

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Фізико-математичний факультет
Кафедра фізики та методики її навчання

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

_____ Слюсаренко М.А.

(підпис) (прізвище, ініціали)

«_____» _____ 2024 р.

Реєстраційний номер № _____

«_____» _____ 2024 р.

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНОГО ІНСТРУМЕНТАРІЮ STEM-ОСВІТИ НА ЗАНЯТТЯХ ФІЗИКИ ТА АСТРОНОМІЇ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОГО ТА ЗМІШАНОГО НАВЧАННЯ

Кваліфікаційна робота студентки групи
ФМм-23 ступінь вищої освіти магістр
спеціальності:
014 Середня освіта (Фізика та астрономія)
Водоп'янової Тетяни Михайлівни

Керівник:
кандидат фізико-математичних наук,
доцент кафедри фізики та методики її
навчання
Мальченко Світлана Леонідівна

Оцінка:
Національна шкала _____
Шкала ECTS _____ Кількість балів _____
Голова ЕК _____
(підпис) (прізвище, ініціали)

Члени ЕК комісії:

_____ (підпис) (прізвище, ініціали)

_____ (підпис) (прізвище, ініціали)

_____ (підпис) (прізвище, ініціали)

_____ (підпис) (прізвище, ініціали)

_____ (підпис) (прізвище, ініціали)

Кривий Ріг –2024 р.

ЗАПЕВНЕННЯ

Я, Водоп'янова Тетяна Михайлівна, розумію і підтримую політику Криворізького державного педагогічного університету з академічної доброчесності. Запевняю, що ця кваліфікаційна робота виконана самостійно, не містить академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації. Я не надавала і не одержувала недозволену допомогу під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають покликання на відповідне джерело. Із чинним Положенням про запобігання та виявлення академічного плагіату в роботах здобувачів вищої освіти Криворізького державного педагогічного університету ознайомена. Чітко усвідомлюю, що в разі виявлення у кваліфікаційній роботі порушення академічної доброчесності робота не допускається до захисту або оцінюється незадовільно.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ СУЧАСНОЇ STEM ОСВІТИ В УМОВАХ ДИСТАНЦІНОГО ТА ЗМІШАНОГО ФОРМАТІВ НАВЧАННЯ	7
1.1. Організація освітнього процесу здобувачів освіти з використанням технологій дистанційного та змішаного навчання	7
1.2. STEM-освіта – перспективний напрямок інноваційної освіти сучасності.....	13
1.3. STEM-освіта при вивченні дисциплін природничо-математичного циклу.	18
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1	22
РОЗДІЛ 2. СУЧАСНИЙ ІНСТРУМЕНТАРІЙ ВИКЛАДАЧІВ STEM-ОСВІТИ В УМОВАХ ДИСТАНЦІНОГО ТА ЗМІШАНОГО ФОРМАТІВ НАВЧАННЯ.....	24
2.1. Інформаційні ресурси та STEM-платформи на допомогу викладачам сучасного освітнього простору.....	24
2.2. Практичне використання інструментарію STEM-освіти при вивченні фізики та астрономії в умовах дистанційного та змішаного форматів навчання	35
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2	54
ВИСНОВКИ.....	55
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	57

ВСТУП

STEM є одним з головних трендів освітнього простору сучасного світу. Цей напрям надає величезні можливості для покращення та урізноманітнення освітнього середовища сучасного педагога. Головною умовою професіоналізму викладача є саме компетентність та рівень професійної діяльності. Тому розвиток та вдосконалення професійного рівня викладача за напрямками STEM-освіти є однією з головних задач сучасного педагога.

Україна не є виключенням у зацікавленості цим напрямком. STEM підходи впроваджені в багатьох закладах освіти України. Особливо активно STEM освіта розвивається у позашкільному сегменті: діяльність Малої академії наук, різноманітні олімпіади, програми, конкурси: Intel Techno Ukraine; Intel Eco Ukraine; Фестиваль науки Sikorsky Challenge; наукові пікніки, хакатони й багато іншого.

STEM-освіта сьогодні має потужний науковий потенціал, що дає змогу запроваджувати пошуково-дослідницькі підходи при викладанні навчальних дисциплін і розробити стандарти STEM орієнтованого освітнього контенту.

Освітня майбутнього повинні вміти розв'язувати задачі, розуміти та застосовувати різноманітні наукові підходи, використовуючи сучасні інформаційно-комунікаційні технології. Також важливо сконцентрувати увагу на науковій та дослідницькій діяльності здобувачів освіти. Інформаційна грамотність, критичне, аналітичне та творче мислення, активне використання цифрових технологій у своїй діяльності – запорука успішної творчої особистості.

Впровадження в Україні STEM-освіти значною мірою підвищить рівень знань здобувачів освіти природничо-математичного циклу наук, що в результаті збільшить інтерес випускників до технічних професій та покращить особистісний розвиток учнів.

Методи STEM також направлені на більш ґрунтовну підготовку сучасного викладача, стимулюють його до особистісного зростання та

інтересу до дослідницької діяльності. Новизна такого підходу до освітнього процесу посилює дослідний і науково-технологічний потенціал здобувачів освіти та має на меті розвивати навички критичного, інноваційного та творчого мислення, вирішувати проблеми, розвивати комунікаційні здібності та навички командної роботи.

STEM-освіта у форматі дистанційного і змішаного навчання має великі перспективи, хоча й стикається з певними викликами. STEM-освіта у дистанційному форматі є перспективною, але потребує певних умов для ефективного впровадження. Підтримка цифровими та освітніми технологіями, використання інтерактивних методів, доступ до віртуальних лабораторій і менторська підтримка можуть значно підвищити ефективність STEM-навчання на відстані. Водночас необхідно враховувати виклики сучасності, щоб забезпечити рівний доступ до якісного STEM-навчання для всіх учнів.

Актуальність впровадження STEM-освіти набуває особливої уваги та перспективи в умовах дистанційного та змішаного навчання. Це пов'язано із рядом факторів, які позитивно впливають на якість та ефективність освітнього процесу. STEM-освіта інтегрує актуальні технології, що стає незамінним у дистанційному форматі, відкриває нові можливості для здобувачів освіти та педагогів, стимулює інновації та готує молодь до вимог сучасного ринку праці.

Об'єктом дослідження даної роботи є процес організації навчання з фізики та астрономії в умовах дистанційного та змішаного навчання з використанням STEM-технологій.

Предметом дослідження є використання сучасного інструментарію STEM-освіти для підвищення ефективності викладання фізики та астрономії в сучасних умовах.

Метою даної роботи є використання інструментів STEM-освіти в освітньому процесі навчання фізики та астрономії в умовах дистанційної і змішаної форм навчання в умовах сучасних реалій.

Відповідно до мети поставлені такі **завдання**:

- здійснити аналіз зарубіжних та вітчизняних інформаційних джерел з проблеми даної теми кваліфікаційної роботи;
- здійснити аналіз сучасного стану впровадження STEM-освіти в закладах освіти в умовах дистанційної та змішаної форми навчання;
- дослідити сучасні платформи та онлайн-сервіси для подальшого використання їх в освітньому процесі, як здобувачами освіти так і викладачами для підвищення рівня ефективності засвоєння знань при вивченні та викладанні фізики та астрономії;
- розробити методичні рекомендації (конспекти уроків лабораторних робіт) з використанням сервісів STEM-технологій.

Структура роботи: кваліфікаційна робота обсягом 60 сторінок містить 2 розділи, висновки до кожного розділу та загальні висновки; опрацьовано 35 літературних джерел.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ СУЧАСНОЇ STEM ОСВІТИ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОГО ТА ЗМІШАНОГО ФОРМАТІВ НАВЧАННЯ

1.1. Організація освітнього процесу здобувачів освіти з використанням технологій дистанційного та змішаного навчання

Сьогодні формат дистанційного навчання є актуальним, зручним та безпечним для організації освітнього процесу в реаліях нашого життя. Здобуті компетентності під час дистанційного навчання не стали гіршими, ніж під час очного формату навчання, а навіть навпаки — «дистанційне навчання надало більше можливостей для розвитку та здобуття нових знань», адже ефективність навчання «залежить не від формату навчання, а від бажання вчитися». [25]

Технології дистанційного навчання можна вважати пріоритетними формами навчання в сучасних закладах освіти. Дистанційний формат навчання навпаки надає «незаперечні переваги як для викладачів, так і для здобувачів освіти, які зіштовхнулися з сьогоденними викликами пандемії та воєнного стану. [7]

У «Положенні про дистанційну форму здобуття повної загальної середньої освіти» виписано характерні ознаки, провідні принципи та окремі методичні рекомендації щодо її реалізації в освітньому процесі сучасних закладів освіти. Отже, «дистанційне навчання – це організація освітнього процесу (за дистанційною формою здобуття освіти або шляхом використання технологій дистанційного навчання в різних формах здобуття освіти) в умовах віддаленості один від одного його учасників освітнього процесу та їх як правило взаємодії в освітньому середовищі, яке функціонує на базі сучасних освітніх, інформаційно-комунікаційних (цифрових) технологій». [8]

Є.С. Полат наводить таке визначення поняття «дистанційне навчання»: взаємодія вчителя та учнів між собою на відстані, що висвітлює всі притаманні навчальному процесу компоненти (мету, зміст, методи, організаційні форми,

засоби навчання) специфічними засобами які використовують можливості мережі Інтернет. [3].

Дистанційне навчання передбачає онлайн формат, з використанням сучасних технологій всесвітньої мережі Інтернет. Дистанційні заняття мають чітку, заплановану програму і структурну систему подання інформації. Дистанційні курси мають структуру, яка охоплює три основні рівні:

- навчання з використанням інформаційно-комунікаційних технологій (комп'ютери, смартфони, планшети);
- взаємозв'язок здобувачів освіти з викладачем засобами інформаційно-комунікаційних технологій;
- співпраця з провідними експертами, які досліджують відповідний напрям, з використанням інформаційно-комунікаційних технологій. [15]

У сучасному світі онлайн-освіти навчальний процес може здійснюватися у двох формах: синхронній або асинхронній.

Синхронна форма навчання передбачає навчальну діяльність в режимі реального часу. Перевагами такої форми є залучення учасників освітнього процесу у встановлений час у будь-якій точці світу.

Синхронна форма — це «прямий ефір»: здобувачі освіти взаємодіють через засоби зв'язку безпосередньо з педагогами. Це може здійснюватися через відео- чи аудіозв'язок, спілкування в чаті.

Синхронне навчання можна здійснювати використовуючи такі форми:

- **Вебінар.** Аудіо-, відео-трансляція семінарських, практичних, лекційних занять, під час яких взаємозв'язок між учасниками підтримується через мережу Інтернет за допомогою спеціального застосунку. Така форма передбачає виступ спікерів і зворотний зв'язок від учасників в чаті.
- **Відеоконференція.** Дискусії, захисти проєктів, спільні обговорення питань, проблем. Така форма відбувається в режимі реального часу. Викладачі й учні бачать одне одного, перші також можуть супроводжувати лекцію наочним презентаційним матеріалом.

- **Віртуальний клас.** Така форма використовує сучасні інструменти навчання та моделює форму очного навчання.
- **Онлайн-тренінг.** Це онлайн-заняття, в режимі яких, здобувачі освіти розв'язують практичні завдання, що сприяють розвитку їх професійних навичок.

Асинхронна форма може охоплювати різні засоби інформації, аудіо- та відео-уроки (але не повинна обмежуватися лише ними). Під час асинхронного навчання учні мають змогу працювати у власному режимі та у будь-який зручний для себе час. В свою чергу, педагог повинен чітко вказати терміни виконання завдань та зробити відповідний розклад для всіх учасників освітнього процесу.

Асинхронне навчання слід застосовувати до різноманітних форм онлайн-навчання та цифрового формату. Освітняни мають змогу заздалегідь записати уроки у вигляді коротких відео-інструкцій, пояснень навчального матеріалу, створити інструкційні картки з практичними завданнями, які здобувачі освіти самостійно виконують у такому форматі.

Необхідно обов'язково врахувати, що обидві форми навчання повинні бути присутні в освітньому процесі. Діти мають різні освітні потреби й різний темп опрацювання навчального матеріалу.

Асинхронне навчання може здійснюватися використовуючи такі форми:

- **МООС.** Масові відкриті онлайн-курси, які наповненні різноманітними інтерактивними вправами та мають відкритий доступ через мережу Інтернет (Coursera, EdX, Udacity, Prometheus, EdEra).
- **Онлайн-література.** Електронні версії підручників, віртуальні робочі зошити, конспекти.
- **Блог.** Вебсайт, основний зміст якого — аудіо-, відеозаписи, мультимедійна інформація, які постійно оновлюються..
- **Форум.** Формат спілкування викладачів і учнів при дистанційному навчанні. На форумах можна підкріпити файлові повідомлення різного обсягу та виду.

- **Чат.** Активне спілкування здобувачів освіти в реальному часі. За видом можна виділити такі чати: текстовий, аудіо-, відеочат, голосовий.
- **Електронне листування.** Простий сервіс мережі Інтернет, що надає можливість передавати повідомлення у різних форматах.[3]

Порівнюючи дистанційну та змішану форму навчання можна виділити основні можливості та обмеження, які наведені в таблиці 1.1

Таблиця 1.1

Порівняльна характеристика синхронної і асинхронної форм навчання

Форма	Синхронна форма	Асинхронна форма
Можливості	<ul style="list-style-type: none"> - швидкий зворотний зв'язок від викладача: пояснення матеріалу, який викликає труднощі у засвоєнні; - організація активної групових роботи; - розвиток комунікаційних навичок; - підвищення мотивації до навчання через взаємне спілкування. 	<ul style="list-style-type: none"> - гнучкий графік навчання: можна поєднувати навчальну діяльність з трудовою; - засвоєння матеріалу у зручному для себе темпі; - доступний навчальний матеріал у будь-який зручний час; - самоорганізація та самореалізація власних умінь і навичок
Обмеження	<ul style="list-style-type: none"> - узгодженість графіків та підлаштування до темпу викладу навчального матеріалу; - невідповідність темпів засвоєння навчально матеріалу здобувачами освіти; - необхідність високого рівня цифрової компетентності викладача; - високі потреби до якості зв'язку під час навчальних занять. 	<ul style="list-style-type: none"> - неможливість швидкої консультації від викладача при виникненні складнощів у засвоєнні навчального матеріалу; - недостатній розвиток навичок, які необхідні при взаємодії педагога з учнями; - високий рівень самоорганізації навчальної діяльності.

Термін «змішане навчання» отримав свою популярність після публікації книги «Довідник змішаного навчання» Бонкома і Грема. Також, обов'язковим для появи змішаного формату навчання є необхідність об'єднання традиційних технології з інформаційно-комунікаційними технологіями навчання, автори книги зазначають, що винайшли три категорії «освітніх сумішей».

Перший етап – це «створення суміші». На цьому етапі до традиційної моделі освіти необхідно додати компоненти саме з використанням технологій дистанційного навчання, які будуть вирішувати деякі проблеми і прогалини освіти.

Другий етап – це «збільшення суміші». На цьому етапі освітній процес не повинен зазнати кардинальних змін, а отримати додаткове підкріплення у вигляді пошуку додаткового матеріалу з мережі Інтернет та вільний доступ до лекційного матеріалу в онлайн-режимі.

Третім етапом вони вважають – «модифікацію суміші». На цьому етапі кожен здобувач освіти самостійно може вирішувати практичні завдання у будь-який зручний час для нього. [33]

Дослівним перекладом з англійської мови слів *blended learning* і є назва «змішане навчання». Слово *learning* в англійській мові вживають як *learning* – вчення, яке і означає процес отримання знань і умінь, в якому здобувач освіти це активний суб'єкт освітнього процесу.

«Змішане навчання – це освітній підхід, який об'єднує навчання за участю педагога (віч-на-віч) з онлайн формою навчання і передбачає елементи самостійного контролю учнем шляху, часу, місця і темпу навчання, а також інтеграцію досвіду навчання з учителем і онлайн». [27]

Таким чином, змішане навчання слід розглядати як форму синергетичну, яка направлена на більш ефективне використання переваг очного формату навчання та дистанційного формату і доповнювати обидва позитивними чинниками.

Правильно та структуровано організований змішаний формат навчання має ряд переваг:

- гнучкість для усіх учасників освітнього процесу;
- розвиток у здобувачів освіти активного підходу до навчальної діяльності;
- розвиває та вдосконалює цифрову грамотність усіх учасників освітнього процесу;

- виховує самостійність здобувачів освіти;
- налаштоване на більш індивідуальний підхід.

Змішаний формат навчання передбачає декілька типів взаємодій, які мають на меті такі цілі:

- швидке інформування;
- виклад нового матеріалу;
- уточнювальні запитання;
- коментарі до виконаних завдань.

Також важливим компонентом є створення комунікаційної структури, яка передбачала б для кожного педагога, власний освітній простір і водночас була б простою у використанні.

Змішаний формат навчання розвивається колосальними темпами і саме основою цього є розвиток всесвітньої мережі Інтернет, і високий рівень її інформаційних і комунікаційних можливостей, а також реалії сучасного навчання в Україні (пандемія, війна). Але технології дистанційної освіти, які впроваджені в навчальний процес, вимагають більш детального використання та відпрацювання методик, що мають безперечний вплив на ефективну діяльність викладачів і здобувачів освіти в дистанційному форматі. [33]

Ефективність впровадження змішаного та дистанційного форматів навчання в освітній процес вимагає багатьох необхідних чинників:

- якісний доступ до мережі інтернет усіх учасників освітнього процесу;
- відповідне технічне забезпечення для ефективної освітньої діяльності (комп'ютери, ноутбуки, планшети, смартфони) також відповідне програмного забезпечення;
- розвиток цифрових компетентностей усіх учасників освітнього процесу;
- вільний та своєчасний доступ до освітнього контенту засобами мережі Інтернет.

Не варто забувати і про негативні чинники:

- відсутність повного доступу навчальних закладів до мережі Інтернет (навчальні кабінети, майстерні, бібліотеки, гуртожитки);
- доступ до мережі Інтернет учасників освітнього процесу в домашніх умовах удома;
- технічне забезпечення комп'ютерною технікою та відповідним програмним забезпеченням;
- наявність фахівців, які безпосередньо займаються впровадженням інноваційних технологій та організацією дистанційного та змішаного форматів навчання в закладі освіти;
- сформовані цифрові компетентності освітян і здобувачів освіти. [15]

1.2. STEM-освіта – перспективний напрямок інноваційної освіти сучасності

Креативність та вільна особистість – це основна концепція розвитку сучасної STEM-освіти. Основними вимогами успішної сучасної особистості є: навчання протягом життя, нестандартність мислення, креативний підхід, соціальна адаптація та мобільність у сфері інформаційних технологій, досягнення успіху в умовах розвитку технологій. STEM-освіта визначає основні принципи освіти, такі як, інтеграція, інноваційність, гуманістична аксіологія, соціально-емоційний розвиток, орієнтації на особистість педагога.

Стрімкий розвиток інформаційних технологій, а також поява нових професій активізує впровадження STEM-технологій в Україні. І саме перед педагогами постає велика кількість питань на які вони повинні звернути особливу увагу в своїй професійній діяльності.

Питаннями впровадження STEM-технологій у закладах освіти займаються такі науковці, як О. Барна [2], Н. Балик [1], Г. Дудіч [7], С. Кириленко [11], Ф. Мазелла [14], І. Савченко [21].

Термін «STEM-освіта» започаткований в Сполучених Штатах Америки. У документах Департаменту освіти США, наголошується, що STEM

передбачає «освіту для глобального лідерства», котра спрямована на формування особливого «підходу до світу, критичного шляху мислення, навичок дослідження і взаємодії зі світом», так як досягнення в сучасному світі визначаються «не стільки тим, у чому ви обізнані, скільки тим, що ви можете зробити з тим, у чому ви обізнані».

STEM-освіта – це інтеграція таких напрямків: наука, технології, інженерії та математика. Вони створюють цілісну структуровану систему навчання, яка вирішує реальні проблемні питання сучасного світу. Широкого використання ця концепція набула і в інших країнах світу. На основі цієї освітньої концепції створено багато STEM-центрів, які проводяться різноманітні конференції та форуми [19].

Як розглядалось раніше, до основних принципів STEM-освіти відносяться:

- принцип інтеграції – проблемне проєктне навчання, яке реалізується через міжпредметну інтеграцію;
- принцип інноваційності – уміння знайти проблему, проєктувати дослідницькі питання та знайти їх вирішення; принципова власна позиція, та дивергентний тип мислення;
- принцип гуманістичної аксіології – навчальний процес в закладах освіти направлений на реалізацію гуманістичних цінностей особистості;
- принцип соціально-емоційного розвитку має на меті формування у сучасних учнів, які є представниками інтелектуальної еліти нашого суспільства, самосвідомості, ерудиції, самоконтролю, самоорганізації, творчості, самореалізації та інше;
- принцип орієнтації на особистість педагога. Вчитель є лідером, який відповідає за формування соціальних та емоційних компетентностей і усвідомлює всю значимість своєї професійної діяльності; завжди відкритий до професійного зростання та інновацій; вміє використовувати ефективні методи і форми та накопичує новий педагогічний досвід. [22]

STEM-освіта направлена не лише на природничо-науковий компонент освітньої діяльності та інноваційних технологій, а й на швидкий розвиток творчих здібностей особистості, креативність мислення, вміння ефективно розв'язувати проблемні завдання. Впровадженню в освітній процес методичних рішень STEM-освіти сформує в здобувачів освіти компетентності дослідницької діяльності, сприятиме соціальному розвитку особистості.

STEM-предмети вивчають світ як об'єкт для задоволення матеріальних та духовних потреб людства. Це не звичайне об'єднання навчальних дисциплін, а й освітній процес, який направлений на процес моделювання реального життя. STEM-освіта дозволяє учням цілісно зрозуміти світ, створює зв'язки між закладом освіти, суспільством та робочою професією. STEM-освіта – це міст, який з'єднує знання і кар'єру, навчальна концепція заснована на практичному застосуванні отриманих знань для розв'язання справжніх проблем. Отже впровадження STEM-освіти - це незворотній процес для будь-якої країни, якщо вона прагне стати провідною державою. [5]

З початку 2018 року Кабміном було затверджено Державний стандарт початкової освіти, який отримав назву «Нової української школи». Така реформа розрахована на багато років, адже складно повністю змінити традиції, що існувала десятиліттями. На території України у закладах освіти вже застосована нова програма для учнів перших класів. Протягом 2018-2019 рр. відбувалася перекваліфікація вчителів щодо нової концепції. У 2019 році стартувала програма з добровільної сертифікації вчителів з високим рівнем майстерності з метою стимулу та розвитку. [5]

Концепція Нової української школи направлена на зміни для сучасних учнів, педагогів та батьків. Вона розрахована на застосування зовсім інших підходів до освітнього процесу: ширше використання практичних завдань, замість заучування теоретичного матеріалу, що вплине на набуття практичних навичок здобувачів освіти та розвиток компетентностей. Саме такий підхід і передбачає комбінацію отриманих умінь, здатності до комунікації,

критичного мислення, що визначає здатність дитини провадити успішну навчальну та професійну діяльність. [13]

Для набуття вище значених якостей та навичок передбачається, що здобувачі освіти більшу увагу будуть приділяти практичній діяльності. Впровадження проєктного навчання наблизить навчальний матеріал до реальних ситуацій та проблем, які існують у світі. Також доцільно впроваджувати повністю нову модель оцінювання знань, яка буде реалізована на результатах досягнень здобувачів освіти та аналізі освітнього процесу. Додатково ця реформа передбачатиме зміну освітнього середовища, стимулювання учнів до власних досліджень, спостережень та висновків.

Викладацький склад є також важливою ланкою, на якій базується вся реформа. Вмотивований педагог є одним з ключових компонентів успіху та зацікавленості здобувачів освіти в навчальному процесі. Важливим стимулом особистісного і професійного зростання є збільшення заробітної плати та більша свобода у підборі методів та навчального матеріалу при проведенні занять. Також передбачається більша автономія керівників навчальних закладів. І також важливим є роль батьків під час навчального процесу. Вони отримають більший доступ до методів оцінювання дітей та звітної фінансової документації закладу освіти. Передбачається, що саме якісна співпраця усіх учасників освітнього процесу допоможе осучаснити і зробити більш корисним освітній процес завдяки реформі.

Аналізуючи все вищеперераховане можна зробити висновок, що головною метою нової реформи є створення закладів освіти, які будуть приділяти основну увагу практичності використання знань у своєму житті і забезпечуватиме тісну співпрацю між батьками та педагогічним складом. Реформування шкільної освіти є незворотним процесом в сучасних умовах розвитку. Але також необхідно пам'ятати, що не лише розробка і впровадження реформи з боку держави гарантує успіх, а лише буде якісний фундамент для подальшого розвитку. Враховуючи всі позитивні чинники

потрібно також розуміти, що система шкільної освіти України й досі знаходиться не на досить ефективному рівні.

Важливим аспектом у впровадженні STEM-освіти в Україні є відкриття відповідних центрів у Києві при Малій академії наук, у Дніпрі, Запоріжжі, Миколаєві, Тернополі, Херсоні та інших обласних центрів. В таких центрах здобувачі освіти можуть реалізовувати власні проекти, розвивати інтерес до моделювання та конструювання, знайомитися з різними сучасними технологіями. Також основним напрямком STEM-освіти є творчий розвиток дитини.

Сьогодні основними діючими формами реалізації STEM напрямку в Україні є позашкільні гуртки, різні STEM-уроки та проекти. Все вищеперераховане реалізується в STEM-центрах, класах з робототехніки на спеціальних майданчиках, ІТ-лабораторіях. Але на жаль не всі заклади освіти мають таку можливість, адже не всі заклади мають можливість для організації такого освітнього простору (брак необхідних приміщень, обладнання та фахівців).

Впровадження STEAM-освіти в Україні також має ряд проблем. Основною проблемою є ментальність педагогів, які не готові швидко адаптуватися до нових форм і методів освіти. Непідготовленість викладачів до швидкого темпу розвитку інформаційних технологій грає важливу роль у впровадженні напрямку. В умовах радянської системи освіти немає взаєморозуміння між учнями, педагогами, адміністрацією та батьками, що дезорієнтує навчальний процес та не дає бажаного результату.

В Україні недостатня кількість висококваліфікованих спеціалістів для розвитку інноваційних сфер, які стануть якісним інструментом конкурентоспроможності у майбутньому. Низький рівень знань і підготовки з дисциплін природничо-математичного циклу також є важливою перешкодою у впровадженні STEM-освіти, адже основним предметом вивчення якої є технології, інженерія, математика, робототехніка. Отже необхідно почати з

модернізації форм і методів опанування математичних знань здобувачами освіти, адже саме вони і є майбутніми спеціалістами.

Матеріальне забезпечення теж є основною проблемою впровадження STEAM-освіти, адже оновлення матеріально-технічної бази вимагає великих коштів для якісного освітнього процесу, які державний бюджет не в змозі надати у повній мірі. [9]

1.3. STEM-освіта при вивченні дисциплін природничо-математичного циклу

У сучасному світі організація навчальної діяльності з фізики та астрономії зорієнтована на вдосконалення навичок навчальної діяльності, які в подальшому житті будуть потрібні для того, щоб бути успішними в умовах сучасного глобалізованого та мінливого світу. Прикладна спрямованість фізики, збільшений обсяг практичних завдань, які направлені на нестандартний підхід до їх вирішення, і є основним напрямком STEM-освіти дисциплін природничо-математичного циклу. Освітнє середовище повинно задовольняти природний потяг дітей спрямований на розвиток їх пізнавальної активності та бажанню займатися дослідницькою діяльністю. Щоб забезпечити такий підхід необхідне виконання таких умов:

- орієнтація на інтегроване навчання усіх учасників освітнього процесу;
- розширення матеріальної бази закладів освіти;
- навчально-методичне забезпечення, яке буде включати дослідницькі завдання, збільшення в програмах навчальних годин для проведення практичних робіт, виконання проєктів. [11]

STEM-освіта у фізиці та астрономії орієнтована на розвиток практичних та наукових знань через інтеграцію наукових дисциплін і технологій. Використання STEM-методики допомагає здобувачам освіти розуміти складні фізичні явища, розвиває навички критичного мислення, аналізує дані та дозволяє використовувати отримані знання в реальних життєвих ситуаціях.

Реалізувати напрямок STEM-освіти можна використовуючи різноманітні підходи при вивченні природничо-математичних дисциплін. Розглянемо деякі підходи детальніше.

Експериментальний підхід. Цей метод навчання заснований на практичних експериментах та дослідженнях, які допомагають здобувачам освіти краще зрозуміти фізичні явища. Такий підхід робить навчання більш захоплюючим і ефективним, та дає можливість на власному досвіді досліджувати фізичні закони та процеси.

Завдяки експериментальному підходу STEM-освіти, здобувачі освіти не лише підтримують знання з фізики та астрономії, але й набувають практичних навичок, що є основними для майбутньої кар'єри, таких як вміння проводити дослідження, працювати з даними, використовувати сучасні технології й критично мислити. Учні можуть проводити дослідження з вимірюванням, спостереженням та аналізом результатів. Це можуть бути дослідження, які ілюструють основні закони механіки, термодинаміки, оптики чи електромагнетизму. Наприклад, досліди з вивчення законів Ньютона, принципів гідростатики або електричних кіл. [17]

Проектна діяльність. При використанні такого методу учні реалізують проекти, які допомагають краще реалізувати фізичні явища через власний досвід, дослідження й практичне застосування знань. Цей підхід робить навчання фізики більш інтерактивним і пов'язаним з реальними ситуаціями, що дозволяє здобувачам освіти розвивати як академічні знання, так і життєві навички. Учні самостійно або в групах обирають цікаву тему для дослідження. Після вибору теми складають план роботи, напрацьовують матеріали, які необхідні для дослідження.

Проекти у фізиці постійно передбачають знання математики (для розрахунків, побудови графіків), використання технологій (наприклад, програмування або створення електронних схем), а також створення інженерних навичок (з фізичних моделей або конструкцій). Далі учні реалізують план, експерименти, збирають дані та вивчають отримані

результати. Після збору даних аналізують їх, обговорюють, що ці результати означають, порівнюють їх із теоретичними знаннями або даними з іншими джерелами.

Заключним етапом проєкту є презентація результатів. Це можуть бути доповіді, стендові презентації, відео або демонстрація моделей. Учні описують процес дослідження, висновки та можливості вдосконалення проєкту. Це розвиває вміння доносити свої ідеї та захищати висновки. Після завершення проєкту важливо провести обговорення – що вийшло, які виникли проблеми, що можна було зробити по-іншому. Це остаточно надасть учням можливість зрозуміти як вони можуть вдосконалити свою роботу та ефективніше підійти до завдань у майбутньому. [4]

Використання технологій та симуляцій. Використання цього методу у фізиці та астрономії відкриває нові можливості для більш глибокого розуміння фізичних явищ і процесів. Сучасні технології дозволяють здобувачам освіти вивчати складні концепції за допомогою інтерактивних інструментів, які роблять фізику більш доступною та зрозумілою. За допомогою комп'ютерних симуляцій, таких як PhET, Algodoo, або Interactive Physics можливо досліджувати закони фізики в інтерактивному середовищі. Можуть вивчити закони руху Ньютона, електромагнітні хвилі, хвильові прояви та термодинаміку через видимі симуляції, змінюючи параметри експерименту й миттєво бачити результат; експериментувати зі змінними, такими як маса, сила, швидкість або тиск, і спостерігати, як ці зміни впливають на результати. Це дозволить розвивати фізику навіть там, де реальні експерименти є складними, небезпечними або потребують складного обладнання.

Віртуальні лабораторії Labster або інші онлайн-платформи, забезпечать досвід проведення експериментів без використання фізичних матеріалів. Це зручно в школах, де немає доступу до повноцінного обладнання. Також у фізичних експериментах часто використовуються цифрові сенсори для збору даних у режимі реального часу. Інструменти Vernier, Pasco чи мобільні

додатки для смартфонів, дозволяють збирати точні дані під час експериментів. Використання технологій та симуляцій у STEM-освіті робить вивчення фізики не лише більш доступним, але й актуальним для сучасних викликів, розвиває ключові навички, забезпечує у майбутніх наукових дослідженнях, інженерії та технологіях. [16]

Інтеграція міждисциплінарних знань. Інтеграція міждисциплінарних знань у STEM-освіті при вивченні фізики відбувається у поєднанні фізики з іншими дисциплінами — наукою, технологіями, інженерією та математикою. Це дозволяє здобувачам освіти зрозуміти фізику в контексті реальних проблем, які вимагають комплексного підходу. Такий метод допомагає глибшому розумінню, завдяки чому дозволяє отримати знання з різних галузей для вирішення складних завдань.

Математика є основою фізичних розрахунків і моделювання. У вивчені кінематики, динаміки, електрики або хвильових процесів математика допоможе описувати фізичні закони через рівняння, графіки та моделі. Технології надають інструменти для вимірювання, моделювання та аналізу фізичних процесів.

Інтеграція фізики та біології важлива в біофізиці та медичних технологіях. Учні можуть досліджувати біофізичні процеси, такі як рух рідини в організмі або принципи роботи біологічних датчиків, застосовуючи фізичні закони в біологічному контексті. Фізика продовжує досліджувати природні явища та вплив людини на навколишнє середовище. Учні можуть розраховувати енергоспоживання та досліджувати способи зниження шкідливих викидів. Інтеграція міждисциплінарних знань у STEM-освіті з фізики створює цілісне бачення предмету. [22]

Навчання через розв'язання проблем. Навчання через розв'язання проблем у STEM-освіті з фізики спрямоване на розвиток практичних і критичних навичок здобувачів освіти, навчаючи їх вирішувати реальні проблеми.

У цьому підході досліджують фізичні закони і явища не через пасивне запам'ятовування, а шляхом активного пошуку рішень для конкретних завдань. Такий підхід робить фізику більш зрозумілою і захоплюючою, а також додатково розвиває навички, забезпечивши реальну професійну діяльність. Проблеми, близькі до реального життя, краще мотивують учнів, після чого вони одразу бачать застосування фізичних знань у практичному контексті. Під час роботи над проблемою здобувачі освіти звертаються до різних фізичних концепцій: механіки, електрики, теплопровідності, оптики та інших. Таким чином, навчання через розв'язання проблем у фізиці сприяє не тільки освоєнню знань з фізики, але й виховує критично мислячу та творчу особистість.

Групова робота. Групова робота в STEM-освіті з фізики відіграє важливу роль у розвитку комунікативних та соціальних навичок учнів, сприяючи ефективному вирішенню через колективне мислення та обмін завданнями знань.

У STEM-проектах з фізики групова робота дозволяє учням працювати над спільними своїми завданнями, в яких кожен член команди має унікальний внесок, взаємодіючи і доповнюючи знаннями один одного. Кожен учень виконує певну роль у команді, що забезпечує структуровану взаємодію, в якій кожен учасник несе свою відповідальність. Робота в групах привчає учнів вирішувати розбіжності та конфлікти конструктивно, шукаючи компроміси та спільні рішення. Такий підхід в STEM-освіті з фізики створює умови для активного навчання, коли учні одночасно проходять весь процес вирішення завдань — від початкового аналізу до презентації результату, розвиваючи важливі навички та ефективніше освоюючи фізичні знання. [4]

Висновки до розділу 1

Ефективність впровадження і використання змішаного та дистанційного форматів навчання в освітньому процесі вимагає багатьох необхідних чинників:

- якісному доступу до мережі Інтернет усіх учасників освітнього процесу;
- відповідному технічному забезпеченню для ефективної освітньої діяльності (комп'ютери, ноутбуки, планшети, смартфони) також відповідному програмному забезпеченню;
- розвитку цифрових компетентностей усіх учасників освітнього процесу;
- вільному та своєчасному доступі до освітнього контенту засобами мережі Інтернет.

Технології дистанційного навчання сьогодні можна вважати пріоритетними формами навчання в закладах освіти. Дистанційний формат навчання навпаки надає незаперечні переваги як для викладачів, так і для здобувачів освіти, які зіштовхнулися з сьогоденними викликами пандемії та воєнного стану.

STEM-освіта спрямована не лише на природничо-науковий компонент та інноваційні технології, але й на розвиток творчих здібностей, креативного мислення та вміння ефективно розв'язувати проблеми.

Впровадження методичних рішень STEM-освіти в освітній процес сприяє формуванню компетентностей у дослідницькій діяльності та соціальному розвитку особистості.

Використання методів STEM-освіти забезпечує ґрунтовну підготовку учнів і педагогів, стимулює їх особистісний розвиток та активну участь у дослідницькій діяльності. Це також сприяє інтеграції знань з різних дисциплін, що допомагає учням краще розуміти та застосовувати отримані знання на практиці.

STEM-освіта при вивченні фізики та астрономії орієнтована на розвиток практичних та наукових знань через інтеграцію наукових дисциплін і технологій. Використання STEM-методики допомагає здобувачам освіти розуміти складні фізичні явища, розвиває навички критичного мислення, аналізує дані та дозволяє використовувати отримані знання в реальних життєвих ситуаціях.

РОЗДІЛ 2. СУЧАСНИЙ ІНСТРУМЕНТАРІЙ ВИКЛАДАЧІВ STEM-ОСВІТИ В УМОВАХ ДИСТАНЦІНОГО ТА ЗМІШАНОГО ФОРМАТІВ НАВЧАННЯ

2.1. Інформаційні ресурси та STEM-платформи на допомогу викладачам сучасного освітнього простору

Підготовка майбутнього педагога до діяльності в сучасному закладі освіти є досить актуальним та складним завданням вищої педагогічної освіти. Сучасний учитель у контексті STEM-освіти – це спеціаліст, який здатний інтегрувати новітні технології, інноваційні методи та міждисциплінарний підхід у викладання. STEM стає важливим елементом сучасного освітнього простору, оскільки розвиває в здобувачів освіти практичні навички та критичне мислення, що необхідні для майбутньої кар'єри в різних галузях.

Сучасні інформаційні ресурси та STEM-платформи можуть значно допомогти викладачам у організації інтерактивного освітнього процесу, особливо в STEM-напрямах. Нижче наведено кілька корисних ресурсів та платформ, які допоможуть покращити викладання та заохотити сучасних учнів до навчання.

Впроваджувати STEM-навчання в своєму закладі освіти, на допомогу вам придуть відкриті освітні ресурси, на більшості з яких можна знайти цікаву інформацію про STEM-навчання в світі, приєднатися до спільноти вчителів, які займаються STEM, використати ідеї для STEM-проектів, а також стати учасником низки заходів, спрямованих на популяризацію STEM в освіті.

Tryengineering
(<http://tryengineering.org/>) – це освітня платформа, створена для популяризації та підтримки інженерної освіти серед учнів, студентів та викладачів.



Рис. 2.1

Розроблена IEEE (Institute of Electrical and Engineers), ця платформа надає різноманітні ресурси та навчальні матеріали, що допомагають молоді дізнатися більше про інженерію, а викладачам – інтегрувати інженерні дисципліни у навчальний процес.

Пропонуються готові плани уроків і навчальні матеріали з інженерії та STEM-напрямків. Вони охоплюють різноманітні інженерні теми, такі як електротехніка, механіка, робототехніка, хімічна інженерія тощо. Багато матеріалів інтерактивні та спрямовані на практичне навчання, що дозволяє учням експериментувати та застосовувати знання на практиці.

Платформа інформує про різні стипендії, гранти та конкурси для школярів і студентів, заохочуючи їх до вибору інженерних спеціальностей. TryEngineering проводить літні табори для учнів, де вони можуть на практиці ознайомитися з інженерними проєктами, працювати в команді та вирішувати інженерні завдання. Також платформа надає інформацію про кар'єрні шляхи в інженерії, поради щодо навчання та розвитку в інженерних дисциплінах, а також історії успіху професіоналів. На сайті ресурсу представлені ідеї для інженерних проєктів і дослідів, які здобувачі освіти можуть виконувати самостійно або в рамках шкільних курсів.

Суттєвими перевагами платформи є:

- більшість матеріалів розроблено з урахуванням міжнародних освітніх стандартів, що робить їх зручними для використання в освітніх закладах по всьому світу.
- TryEngineering надає навчальні ресурси, які можуть бути адаптовані під потреби класу та сприяють інноваційному підходу до викладання.
- основний акцент платформи – на практичних навичках і знаннях, що дозволяє учням зрозуміти, як теорія застосовується в реальному житті.
- TryEngineering є безкоштовним ресурсом, доступним для всіх охочих.

Це чудова платформа для популяризації STEM та інженерії серед молоді, яка може мотивувати їх до навчання та кар'єри в технічних спеціальностях.

Одним з прикладів конспекту плану уроку з STEM-технологій при вивченні фізики є цікавий урок з теми «Потужність транзистора: виклик нічного світла». Цей урок досліджує фізичні характеристики транзисторів, їх необхідність та використання (короткий огляд уроку наведений в таблиці 2.1). [31]

Таблиця 2.1

Огляд плану уроку з теми «Потужність транзистора: виклик нічного світла»

Тема уроку	Потужність транзистора: виклик нічного світла
Міждисциплінарний зв'язок	<ul style="list-style-type: none"> – інформатика; – електротехніка/електронна інженерія; – енергетика/атомна інженерія.
Можливості для здобувачів освіти	<ul style="list-style-type: none"> – творче використання унікальних матеріалів; – поглиблення знань в області енергетики, інженерії та фізики; – отримання практичних навичок в процесі проєктування.
Короткий огляд розробки уроку	Урок досліджує фізичні характеристики транзисторів, їх необхідність та використання. Розробка містить детальний план, відео-інструкції, презентацію уроку, додаткову довідкову інформації для поглиблення знань з даної теми та робочий аркуш учня.

Stem Alliance (<http://www.stemalliance.eu>) – це європейська ініціатива, яка об'єднує освітні заклади, бізнеси та державні органи з метою просування STEM-освіти та підготовки молоді до кар'єри у цих галузях.



Рис. 2.2

STEM Alliance створює партнерства між освітніми закладами та компаніями, щоб надати учням доступ до актуальних технологій і надихати їх до кар'єри в STEM. Індустрія надає ресурси, проводить майстер-класи та організовує заходи, де учні можуть дізнатися про практичні аспекти STEM-професій.

STEM Alliance пропонує освітні матеріали, ресурси для планування уроків, вебіари та курси для вчителів, щоб вони могли ефективніше викладати STEM-дисципліни. Організація також проводить професійні заходи, на яких вчителі обмінюються досвідом і знайомляться з новими методиками навчання, різноманітні конкурси, хакатони та інтерактивні заходи, що надають учням можливість експериментувати з новими технологіями, розвивати навички вирішення проблем та спілкуватися з представниками індустрії.

Ресурс активно використовує цифрові платформи, щоб поширювати інформацію про можливості кар'єри та мотивувати молодь до вибору STEM-напрямків. Програми та матеріали STEM Alliance спрямовані на розвиток критичного мислення, навичок вирішення проблем, командної роботи та творчості – ключових компетенцій для успіху в сучасному технологічному світі.

Щорічна ініціатива, під час якої проводяться заходи, вебіари, конкурси та уроки на STEM-тематику в європейських школах. Це чудова можливість для вчителів і учнів долучитися до спільноти, познайомитися з новими STEM-ресурсами та підходами. Платформа пропонує «кар'єрні листи», що описують різні професії у STEM-галузях, навички, необхідні для них, та кроки, які слід зробити для початку кар'єри. Це допомагає молоді краще розуміти потенційні можливості у STEM.

STEM Alliance надає численні навчальні матеріали, які можна адаптувати до шкільної програми та використовувати на уроках. Є вебіари, онлайн-курси та інші ресурси, які вчителі можуть інтегрувати у свої уроки для покращення навчального процесу. Організація підтримує STEM-конкурси та хакатони, де учні та студенти можуть застосовувати свої знання у реальних завданнях, розвивати проєкти та працювати в команді.

Перевагами STEM Alliance для освіти та суспільства є:

- освітні установи отримують доступ до навчальних матеріалів, що є важливим для популяризації STEM серед учнів різного віку;

- індустрія допомагає оновлювати та осучаснювати програми навчання, що робить STEM-освіту більш прикладною та актуальною;
- STEM Alliance мотивує молодь обирати кар'єру в наукових і технічних галузях, що важливо для розвитку економіки та технологічного прогресу Європи.

Прикладами ресурсів є різноманітні практики, публікації, вебінари для викладачів з залученнями різниці компаній STEM-галузі. Також цікавий приклад STEM-уроку є урок з теми «Машини Руба Голдберга», який створений в ігровій формі. [29]

Таблиця 2.3

Огляд плану уроку з теми «Машини Руба Голдберга»

Тема уроку	Машини Руба Голдберга
Міждисциплінарний зв'язок	<ul style="list-style-type: none"> – прикладні науки; – інженерія; – фізика; – математика; – технології.
Можливості для здобувачів освіти	<ul style="list-style-type: none"> – розвиток просторового бачення та критичного мислення; – поглиблення знань з фундаментальних наук; – отримання практичних навичок в процесі проєктування.
Короткий огляд розробки уроку	Урок досліджує фізичні властивості понять з розділу «Механіка» та закріплює знання простих обчислень. Розробка створена на базі гри Minecraft та містить детальний опис, посилання на гру.

Scientix (<https://www.scientix.eu>) – це європейська спільнота для вчителів, яка підтримує STEM-освіту через обмін навчальними ресурсами, досвідом та між педагогами, дослідниками та освітніми організаціями.



Рис. 2.3

Платформа запущена Європейською комісією та координована European Schoolnet, Scientix спрямована на покращення якості STEM-освіти та популяризацію науки серед молоді. Scientix пропонує велику бібліотеку

безкоштовних навчальних матеріалів для викладачів. У бібліотеці можна знайти ресурси для різних рівнів навчання з різних STEM-напрямків, адаптованих до європейських освітніх стандартів.

На платформі є навчальні плани, практичні проєкти, симуляції та інтерактивні вправи, які педагоги можуть використовувати на своїх уроках. Scientix створює можливості для взаємодії між вчителями з різних країн, допомагаючи їм обмінюватися ідеями, методиками, успішними практиками та викликами. Завдяки цьому вчителі можуть удосконалювати свої методи викладання та дізнаватися про нові підходи.

Платформа підтримує міжнародні освітні проєкти та ініціативи, що дозволяють учням брати участь у практичних дослідженнях і проєктах, розвиваючи свої STEM-навички. Scientix працює з різними науково-дослідними організаціями, університетами та іншими партнерами для залучення дітей і молоді до науки, проводить вебінари, онлайн-курси, конференції та інші заходи для підвищення кваліфікації педагогів. Ці заходи охоплюють найрізноманітніші STEM-теми, що дозволяє вчителям розширювати знання та адаптуватися до новітніх тенденцій у викладанні. Платформа сприяє формуванню інтересу до наукових дисциплін серед учнів, показуючи на практиці значення STEM для розуміння світу та вирішення реальних проблем.

Scientix організовує великі конференції та семінари для вчителів та дослідників, що дозволяє їм вивчати нові методи та дізнаватися про інноваційні освітні проєкти. На платформі існують інструменти для створення спільних проєктів, де викладачі можуть працювати разом, розробляючи інтерактивні уроки та проєкти, має мережу послів Scientix у різних країнах Європи. Вони допомагають популяризувати ресурси Scientix серед освітян, проводять тренінги та сприяють інтеграції платформи в локальні освітні спільноти. Scientix також надає ресурси для підтримки інклюзивного навчання в STEM, щоб викладання було доступним для учнів із різними потребами та здібностями.

Переваги Scientix:

- більшість матеріалів доступні безкоштовно для всіх викладачів та можуть бути використані як у школі, так і вдома;
- платформа об'єднує педагогів із різних країн, що сприяє обміну досвідом та збагаченню методик викладання;
- Scientix підтримує новітні підходи до STEM-навчання, такі як проєктне навчання, використання технологій і міждисциплінарний підхід.

Розглянемо приклад конспекту плану уроку з STEM-технологій при вивченні фізики з використанням платформи «Вивчення змін клімату та рішень Сонячної енергії». Запропонований урок вивчає зміну клімату та рішення сонячної енергії [28].

Таблиця 2.4

Огляд плану уроку з теми «Вивчення змін клімату та рішень Сонячної енергії»

Тема уроку	Вивчення змін клімату та рішень сонячної енергії
Міждисциплінарний зв'язок	<ul style="list-style-type: none">– хімія;– математика;– фізика;– технології.
Можливості для здобувачів освіти	<ul style="list-style-type: none">– поглиблення знань змін клімату, сонячної енергії, клітин Гретцеля;– отримання практичних, експериментальних навичок, аналізу даних;– вирішення проблем в області сонячної енергетики;– розвиток та вдосконалення комунікативних навичок.
Короткий огляд розробки уроку	Урок направлений на дослідження змін клімату та сонячної енергії. Розробка містить детальний план, відео-матеріали, інструкції проведення експериментальних досліджень; додаткову довідкову інформацію для поглиблення знань з даної теми.

Teachers TryScience

(<http://www.teacherstryscience.org/>) — це

безкоштовна освітня платформа, яка надає

навчальні ресурси з STEM для вчителів,

зосереджуючись на інтерактивному і практичному підході.



Рис. 2.4

Платформа пропонує широкий вибір планів уроків з детальними інструкціями, спрямованих на розвиток STEM-компетенцій. Ці матеріали розроблені з урахуванням потреб сучасного навчання і включають інтерактивні вправи, проєкти та практичні експерименти. Уроки легко адаптуються до різних рівнів підготовки учнів та можуть використовуватись для класної роботи або позакласних занять.

Teachers TryScience також надає педагогам корисні методичні рекомендації з інтеграції STEM у шкільну програму. Інструменти й поради допомагають вчителям урізноманітнити викладання, заохочувати учнів до командної роботи, розвивати навички критичного мислення та вирішення проблем.

Сайт пропонує чимало проєктів на основі реальних наукових задач, що дозволяють учням застосовувати теоретичні знання на практиці. Учні працюють у командах над розв'язанням інженерних завдань, що розвиває їхні практичні навички та навички командної роботи.

Teachers TryScience надає можливість педагогам взаємодіяти, ділитися ідеями та матеріалами, а також обговорювати виклики та методи роботи. Це створює спільноту вчителів, які підтримують один одного в інтеграції STEM у шкільну програму. Завдяки Teachers TryScience, ресурси та інструменти для STEM-навчання стають доступнішими для викладачів із різних регіонів, включаючи важкодоступні школи, що сприяє рівним можливостям для всіх учнів.

Переваги Teachers TryScience:

- уроки спрямовані на практичне застосування знань і розвиток STEM-навичок через експерименти та дослідження, що робить навчання захоплюючим і корисним;
- всі ресурси безкоштовні і легкі у використанні, а уроки та проєкти адаптовані для різних вікових груп;

- Teachers TryScience допомагає розвивати у дітей критичне мислення, творчість, навички вирішення проблем і командну роботу – навички, необхідні в сучасному світі.

Teachers TryScience є важливим ресурсом для педагогів, які прагнуть зробити STEM-навчання інтерактивним, практичним і цікавим. Завдяки цьому сайту, вчителі можуть легше впроваджувати STEM в освітній процес, підвищуючи мотивацію та інтерес учнів до наук і технологій. [30]

Цікавим прикладом уроку з використанням STEM-технологій при вивченні фізики є урок з теми «Енергія вітру: створення вітряного генератора». Даний урок цікавий своїм практичним компонентом.

Таблиця 2.5

Огляд плану уроку з теми «Енергія вітру: створення вітряного генератора»

Тема уроку	Енергія вітру: створення вітряного генератора
Міждисциплінарний зв'язок	<ul style="list-style-type: none"> – фізика; – наука про Землю; – математика.
Можливості для здобувачів освіти	<ul style="list-style-type: none"> – поглиблення знань з електрики, магнетизму, впливу температур та тиску на газу; – отримання практичних, експериментальних навичок, аналізу даних; – отримання практичних навичок в процесі проектування.
Короткий огляд розробки уроку	Урок досліджує фізичні характеристики енергії, альтернативні джерела енергії. Розробка містить покроковий план, відео-інструкції, слайд-шоу електростанції, анімаційні файли, посилання на веб-сайти з додатковою інформацією.

PhET (<https://phet.colorado.edu/uk/>) (від *Physics Education Technology*) — це безкоштовна платформа, що надає інтерактивні симуляції для навчання у STEM-дисциплінах.



Рис. 2.5

Її розробила команда з Університету Колорадо в Боулдері для того, щоб допомогти студентам та учням краще зрозуміти складні наукові та математичні концепції через інтерактивні експерименти та дослідження.

PhET пропонує моделювання фізичних, хімічних, біологічних, математичних та інших явищ. Це дозволяє студентам проводити експерименти та змінювати параметри віртуальних моделей, спостерігаючи результати в реальному часі.

Платформа розроблена з акцентом на простоту використання, тому навіть молодші школярі можуть легко працювати з нею. Симуляції часто мають графічно зручний інтерфейс із можливістю маніпулювати об'єктами та значеннями.

PhET активно використовується у школах і закладах вищої освіти для проведення уроків, лабораторних робіт і навіть домашніх завдань. Це особливо актуально у дистанційному навчанні, коли доступ до лабораторного обладнання обмежений.

PhET підтримує переклади на понад 80 мов, включно з українською, що робить його доступним для користувачів у різних країнах.

Платформа має розділ для вчителів, де вони можуть знайти готові сценарії уроків і методичні матеріали, розроблені для роботи з симуляціями. На PhET доступні симуляції з фізики (наприклад, «Маятник», «Сили та рух»), хімії («Молекули та атоми», «Кислотно-основні реакції»), математики («Графіки функцій», «Дії з дробами») та інших STEM-дисциплін.

PhET — це потужний інструмент для залучення учнів до STEM-досліджень і кращого розуміння теоретичних знань через практичні експерименти в безпечному та доступному цифровому середовищі.

В Україні також функціонують платформи направлені на розвиток та популяризацію STEM-освіти. Вони надають широкий спектр ресурсів та інструментів для розвитку даного напрямку та підготовки учнів до майбутнього технологічного світу. Громадська організація «STEM Освіта Україна» впроваджує системні STEM-рішення в школах, використовуючи

інноваційні програми з Фінляндії, США та Ізраїлю. Вони розробили курс «П'ять кроків для організації STEM-освіти в початковій школі» та адаптували програми Science4Us і Eduten до української навчальної програми. Платформа STEM Освіта надає комплексні плани уроків та будує професійний розвиток для викладачів, щоб вони могли впевнено та ефективно викладати науку, математику та інженерію з першого класу. Проєкт «Якість освіти» пропонує ресурси для початкової та базової середньої освіти, включаючи матеріали з інформатики, фізики, математики та STEM. [11]

STEM-технології відкривають багато можливостей при вивченні та викладанні астрономії. Використовуючи цифрові інструменти, такі як Stellarium, Celestia або Universe Sandbox, надають можливість здобувачам освіти моделювати різноманітні космічні явища: рух планет, орбіти супутників, зіткнення астероїдів, що робить освітній процес більш інтерактивним, захопливим і ефективним.

Програмне забезпечення для вивчення зоряного неба допоможе вивчати сузір'я, положення планет і зміну видимого неба залежно від географічного місця та часу; глобальна мережа телескопів, таких як Slooh або Faulkes Telescope Project, дозволить учням проводити реальні астрономічні спостереження онлайн; доповнена реальність (AR) – «бачити» зоряне небо через смартфон, а VR занурить учнів у віртуальні космічні подорожі.

Платформи STEM для навчання мають значні переваги, які роблять навчальний процес цікавим, інтерактивним і сучасним. STEM-платформи значно розширюють можливості навчання, роблять його більш прикладним і цікавим. Вони готують учнів до майбутнього, формуючи не лише знання, а й навички, необхідні для успіху в сучасному світі. Використання таких платформ — це інвестиція в розвиток критичного та аналітичного мислення, а також у формування покоління, готового до інновацій та змін. [34]

2.2. Практичне використання інструментарію STEM-освіти при вивченні фізики та астрономії в умовах дистанційного та змішаного форматів навчання

Лабораторні роботи є важливим підґрунтям та початковим етапом у формуванні STEM-компетентностей, їх практичність у дистанційному та змішаних форматах є актуальною сьогодні. Хоча дистанційне навчання ускладнює організацію традиційних занять, існує багато способів зробити їх ефективними та практичними. Такі платформи, як **PhET**, дозволяють учням відтворювати експерименти віртуально, що надає можливість здобувачам освіти вивчати теорію через інтерактивні експерименти без спеціального обладнання.

Пропонуємо детальні приклади конспектів-уроків лабораторних робіт з використанням симуляцій платформи **PhET** для формування навичок роботи з платформою для подальшого впровадження їх у розвиток STEM-компетентностей при вивченні фізики та астрономії.

Урок 1. Лабораторна робота з теми «Дослідження коливань нитяного маятника, вимірювання прискорення вільного падіння»

Мета уроку:

Навчальна. У ході дослідницької діяльності закріпити знання про закономірності коливального руху, за допомогою маятника визначити прискорення вільного падіння.

Розвивальна. Сприяти: розвитку спостережливості, уваги, пам'яті, уяви, мислення; виробленню звички до планування своїх дій; формуванню вміння самостійно контролювати проміжні і кінцеві результати роботи; формуванню вміння організовувати своє робоче місце.

Виховна. Виховувати в учнів охайність під час проведення експерименту, дбайливе ставлення до лабораторного обладнання; виховувати учнів працювати в парах та групах.

Тип уроку: урок застосування знань, умінь і навичок.

Наочність і обладнання: лабораторія симуляції Phet.

Хід уроку

- I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ ЕТАП
- II. ПЕРЕВІРКА ДОМАШНЬОГО ЗАВДАННЯ
- III. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ
- IV. ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

Хід роботи

Підготовка до експерименту

Завантажте віртуальну лабораторію за посиланням:

<https://phet.colorado.edu/uk/simulations/pendulum-lab>

Експеримент

Суворо дотримуйтесь інструкції з безпеки.

Результати вимірювань і обчислень потрібно одразу заносити до таблиці.

1. Налаштуйте робочу область: встановіть прапорці біля позначок лінійка та секундомір (рис. 2.6).

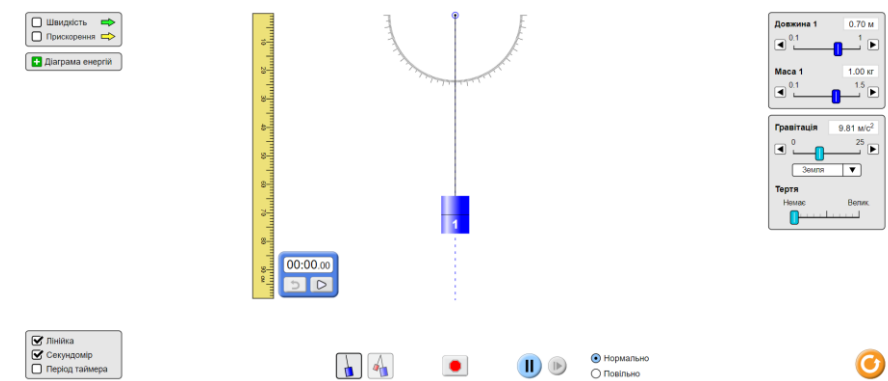


Рис. 2.6

2. Встановіть довжину маятника (відстань від точки підвісу до центра кульки) в налаштуваннях (рис. 2.7). Для перевірки також можна скористатися лінійкою.

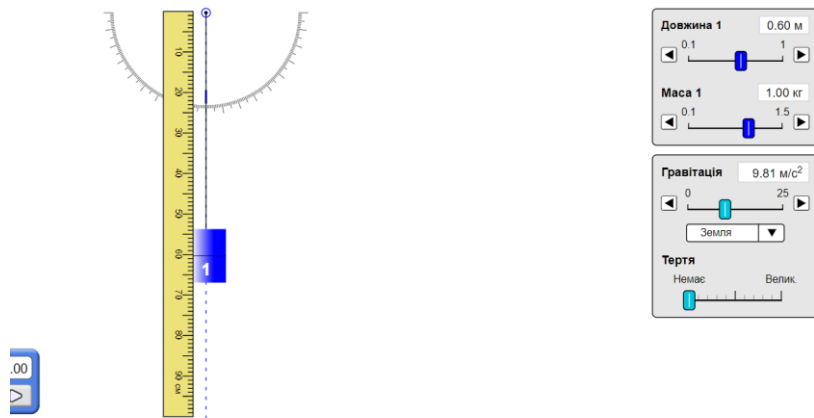


Рис. 2.7

3. Відхиліть маятник від положення рівноваги на 15° і відпустіть (рис. 2.8).

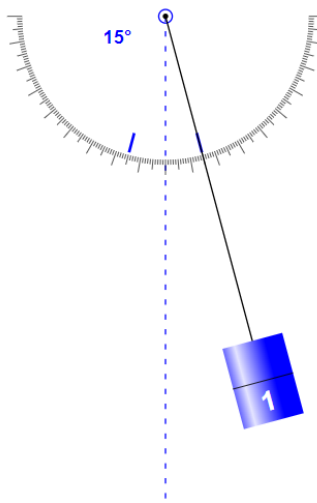


Рис. 2.8

4. Виміряйте інтервал часу, за який маятник здійснює 20 коливань (рис. 2.9).

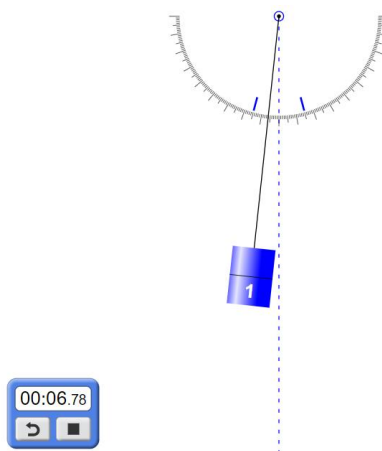


Рис. 2.9

Урок 2. Лабораторна робота з теми «Дослідження коливань тіла на пружині»

Мета уроку:

Навчальна. У ході дослідницької діяльності визначити період коливань пружинного маятника, перевірити залежність періоду коливань пружинного маятника від амплітуди коливань, маси вантажу та коефіцієнта жорсткості.

Розвивальна. Сприяти: розвитку спостережливості, уваги, пам'яті, уяви, мислення; виробленню звички до планування своїх дій; формуванню вміння самостійно контролювати проміжні і кінцеві результати роботи; формуванню вміння організовувати своє робоче місце.

Виховна. Виховувати в учнів охайність під час проведення експерименту, дбайливе ставлення до лабораторного обладнання; виховувати учнів працювати в парах та групах.

Тип уроку: урок застосування знань, умінь і навичок.

Наочність і обладнання: лабораторія симуляції Phet.

Хід уроку

I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ ЕТАП

II. ПЕРЕВІРКА ДОМАШНЬОГО ЗАВДАННЯ

III. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ

IV. ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

Хід роботи

Підготовка до експерименту

Завантажте віртуальну лабораторію за посиланням:

https://phet.colorado.edu/sims/html/masses-and-springs/latest/masses-and-springs_all.html?locale=uk

Експеримент

Суворо дотримуйтеся інструкції з безпеки.

Результати вимірювань і обчислень потрібно одразу занести до таблиці.

1. Налаштуйте робочу область: встановіть лінійку, секундомір та вагу вантажу 100 гр. Визначте ціну поділки для лінійки $C_A = \underline{\hspace{1cm}}$ (рис. 2.10).

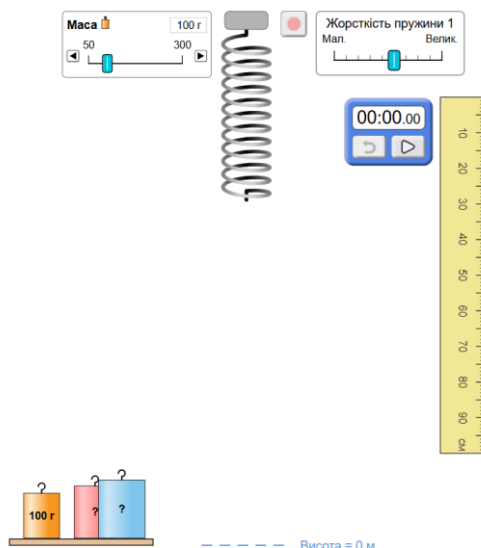


Рис. 2.10

2. Встановіть лінійку паралельно стрижню з пружиною (рис. 2.11).

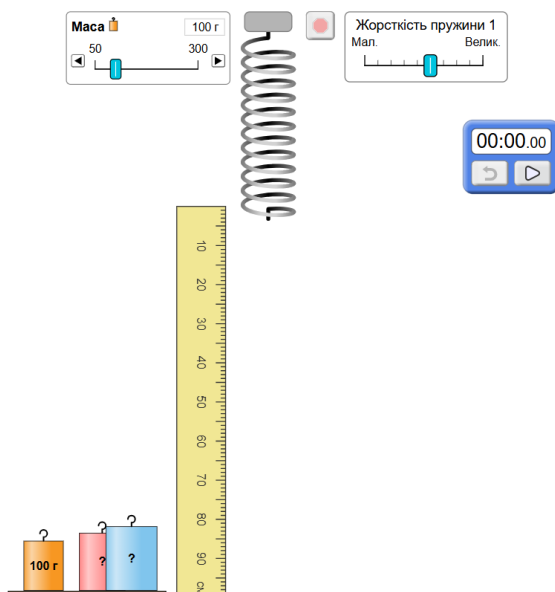


Рис. 2.11

3. Встановіть прапорець біля позначки положення рівноваги та зміщення та зафіксуйте значення навпроти останнього витку пружини (довжина без навантаження). Спочатку потрібно підвісити вантаж масою 100 гр (рис. 2.12) та визначити видовження пружини $x = \underline{\hspace{1cm}}$ м.

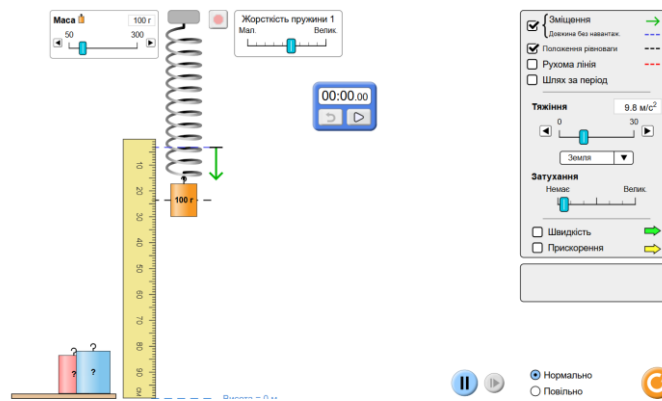


Рис. 2.12

4. Змініть жорсткість пружини перемістивши повзунок та виконайте аналогічні дії, як зазначено в пунктах 3 та 4.

Дослідження залежності періоду коливань пружинного маятника від амплітуди коливань

5. Змініть налаштування на початковий етап, закріпіть вантаж на пружини та відведіть від положення рівноваги $A_1 = _ \text{ м}$. Виміряйте час секундоміром $t_1 = _ \text{ с}$ за який маятник виконує $N = _$ кількість повних коливань (рис. 2.13). Визначте період коливань маятника за формулою

$$T_1 = \frac{t_1}{N}, \text{ с}$$

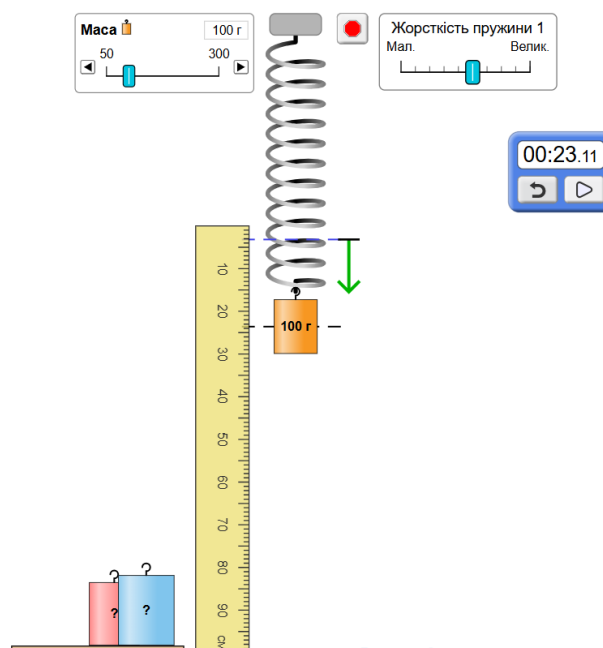


Рис. 2.13

Урок 3. Лабораторна робота з теми «Вимірювання ЕРС і внутрішнього опору джерела струму»

Мета уроку:

Навчальна. У ході дослідницької діяльності визначити ЕРС і внутрішній опір батареї гальванічних елементів на основі результатів вимірювань сили струму в колі та напруги на зовнішній ділянці кола.

Розвивальна. Сприяти: розвитку спостережливості, уваги, пам'яті, уяви, мислення; виробленню звички до планування своїх дій; формуванню вміння самостійно контролювати проміжні і кінцеві результати роботи; формуванню вміння організовувати своє робоче місце.

Виховна. Виховувати в учнів охайність під час проведення експерименту, дбайливе ставлення до лабораторного обладнання; виховувати учнів працювати в парах та групах.

Тип уроку: урок застосування знань, умінь і навичок.

Наочність і обладнання: лабораторія симуляції Phet.

Хід уроку

I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ ЕТАП

II. ПЕРЕВІРКА ДОМАШНЬОГО ЗАВДАННЯ

III. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ

IV. ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

Хід роботи

Підготовка до експерименту

Завантажте віртуальну лабораторію за посиланням

https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_all.html?locale=uk

Експеримент

Суворо дотримуйтеся інструкції з безпеки.

Результати вимірювань і обчислень відразу записуйте до таблиці.

1. Накресліть схему електричного кола відповідно рис. 2.16 (резистор, ключ, батарея гальванічних елементів, амперметр). В налаштуваннях ввімкніть перемикач «Струм» на панелі налаштувань.

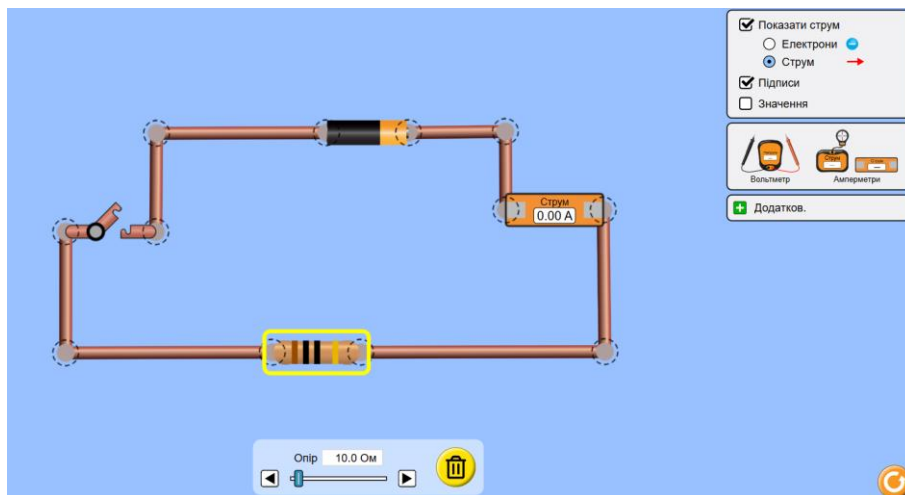


Рис. 2.16

2. Запишіть закон Ома для повного кола й отримайте формулу для визначення внутрішнього опору джерела струму (зверніть увагу, що $IR = U$).
3. Приєднайте вольтметр до батареї та встановіть опір резистора в максимальне значення (рис. 2.17).

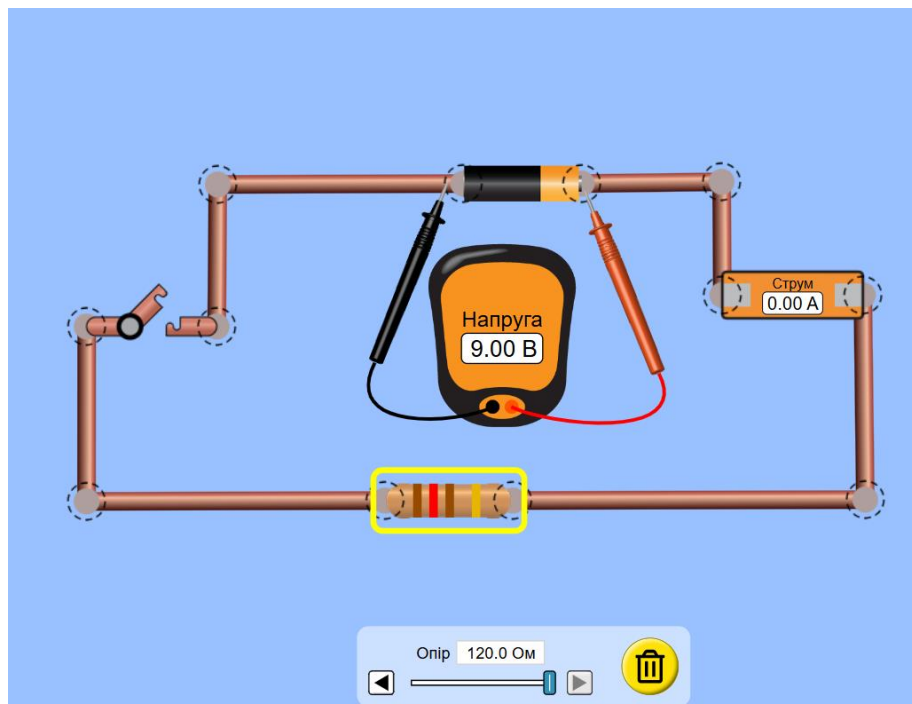


Рис. 2.17

4. Виміряйте напругу на клеммах при розімкненому ключі (отримане значення буде відповідати ЕРС джерела струму $\mathcal{E}_{\text{вим}}$).
5. Замкніть ключ та виміряйте силу струму I в колі напруги U (рис. 2.18).

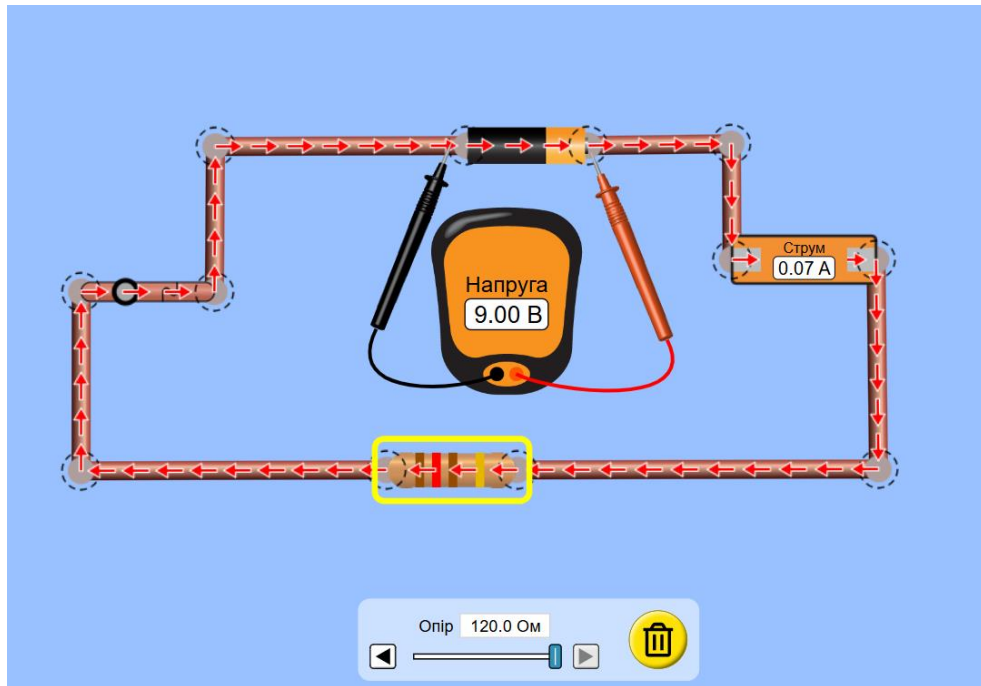


Рис. 2.18

6. Пересуньте повзунок резистора (менше значення) і знову виміряйте силу струму I в колі напруги U (рис. 2.19).

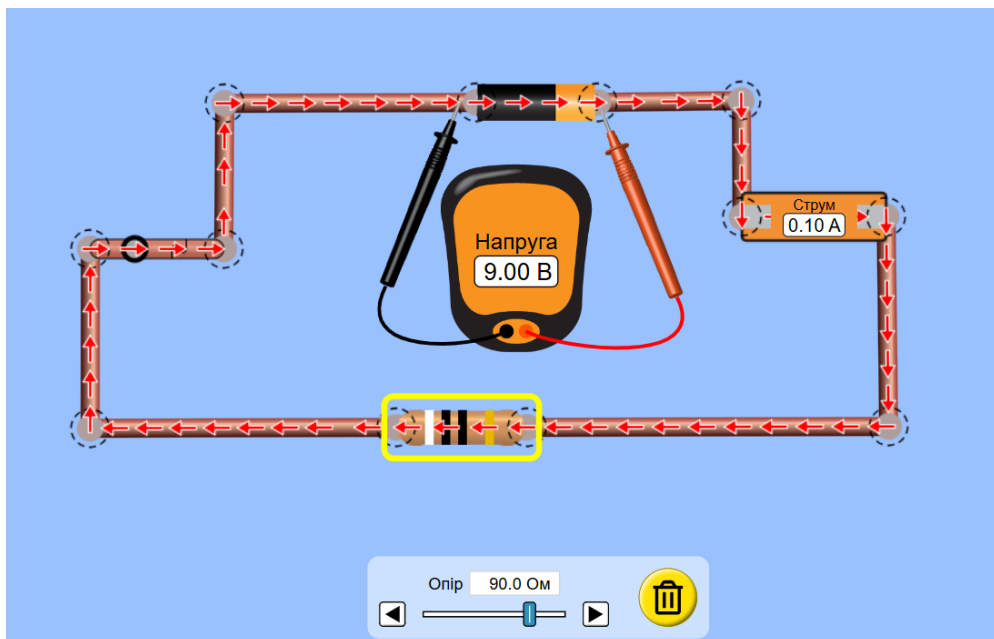


Рис. 2.19

7. Виконайте дії пункту 6 ще тричі поступову змінюючи значення опору резистора.

Аналіз експерименту та його результатів

Проаналізуйте експеримент і його результати. У висновку зазначте: 1) величини, які ви вимірювали; значення якої величини було встановлено шляхом прямих вимірювань, а якої – непрямих; 2) якими є результати вимірювань; 3) у чому причина похибок вимірювань; вимірювання якої величини дає найбільшу похибку.

Висновок

VI. ПІДБИТТЯ ПІДСУМКІВ УРОКУ

VII. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Ефективність навчальної діяльності здобувачів освіти залежить від самостійності, творчого мислення та вміння організовано працювати в групі. Пропонуємо зразок розробки плану-конспекту для ефективного вивчення астрономії.

Зразок плану-конспекту уроку астрономії для учнів 11 класу

Тема «Закони Кеплера. Визначення маси і розмірів небесних тіл»

Мета уроку: розглянути закони руху космічних тіл у центральному полі тяжіння (закони Кеплера), траєкторії руху космічних тіл та їх основні характеристики, ознайомити з величинами космічних швидкостей, методами визначення розмірів і маси небесних тіл, використовуючи STEM-підхід.

Перший етап: Організаційний етап. Постановка проблемних питань

1. Вступна частина (5 хв): бесіда з учнями про рух планет та їх вплив.
2. Оголошення мети уроку (1 хв): обговорення з учнями, яка траєкторія руху планет. Чому вони рухається дивно, то зі сходу на захід, то з заходу на схід? Які планети можна побачити неозброєним оком.
3. Пояснення порядку дій (3 хв): викладач пояснює алгоритм роботи та послідовність виконання завдань.

Другий етап: Презентація та оформлення результатів

1. Вивчення нового матеріалу (3 хв): узагальнена інформація про рух планет (вступне слово викладача про наслідки закону тяжіння).
2. Групова робота (15 хв): учні діляться на 3 групи та працюють над пошуком та поясненням законів Кеплера. Практичне застосування законів досліджують з використання симуляції Phet «Закони Кеплера». Опрацьовують результати та оформлюють дослідження.

Третій етап: Представлення та обговорення результатів

1. Презентація групових результатів (10 хв): кожна група презентує свої результати та пояснює основні закономірності та наслідки законів

Кеплера.

2. Обговорення (10 хв): учні разом з викладачем обговорюють та аналізують групові результати.

Четвертий етап: Закріплення та підведення підсумків

1. Закріплення (10 хв): викладач підсумовує результати дослідження та висновки зроблені учнями. Демонструє всі розглянуті закони за один оберт за кожним із законів Кеплера використовуючи симуляції Phet (екран «Усі закони»).

2. Підведення підсумків (5 хв): викладач підводить підсумки знайдених закономірностей, наслідків законів та зроблених висновків учнями.

3. Завершення (2 хв): викладач завершує урок, акцентуючи увагу на необхідності вивчення фізики та астрономії та розвитку STEM-компетентностей для подальшого розвитку мислення.

Детальний огляд опису проєкту наведений в таблиці 2.6

Таблиця 2.6.

Опис проєкту «Закони Кеплера. Визначення маси і розмірів небесних тіл»

Назва	Закони Кеплера. Визначення маси і розмірів небесних тіл
Предмети, які інтегруються в проєкті	Фізика, астрономія, технології, англійська мова
Термін виконання	
Віковий діапазон учнів	14-17 років
Завдання	–розглянути закони руху космічних тіл у центральному полі тяжіння, траєкторії руху та їх основні характеристики; –визначити розміри і маси небесних тіл; –навчитися аналізувати експериментально отримані дані; –вдосконалити навички роботи з інформаційними системами та платформами

Отриманні компетенції учнів	<ul style="list-style-type: none"> – пояснювати астрономічні явища, планувати та реалізовувати астрономічні спостереження, фіксувати та опрацьовувати й правильно інтерпретувати та оцінювати їх результати; – застосовувати математичний апарат і закони фізики для розв’язування астрономічних задач, обґрунтування та доведення тверджень; опрацювання, інтерпретації, оцінювання результатів спостережень; моделювання астрономічних явищ у формі математичних рівнянь і співвідношень; – оперувати найбільш вживаними в міжнародній практиці астрономічними термінами; користуватися іншомовними джерелами як додатковими під час виконання навчальних завдань та проектів; – використовувати інформаційні системи для швидкого та цілеспрямованого пошуку інформації; користуватися сучасними гаджетами як інструментальними засобами. – відстоювати аргументовано свої погляди на вирішення навчальних завдань та сприймати аргументовані пропозиції товаришів; дотримуватися принципів демократичності та відповідальності під час роботи в групі
Очікувані результати проекту	вдосконалення навичок роботи з цифровими платформами для більш ефективного засвоєння знань з фізики та астрономії
Форми проекту	групова
Форма подання результатів проекту	презентація результатів дослідження, проведення експерименту з використанням інтерактивних платформ симуляцій
Необхідні ресурси для роботи над проектом	програмне забезпечення для роботи в мережі Інтернет
Цифрові інструменти та ресурси, які будуть використані у проекті	платформа симуляцій Phet, браузер, доступ до мережі Інтернет, програми для опрацювання інформації (програми для створення презентацій, текстових документів).

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

В другому розділі роботи було висвітлено питання щодо використання сучасних інформаційних ресурсів та STEM-платформ, які можуть значно урізноманітнити та збільшити ефективність освітнього процесу при вивченні дисциплін природничо-математичного циклу.

STEM-напрямок, його розвиток та використання є важливим і невід'ємним елементом сучасного навчального процесу, оскільки розвиває в здобувачів освіти ключові компетентності:

- практичні навички;
- критичне мислення;
- цифрову грамотність.

Платформи STEM-освіти для навчання мають значні переваги, які роблять освітній процес цікавим, інтерактивним і сучасним. STEM-платформи значно розширюють можливості навчання, роблять його більш прикладним і цікавим. Використання таких платформ — це інвестиція в розвиток критичного та аналітичного мислення, а також у формування покоління, готового до інновацій та змін.

ВИСНОВКИ

Впровадження в Україні STEM-освіти значною мірою підвищує рівень знань здобувачів освіти при вивченні дисциплін природничо-математичного циклу, що в результаті збільшує інтерес випускників до технічних професій та покращує особистісний розвиток учнів.

STEM-освіта у форматі дистанційного і змішаного навчання має великі перспективи, хоча й стикається з певними викликами. STEM-освіта у дистанційному форматі є перспективною, але потребує певних умов для ефективного впровадження. Підтримка технологіями, інтерактивні методи, доступ до віртуальних лабораторій і менторська підтримка можуть значно підвищити ефективність STEM-навчання на відстані. Водночас необхідно враховувати виклики, щоб забезпечити рівний доступ до якісного STEM-навчання для всіх учнів.

Сучасний учитель у контексті STEM-освіти – це спеціаліст, який здатний інтегрувати новітні технології, інноваційні методи та міждисциплінарний підхід у викладання. STEM стає важливим елементом сучасного освітнього простору, оскільки розвиває в здобувачів освіти практичні навички та критичне мислення, що необхідні для майбутньої кар'єри в різних галузях.

Освітнє середовище повинно задовольняти природний потяг дітей спрямований на розвиток їх пізнавальної активності та бажанню займатися дослідницькою діяльністю. Щоб забезпечити такий підхід необхідне виконання таких умов:

- орієнтація на інтегроване навчання усіх учасників освітнього процесу;
- розширення матеріальної бази закладів освіти;
- навчально-методичне забезпечення, яке буде включати дослідницькі завдання, збільшення в програмах навчальних годин для проведення практичних робіт, виконання проєктів.

STEM-освіта у фізиці та астрономії орієнтована на розвиток практичних та наукових знань через інтеграцію наукових дисциплін і технологій. Використання STEM-методики допомагає здобувачам освіти розуміти складні фізичні явища, розвиває навички критичного мислення, аналізує дані та дозволяє використовувати отримані знання в реальних життєвих ситуаціях. Реалізація напрямку STEM-освіти використовує різноманітні підходи при вивченні дисциплін.

В процесі виконання кваліфікаційної роботи зроблене наступне:

- здійснено аналіз зарубіжних та вітчизняних інформаційних джерел з проблеми даної теми кваліфікаційної роботи;
- здійснено аналіз сучасного стану впровадження STEM-освіти в закладах освіти в умовах дистанційної та змішаної форми навчання;
- досліджено сучасні платформи та онлайн-сервіси для подальшого використання їх в освітньому процесі, як здобувачами освіти так і викладачами для підвищення рівня ефективності засвоєння знань при вивченні та викладанні фізики та астрономії;
- розроблені методичні рекомендації (конспекти уроків лабораторних робіт) з використанням симуляції Phet для відпрацювання навичок роботи з платформою;
- розроблений зразок конспекту-уроку з астрономії з використанням STEM-технологій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Балик Н. Р., Шмигер Г. П. Підходи та особливості сучасної STEM-освіти // *Фізико-математична освіта*. 2017 № 2(12). С. 26–30.
2. Барна О. В., Балик Н. Д. Впровадження STEM-освіти у навчальних закладах: етапи та моделі. STEM-освіта та шляхи її впровадження в навчально-виховний процес: матеріали I регіональної наук.-практ. вебконференції. Тернопіль, 2017. С. 3–8.
3. Биков В. Ю., Кухаренко В. М., Сиротенко Н. Г., Рибалко О. В., Богачков Ю. М. Технологія розробки дистанційного курсу. За ред. Бикова В. Ю. та Кухаренка В. М. Київ : Міленіум. 2008. 324 с.
4. Бузько В. Л. Проектна діяльність учнів основної школи як засіб формування пізнавального інтересу до фізики. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки*. – Чернігів : ЧНПУ, 2013. Вип. 109. С. 30-32.
5. Василяшко І. П., Горбенко С. Л., Лозова О. В., Патрикеева О. О. Методичні рекомендації щодо впровадження STEM-освіти у загальноосвітніх та позашкільних навчальних закладах України на 2017/2018 навчальний рік, методист, № 8, С. 37–43.
6. Глосарій термінів STEM-освіти. URL: <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/glosariy/>
7. Гончарова Н. О. Професійна компетентність вчителя у системі навчання STEM // *Наукові записки Малої академії наук України*. 2015. № 7. С. 141–147.
8. Дуднік В., Тухтарова Т., Кучер Р. Дистанційне навчання здобувачів освіти України в умовах воєнного стану: організаційний аспект // *Вісник Дніпровської академії неперервної освіти. Філософія. Педагогіка*. 2022. № 2 (3). С.54–59.

9. Іванюк Т. STEM як освітній ресурс XXI століття. STEM-освіта та шляхи її впровадження в навчально-виховний процес. Тернопіль, 2017. С. 14–18.
10. Кириленко С., Кіян О. Поліфункціональний урок у системі STEM-освіти: теоретико-методологічні та методичні сегменти // *Рідна школа*. 2016. № 4. С. 50–54.
11. Кириленко С., Кіян О. Проблема підготовки вчителя у системі STEM-освіти: розвиток та формування його професійної компетентності. STEM-освіта: стан впровадження та перспективи розвитку. Київ : ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти», 2017. 160 с.
12. Климичин І. А., Крячко І. П. Астрономія: Підручник для 11 класу загальноосвітніх навчальних закладів. – Київ : Знання України, 2002. 192 с.
13. Нова українська школа. Концептуальні засади реформування середньої школи 2016. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf>.
14. Мазелла Ф. Освіта на робочому місці: як вчитися в епоху цифрових технологій. URL: <https://www.epravda.com.ua/publications/2017/04/21/624116/>
15. Градовський П., Теслюк Н. Методичне забезпечення освітнього процесу в умовах змішаного та дистанційного навчання // *Професійна освіта*. № 1. 2022. 45 с.
16. Поліхун Н. І., Сліпухіна І. А., Чернецький І. С. Педагогічна технологія STEM як засіб реформування освітньої системи України // *Освіта та розвиток обдарованої особистості*. 2017. № 3(58). С. 5–9.
17. Поліхун Н. І., Постова К. Г, Сліпухіна І. А., Онопченко Г. В., Онопченко О. В Упровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної і неформальної освіти обдарованих учнів: методичні рекомендації. Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2019. 80 с.

18. Положення про дистанційну форму здобуття повної загальної середньої освіти»(затверджено наказом МОН від 8 вересня 2020 року №1115). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0703-13#>

19. Презентація ‘STEAM-освіта: інноваційна науково-технічна система навчання 2016. Інститут післядипломної педагогічної освіти Київського університету імені Бориса Грінченка.

20. Пришляк М. П. Астрономія (рівень стандарт, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Яцківа Я. С.) : підруч. для 11 кл. закл. Серед. Освіти – Харків : Ранок, 2019. – 144 с.

21. Савченко І. М. Реалізація ідей STEM-освіти Національним центром «Мала академія наук України»: Наукові записки Малої академії наук України. 2015. № 7. С. 148–157 с.

22. Олефіренко Т., Цветкова Г. Концептуальні засади розвитку STEM-освіти в Україні // *Вища освіта України*, 2020. 61-67 с.

23. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В. М.) : підруч. для 11 кл. закл. загал. серед. освіти / [Бар’яхтар В. Г., Довгий С. О., Божинова Ф. Я., Кірюхіна О. О.]; за ред. Бар’яхтара В. Г., Довгого С. О. Харків : Ранок, 2019. 272 с.

24. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В. М.) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [Бар’яхтар В. Г., Довгий С. О., Божинова Ф. Я., Кірюхіна О. О.] ; за ред. Бар’яхтара В. Г., Довгого С. О. Харків : Ранок, 2018. 272 с.

25. Шпак В. І., Єжижанська Т. С., Осмоловська, О. А. Сучасна освіта дистанційного формату у сфері журналістики: ставлення здобувачів як основних стейкхолдерів освітнього процесу // *Обрії друкарства*, 2023. 2(14), 36–53 с.

26. Шубіна Т. Проектна діяльність як важливий аспект компетентнісної освіти учнів // *Педагогічна Житомирщина*. 2013. №4(72). 45-48 с.

27. Christensen Institute [сайт Інституту Крістенсена] 2017. URL: www.christenseninstitute.org.
28. <https://www.scientix.eu/>
29. <http://www.stemalliance.eu/about>
30. <http://www.teacherstryscience.org/>
31. <https://tryengineering.org/what-we-do/explore-tryengineering/>
32. <https://vseosvita.ua/library/instrumenti-ta-zasobi-organizaciidistancijnogo-navcanna-389041.html>
33. Patricia Mc Gee, Abby Reis. Blended Course Design: A Synthesis Of Best Practices // *Journal of Asynchronous Learning Networks* 2012. Volume 16. Issue 4. p.7- 22
34. <https://phet.colorado.edu/uk/>