтернет-конференція «STEM-освіта як шлях до інноваційного розвитку національної освіти» <http://internet-confer.16mb.com/>

48. Шарко В.Д. Перехід на STEM-освіту як напрям модернізації шкільної і вузівської систем навчання III Міжнародна науково-практична інтернет-конференція «Сучасні тенденції навчання природничо-математичних та технологічних дисциплін у загальноосвітній та вищій школі» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.kspu.kr.ua/ua/ntmd/konferentsiy/suchasni-tendentsii-navchannia-prirodnycho-matematychnykh-ta-tekhnologichnykh-dystsyplin-u-zahalnoosvitnii-ta-vyshchii-shkoli/sektsiia-2>

49. STEAM-освіта: [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/>

50. Морзе Н. Презентація STEAM-освіта [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.stemschool.com/>

51. STEM-проект: по спіралі! [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://edugalaxy.intel.ru/>.-Назва з екрана.

52. [Сліпухіна І.А., Куриленко Н.В., Меньяйлов С.М. Віртуальний експеримент як складова сучасного навчального фізичного експерименту / І.А.Сліпухіна, Н.В.Куриленко, С.М.Меньяйлов / Збірник матеріалів науково-практичної конференції «Реалії і перспективи природничо-математичної підготовки у закладах освіти», (Херсон 12-13 вересня 2019р.) – Херсон: Видавництво ПП В.С. Вишемирський – 2019. – С. 53-57]

53. [Офіційний сайт Інституту модернізації змісту освіти. <https://imzo.gov.ua/>].

54. [Кушнір Н, Валько Н., Осипова Н., Кузьмич Л. Відкриті освітні ресурси для організації навчання у контексті stem-освіти. // Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету, № 3, 2017. [електронний ресурс]. - С. – 247-255. – режим доступу до ресурсу: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKewjncHG3MnpAhUul4sKHXY-DpQQFjABegQIAhAB&url=https%3A%2F%2Fopenedu.kubg.edu.ua%2Fjournal%2Findex.php%2Fopenedu%2Farticle%2Fdownload%2F89%2F122%2F&usg=AOvVaw06Hh1mAhd31YdJSQcqbWvf>]

55. [Методичні рекомендації щодо впровадження STEM-освіти в навчальних закладах України. [електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ocntt.dp.ua/diialnist/stem-osvita/item/706-metodychni-rekomendatsii-shchodo-vprovadzhennia-stem-osvity-v-navchalnykh-zakladakhukrainy>].



## ДОДАТОК А

## Програма для 7 класу

(70 годин, 2 години на тиждень, 4 години — резервні)

Орієнтовна кількість годин	Очікувані результати навчально-пізнавальної діяльності учнів	Зміст навчального матеріалу
<b>ВСТУП</b>		
1	<p><b>Учень/учениця</b>  <i>Знаннєвий компонент:</i>  знає правила безпеки у фізичному кабінеті; розташування й призначення основних зон шкільного фізичного кабінету та свого робочого місця.</p> <p><i>Діяльнісний компонент:</i>  дотримується правил безпечної поведінки під час роботи з фізичними приладами та обладнанням.</p> <p><i>Ціннісний компонент:</i>  усвідомлює роль шкільного кабінету та значення фізичних приладів у навчанні фізики, відповідальність за поведінку у фізичному кабінеті</p>	<p>Фізика як навчальний предмет у школі.</p> <p><i>Фізичні прилади, фізичний експеримент і фізичні досліди. Правила безпеки під час роботи з фізичним обладнанням та у фізичному кабінеті</i></p>
Розділ 1. <b>ФІЗИКА ЯК ПРИРОДНИЧА НАУКА. ПІЗНАННЯ ПРИРОДИ</b>		
7	<p><b>Учень/учениця</b>  <i>Знаннєвий компонент:</i>  називає характерні ознаки фізичних явищ, їх відмінність від біологічних, хімічних інших явищ; наводить приклади фізичних явищ, фізичних тіл та фізичних величин; знає символи та одиниці основних фізичних величин.  розуміє основні положення атомно-молекулярного вчення; розуміє відмінності між речовиною і полем.</p> <p><i>Діяльнісний компонент:</i>  записує значення фізичної величини, використовує префікси для утворення кратних і частинних одиниць;  користується найпростішими</p>	<p><i>Фізика як фундаментальна наука про природу.</i></p> <p>Речовина і поле. Основні положення атомно-молекулярного вчення. Початкові відомості про будову атома.</p> <p>Фізичні тіла й фізичні явища.</p> <p>Фізичні величини та їх вимірювання. Міжнародна система одиниць фізичних величин.</p> <p><i>Лабораторні роботи № 1. Ознайомлення з вимірювальними приладами. Визначення ціни поділки шкали</i></p>

	<p>засобами вимірювання, <i>визначає</i> ціну поділки шкали;  <i>порівнює</i> значення фізичних величин;  <i>вимірює</i> лінійні розміри тіл, об'єми твердих тіл, рідин і сипких матеріалів;  <i>проводить дослід</i> (індивідуально та в групі) за власним планом або за інструкцією з допомогою вчителя, аналізує результати, робить висновки.</p> <p><i>Ціннісний компонент:</i>  <i>усвідомлює</i> як нові знання співвідносяться із наявними;  <i>висловлює</i> судження про роль спостереження і досліду в пізнанні довкілля</p>	<p>приладу.  № 2. Вимірювання об'єму твердих тіл, рідин і сипких матеріалів.  № 3. Вимірювання розмірів малих тіл різними способами.</p> <p><i>Демонстрації</i>  1. Приклади фізичних явищ: механічних, теплових, електричних, світлових тощо.  2. Моделі молекул.  3. Приклади застосування фізичних явищ у техніці.  4. Засоби вимірювання</p>
1	<i>Захист навчальних проєктів</i>	
	<i>Навчальні ресурси для наскрізних змістових ліній:</i> ситуативні вправи щодо прояву й впливу фізичних явищ на здоров'я й безпеку життєдіяльності, вирішення проблем довкілля, ощадного використання природних ресурсів тощо	
Розділ 2. <b>МЕХАНІЧНИЙ РУХ</b>		
17	<p><b><i>Учень/учениця</i></b>  <i>Знаннєвий компонент:</i>  називає види механічного руху;  <i>володіє</i> поняттям, формулює визначення фізичної величини (швидкість, період обертання, переміщення, амплітуда коливань, період та частота коливань) і <i>вміє</i> обрати її одиницю;  <i>називає</i> вживані одиниці часу, шляху, швидкості, періоду обертання, періоду та частоти коливань;  <i>описує</i> фізичну величину відповідно до узагальнених планів;  <i>розуміє</i> відносність руху.</p> <p><i>Діяльнісний компонент:</i>  <i>уміє</i> застосовувати поняття «матеріальна точка» та визначати межі застосування цієї фізичної моделі;  <i>розрізняє</i> види механічного руху за формою траєкторії та характером руху тіла;  <i>уміє описати</i> механічний рух</p>	<p>Механічний рух. Відносність руху. Тіло відліку. Система відліку. Матеріальна точка. Траєкторія. Шлях. Переміщення.</p> <p>Прямолінійний рівномірний рух. Швидкість руху. Графіки руху.</p> <p>Прямолінійний нерівномірний рух. Середня швидкість нерівномірного руху.</p> <p>Рівномірний рух матеріальної точки по колу. Період обертання.</p> <p>Колівальний рух. Амплітуда коливань. Період і частота коливань. Маятники.</p> <p><i>Лабораторні роботи</i>  № 4. Визначення періоду обертання тіла.  № 5. Дослідження коливань нитяного маятника.</p> <p><i>Демонстрації</i></p>

	<p>графічно й аналітично і провести його аналіз;  <i>розраховує</i> пройдений тілом шлях, визначає швидкість руху, період обертання, частоту коливань нитяного маятника під час розв'язання фізичних задач різного типу;  <i>представляє</i> результати вимірювань у вигляді таблиць і графіків;  <i>використовує</i> набуті знання для безпечної життєдіяльності.</p> <p><i>Ціннісний компонент:</i>  <i>усвідомлює</i> цінність знань про механічний рух для власного розвитку й безпеки</p>	<p>1. Різні види механічного руху.  2. Відносність руху, форми траєкторії, швидкості</p>
1	<i>Захист навчальних проектів</i>	
	<p><i>Навчальні ресурси для наскрізних змістових ліній:</i> ситуативні вправи на аналіз механічного руху учасників дорожнього руху та його наслідки для власної безпеки; задачі з прикладами логістики пасажирських і вантажних перевезень в Україні й світі; уміння вибрати оптимальну траєкторію руху в конкретних життєвих ситуаціях</p>	
<p>Розділ 3.  <b>ВЗАЄМОДІЯ ТІЛ. СИЛА</b></p>		
26	<p><b>Учень/учениця</b>  <i>Знаннєвий компонент:</i>  <i>знає і описує</i> фізичні явища і процеси (інерція, деформація, тяжіння, тертя, тиск);  <i>володіє</i> поняттям, формулює визначення фізичної величини (маса, густина речовини, сила, коефіцієнт тертя, тиск, сила тиску) та вміє обрати її одиницю;  <i>формулює</i> закони Гука, Паскаля, Архімеда;  <i>знає</i> умову плавання тіл;  пояснює причини виникнення атмосферного тиску та його залежність від висоти, залежність сили пружності від деформації;  залежність тиску на дно і стінки посудини від висоти стовпчика й густини рідини;  <i>знає і розуміє</i> будову та принцип дії динамометра, манометра, барометра, терезів.</p> <p><i>Діяльнісний компонент:</i></p>	<p>Явище інерції. Інертність тіла. Маса тіла. Густина речовини.</p> <p>Взаємодія тіл. Сила. Деформація. Сила пружності. Закон Гука. Динамометр.</p> <p>Додавання сил. Рівнодійна. Графічне зображення сил.</p> <p>Сила тяжіння. Вага тіла. Невагомість.</p> <p>Тертя. Сили тертя. Коефіцієнт тертя ковзання. Тертя в природі й техніці.</p> <p>Тиск твердих тіл на поверхню. Сила тиску.</p> <p>Тиск рідин і газів. Закон Паскаля. Сполучені посудини. Манометри.</p> <p>Атмосферний тиск. Вимірювання атмосферного тиску. Барометри.</p> <p>Виштовхувальна сила в рідинах і</p>

	<p>застосовує закони Гука, Паскаля, Архімеда, умови плавання тіл, формули сили тяжіння, ваги тіла, сили тертя ковзання, сили тиску, виштовхувальної сили під час розв'язування різних видів чи типів задач і виконання лабораторних робіт;  <i>здатен (здатна) запропонувати</i> способи зменшення/збільшення сили тертя, сили пружності, тиску в практичних ситуаціях;  <i>графічно зображує</i> сили;  <i>користується</i> динамометром, терезами; <i>читає</i> покази шкали манометра, барометра;  <i>використовує</i> набуті знання у навчальній і практичній діяльності.</p> <p><i>Ціннісний компонент:</i> висловлює судження про роль внеску вчених-фізиків у розвиток і становлення механіки та техніки;  <i>оцінює</i> практичне значення застосування законів і закономірностей у природі та техніці</p>	<p>газах. Закон Архімеда.</p> <p><i>Лабораторні роботи</i>  № 6. Вимірювання маси тіл.  № 7. Визначення густини речовини (твердих тіл і рідин).  № 8. Дослідження пружних властивостей тіл.  № 9. Визначення коефіцієнта тертя ковзання.  № 10. З'ясування умов плавання тіла.</p> <p><i>Демонстрації</i>  1. Досліди, що ілюструють явища інерції та взаємодії тіл.  2. Деформація тіл.  3. Додавання сил, спрямованих уздовж однієї прямої.  4. Прояви та вимірювання сил тертя ковзання, кочення, спокою.  5. Способи зменшення й збільшення сили тертя.  6. Залежність тиску від значення сили та площі.  7. Передавання тиску рідинами й газами.  8. Тиск рідини на дно і стінки посудини.  9. Зміна тиску в рідині з глибиною.  10. Сполучені посудини.  11. Вимірювання атмосферного тиску.  13. Будова і дія манометра.  14. Дія архімедової сили в рідинах і газах.  15. Рівність архімедової сили вазі витісненої рідини в об'ємі зануреної частини тіла.  16. Плавання тіл</p>
1	<i>Захист навчальних проектів</i>	
	<p><i>Навчальні ресурси для наскрізних змістових ліній:</i> ситуативні вправи і задачі на аналіз явища інерції, сил тертя і пружності, їх наслідки для власної безпеки; матеріали з досягнення українських конструкторів у суднобудуванні, повітроплаванні тощо</p>	
<p>Розділ 4.  <b>МЕХАНІЧНА РОБОТА ТА ЕНЕРГІЯ</b></p>		
11	<p><i>Учень/учениця</i>  <i>Знаннєвий компонент:</i>  володіє поняттям, формулює</p>	<p>Механічна робота. Потужність.  Механічна енергія та її види.</p>

	<p>визначення фізичної величини (механічна робота, потужність, кінетична і потенціальна енергія, момент сили, коефіцієнт корисної дії) і <i>вміє</i> обрати її одиницю; <i>розуміє</i> сутність закону збереження механічної енергії, умову рівноваги важеля, принцип дії простих механізмів; <i>знає</i> різновиди важеля.</p> <p><i>Діяльнісний компонент:</i> застосовує закон збереження енергії та формули роботи, потужності, ККД простого механізму, кінетичної енергії тіла, потенціальної енергії тіла, піднятого над поверхнею Землі, деформованого тіла, моменту сили під час розв'язування задач різних типів і виконання лабораторних робіт, у практичній діяльності; <i>користується</i> простими механізмами (важіль, нерухомий та рухомий блоки, похила площина); <i>використовує</i> набуті знання для безпечної життєдіяльності.</p> <p><i>Ціннісний компонент:</i> <i>оцінює</i> прояви закону збереження механічної енергії в природі, техніці, побуті; <i>оцінює</i> ефективність використання простих механізмів; <i>оцінює</i> роль видатних учених у розвитку знань про перетворення енергії</p>	<p>Закон збереження енергії в механічних процесах та його практичне застосування.</p> <p>Прості механізми. Момент сили. Важіль. Умова рівноваги важеля.</p> <p>Коефіцієнт корисної дії простих механізмів.</p> <p><i>Лабораторні роботи</i> № 11. Вивчення умови рівноваги важеля. № 12. Визначення ККД простого механізму.</p> <p><i>Демонстрації</i> 1. Перетворення механічної енергії. 2. Умови рівноваги тіл. 3. Важіль. 4. Рухомий і нерухомий блоки. 5. Похила площина. 6. Використання простих механізмів</p>
1	<i>Захист навчальних проектів</i>	
	<p><i>Навчальні ресурси для наскрізних змістових ліній:</i> ситуативні справи й задачі на застосування закону збереження енергії, розрахунок параметрів простих механізмів, умов їх безпечного використання; інформаційні матеріали про досягнення українських конструкторів у машинобудуванні й будівництві</p>	

## ДОДАТОК Б

### АНКЕТА ДЛЯ УЧНІВ

**Клас у якому навчаєтесь?**

Відповідь: \_\_\_\_\_

**1. Чи цікаво вам на уроках фізики?**

а) так;

б) ні

**2. Що саме вам подобається у навчанні фізики?**

а) спостерігати досліди;

б) виконувати досліди;

в) працювати у проектній діяльності;

г) конструювати фізичні прилади;

д) ваш варіант відповіді \_\_\_\_\_

**3. Чи виготовляєте на уроках фізики саморобні прилади?**

а) так, постійно;

б) не завжди, але доволі часто;

в) дуже рідко;

г) майже ніколи;

д) ваш варіант відповіді \_\_\_\_\_

**4. Чи подобається вам самостійно виконувати досліди в класі:**

а) так, дуже подобається;

б) іноді подобається, а іноді – ні (це залежить від теми уроку);

в) ні, не подобається;

г) ніколи не робив такого;

д) ваш варіант відповіді \_\_\_\_\_

**5. Чи подобається вам самостійно виконувати досліди вдома:**

- а) так дуже подобається;
- б) іноді подобається, а іноді – ні (це залежить від теми уроку);
- в) ні, не подобається;
- г) ніколи не робив такого;
- д) ваш варіант відповіді \_\_\_\_\_

**7. Як часто ви виконуєте експериментальні завдання, досліди?**

- а) так, час від часу виконуємо;
- б) іноді виконуємо;
- в) що не часто, пригадую декілька разів за весь час навчання;
- г) ніколи не виконували;
- д) ваш варіант відповіді \_\_\_\_\_

**9. Яким способом ви виконуєте лабораторні роботи?**

- а) в бригадах, у кожній бригаді на столі своє обладнання;
- б) вчитель виконує на демонстраційному столі, а ми лише спостерігаємо;
- в) використовуємо комп'ютери (віртуальні лабораторії);
- г) ваш варіант відповіді \_\_\_\_\_

**10. Чи хотіли б ви брати участь МАН ?**

- а) так, мені було б дуже цікаво;
- б) ні, не думаю, що це зацікавило б мене;
- в) не знаю;
- г) ваш варіант відповіді \_\_\_\_\_

**8. Чому вам подобається (або не подобається) виконувати дослідницькі завдання?**

- а) дослідження допомагає краще зрозуміти матеріал;

б) мені це дуже цікаво;

в) для мене це складно, я не розумію мети дослідження;

г) мені це не цікаво;

д) ваш варіант відповіді \_\_\_\_\_

**10. Як ви думаєте для чого вам потрібна дослідницька діяльність ?**

а) ваш варіант відповіді \_\_\_\_\_



**Додаток Г**