

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра комп'ютерних наук

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА
на тему: **«СТВОРЕННЯ ЕФЕКТИВНОГО ОСВІТНЬОГО**
СЕРЕДОВИЩА НА ОСНОВІ STEM-ТЕХНОЛОГІЙ
ДЛЯ НАВЧАННЯ ІНФОРМАТИКИ»

Виконав студент: 2 курсу, групи 8.0143-ін-3
спеціальності 014 Середня освіта

(шифр і назва спеціальності)

освітньої програми 014.09 Середня освіта (Інформатика)
(шифр і назва)

К. В. Нетикша

(ініціали та прізвище)

Керівник завідувач кафедри загальної та прикладної
фізики, професор, д.пед.н. Андрєєв А. М.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент вчитель фізики та астрономії Запорізької гімназії
№28 Запорізької міської ради Запорізької області,
доцент, к.пед.н. Точиліна Т. М.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Математичний

Кафедра Комп'ютерних наук

Рівень вищої освіти магістр

Спеціальність 014 Середня освіта

Освітня програма 014.09 Середня освіта (Інформатика)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
комп'ютерних наук,
д.т.н., професор

(підпис) **Шило Г. М.**

« 15 » **ЖОВТНЯ** 2024

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

Нетикші Кирилу Володимировичу
(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема роботи Створення ефективного освітнього середовища на основі STEM-технологій для навчання інформатики

керівник роботи Андрєєв Андрій Миколайович, д. пед. наук, професор
(прізвище, ім'я та по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від « 11 » 10 2024 року № 1546-с

2. Строк подання студентом роботи 01.12.2024

3. Вихідні дані до роботи 1. Постановка задачі.
2. Перелік літератури.

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

1. Основні теоретичні відомості;

2. Матеріали та методи дослідження;

3. Результати та їх обговорення;

4. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): _____
презентація.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 15.10.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Розробка плану роботи	14.10.2024	виконано
2.	Збір вихідних даних	16.10.2024	виконано
3.	Обробка методичних та теоретичних джерел	23.10.2024	виконано
4.	Розробка першого та другого розділу	05.11.2024	виконано
5.	Розробка третього розділу	15.11.2024	виконано
6.	Оформлення та нормоконтроль кваліфікаційної роботи	26.11.2024	виконано
7.	Захист кваліфікаційної роботи	10.12.24	виконано

Студент

(підпис)

К. В. Нетикша

(ініціали та прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

А. М. Андрєєв

(ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер

(підпис)

О. Г. Спиця

(ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра «Створення ефективного освітнього середовища на основі STEM-технологій для навчання інформатики»: 83 с., 20 рис., 6 табл., 40 джерел.

АКТИВНІ МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ, ІНТЕРАКТИВНІ ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ РОЗВИТКУ НАВЧАЛЬНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ, НАВЧАННЯ ІНФОРМАТИКИ, ОСВІТНЄ СЕРЕДОВИЩЕ, STEM-ТЕХНОЛОГІЇ.

Об'єкт дослідження: процес навчання інформатики у загальноосвітніх навчальних закладах із використанням STEM-технологій.

Мета роботи: розроблення та експериментальна перевірка методичних засад створення ефективного освітнього середовища на основі STEM-технологій для навчання інформатики.

Предмет дослідження: методичні засади створення ефективного освітнього середовища на основі STEM-технологій для навчання інформатики.

Методи дослідження: теоретичні, емпіричні, моделювання і методи математичної статистики.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що розроблено модель освітнього середовища для навчання інформатики, яка інтегрує STEM-технології з акцентом на практичне застосування знань.

Практичне значення дослідження визначається тим, що його результати можуть бути безпосередньо використані у освітньому процесі загальноосвітніх шкіл для підвищення ефективності викладання інформатики із застосуванням STEM-технологій.

SUMMARY

Master's Qualification Thesis «Creating an effective educational environment based on STEM technologies for teaching informatics»: 83 pages, 20 figures, 6 tables, 40 references.

ACTIVE LEARNING METHODS, INTERACTIVE TOOLS FOR DEVELOPING EDUCATIONAL COMPETENCIES, TEACHING INFORMATICS, EDUCATIONAL ENVIRONMENT, STEM TECHNOLOGIES.

Object of study: the process of teaching informatics in general educational institutions using STEM technologies.

Purpose: development and experimental validation of methodological principles for creating an effective educational environment based on STEM technologies for teaching informatics.

Subject of study: methodological principles for creating an effective educational environment based on STEM technologies for teaching informatics.

Research methods: theoretical, empirical, modeling, and methods of mathematical statistics.

Scientific novelty: a model of the educational environment for teaching informatics has been developed, integrating STEM technologies with an emphasis on the practical application of knowledge.

Practical significance: the results of this study can be directly applied in the educational process of general education schools to improve the efficiency of teaching informatics using STEM technologies.

ЗМІСТ

Завдання на кваліфікаційну роботу.....	2
Реферат	4
Summary	5
Вступ.....	7
1 Використання STEM-підходів у навчанні інформатики у закладах загальної середньої освіти.....	11
1.1 Провідні ідеї концепції STEM-технологій у закладі загальної середньої освіти.....	11
1.2 Вплив STEM-методик на освітній процес у закладі загальної середньої освіти.....	15
1.3 Використання STEM-підходів у викладанні інформатики.....	21
2 Методичні засади створення STEM-орієнтованого освітнього середовища для навчання інформатики.....	25
2.1 Підбір ефективних інструментів STEM для викладання інформатики.....	25
2.2 Моделювання освітнього процесу з інформатики з використанням STEM-підходів	34
2.3 Інтерактивні методи навчання інформатики: віртуальні лабораторії та симуляції.....	46
3 Практична реалізація STEM-технологій в освітньому процесі з інформатики	54
3.1 Підготовка та проведення педагогічного експерименту	54
3.2 Аналіз результатів експериментального навчання.....	62
Висновки	70
Перелік посилань.....	72
Додаток А Проєкт експериментальної групи «математичний лабіринт»	76
Додаток Б Приклад контрольного тесту з теми 2 «умовні оператори».....	80
Додаток В Зразок анкети	82

ВСТУП

Сучасна система освіти перебуває в стані масштабних трансформацій, зумовлених швидким розвитком технологій, зростанням ролі інновацій та новими вимогами суспільства до підготовки учнів. У цьому контексті STEM-освіта (Science, Technology, Engineering, Mathematics) займає одне з провідних місць серед інноваційних підходів до навчання. Ця освітня концепція базується на інтеграції природничих наук, технологій, інженерії та математики, що дозволяє учням отримати цілісне уявлення про сучасний світ і набути практичних навичок для вирішення реальних задач. Впровадження STEM-підходів у шкільну освіту сприяє розвитку у школярів критичного мислення, творчого підходу до проблем, аналітичних здібностей та вміння застосовувати отримані знання на практиці.

Особливу актуальність STEM-освіта набуває у навчанні інформатики – предмета, який тісно пов'язаний із сучасними технологіями, інноваціями та цифровими рішеннями. Інформатика є фундаментальною дисципліною для розуміння принципів роботи інформаційних систем, алгоритмів, програмування та обробки даних. У сучасному світі, де домінують інформаційні технології, ця дисципліна стає ключовою для підготовки учнів до реального життя та майбутньої професійної діяльності. Впровадження STEM-технологій у навчальний процес з інформатики дозволяє створити інтерактивне та гнучке освітнє середовище, яке відповідає сучасним потребам учнів та суспільства.

Попри переваги, впровадження STEM освіти стикається з викликами. Серед них – недостатнє матеріально-технічне забезпечення, особливо у сільських школах, де відсутність сучасного обладнання обмежує реалізацію STEM-підходів. Ще однією проблемою є брак методичної підготовки вчителів, які не завжди мають досвід роботи з інноваційними технологіями. Це вимагає додаткових тренінгів для підвищення кваліфікації педагогів.

Також STEM-освіта потребує оновлення навчальних програм та інтеграції дисциплін, що вимагає змін у підходах до організації навчання.

STEM-підходи дозволяють підготувати учнів до реального життя, забезпечивши їх необхідними знаннями та навичками. Це сприяє розвитку ключових компетенцій, які є важливими для успішної професійної діяльності у сучасному суспільстві. Отже тема роботи є *актуальною*.

Метою дослідження є розроблення та експериментальна перевірка методичних засад створення ефективного освітнього середовища на основі STEM-технологій для навчання інформатики.

Для досягнення зазначеної мети поставлено такі **завдання**:

- дослідити сучасні наукові підходи до впровадження STEM-освіти в освітній процес, зокрема у викладанні інформатики. Визначити основні тенденції, проблеми та перспективи використання STEM-технологій у шкільній освіті;
- розробити ефективні методики інтеграції STEM-технологій у освітній процес із інформатики. Запропонувати способи використання STEM-інструментів для формування у учнів ключових компетенцій;
- створити модель освітнього середовища, що базується на використанні STEM-підходів у викладанні інформатики. Розробити навчальні сценарії, які передбачають використання інноваційних підходів;
- шляхом проведення експериментального навчання дослідити ефективність запропонованих методичних засад, щодо створення освітнього середовища що базується на використанні STEM-підходів у викладанні інформатики.

Виконання зазначених завдань дозволило створити науково обґрунтовану та практично орієнтовану модель впровадження STEM-освіти у навчання інформатики, що сприятиме підвищенню якості освітнього процесу та формуванню ключових компетенцій учнів.

Об’єкт дослідження: процес навчання інформатики у закладах загальної середньої освіти із використанням STEM-технологій.

Предмет дослідження: методичні засади створення ефективного освітнього середовища на основі STEM-технологій для навчання інформатики.

Методи дослідження: *теоретичні* (аналіз і синтез – для вивчення наукових джерел, сучасних методик і практик використання STEM-технологій у навчанні; порівняння та узагальнення – для визначення переваг і обмежень STEM-підходів у навчанні інформатики); *емпіричні* (спостереження – за організацією навчального процесу із впровадженням STEM-підходів; експеримент – для перевірки ефективності запропонованих методик і моделей навчання; анкетування та опитування учнів і вчителів – для оцінки сприйняття STEM-інструментів і впливу на мотивацію до навчання); *моделювання* (розробка моделі освітнього середовища, заснованого на використанні STEM-технологій для навчання інформатики); *методи математичної статистики* (обробка та аналіз отриманих даних для оцінки ефективності запропонованих підходів; визначення статистичної значущості результатів експерименту).

Ці методи забезпечують комплексний підхід до дослідження, дозволяючи не лише теоретично обґрунтувати, але й практично перевірити ефективність впровадження STEM-технологій у навчання інформатики.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що розроблено модель освітнього середовища для навчання інформатики, яка інтегрує STEM-технології з акцентом на практичне застосування знань. Ця модель дозволяє ефективно поєднувати теоретичне навчання із прикладними завданнями, сприяючи розвитку критичного мислення та аналітичних здібностей учнів.

Практичне значення дослідження визначається тим, що його результати можуть бути безпосередньо використані у освітньому процесі

закладів загальної середньої освіти для підвищення ефективності викладання інформатики із застосуванням STEM-технологій.

Розроблені методичні рекомендації та підходи сприяють інтеграції інноваційних інструментів, таких як віртуальні лабораторії, симуляції та програмне забезпечення, у навчальні програми. Це дозволяє створити інтерактивне освітнє середовище, що відповідає сучасним запитам суспільства та потребам учнів.

Результати дослідження були апробовані на Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Пріоритетні напрями розвитку науки під час воєнного стану», яка відбулася 8 березня 2024 року [1], на Всеукраїнській інтернет-конференції «Економічна кібернетика: інструменти і методи дослідження та організації економічних процесів», яка відбулася 1-2 березня 2024 року [2], на Шістнадцятій міжнародній виставці «Інноватика в сучасній освіті» яка відбулася 23-25 жовтня 2024 року, а також на науково-методичному засіданні кафедри загальної та прикладної фізики ЗНУ (18 листопада 2024 р.).

Кваліфікаційна робота магістра містить: вступ, три розділи, висновки, перелік посилань (40 джерел), 20 рисунків, 6 таблиць.

1 ВИКОРИСТАННЯ STEM-ПІДХОДІВ У НАВЧАННІ ІНФОРМАТИКИ У ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

1.1 Провідні ідеї концепції STEM-технологій у закладі загальної середньої освіти

STEM-технології (Science, Technology, Engineering, Mathematics) стали однією з основних інновацій у сучасній освіті. Вони спрямовані на інтеграцію науки, технологій, інженерії та математики, що дозволяє учням отримувати комплексні знання, розвивати критичне мислення, інноваційні навички та креативність. У сучасному світі, де технології швидко розвиваються, STEM-освіта стала ключовим фактором підготовки молоді до нових професійних викликів і вимог ринку праці [3].

STEM-концепція виникла наприкінці 1990-х років, коли в США постало питання про зміцнення науково-технічного потенціалу через освітні програми. Термін STEM був уперше використаний Національним науковим фондом США (NSF) у 2001 році як відповідь на зростаючу потребу в спеціалістах, здатних вирішувати проблеми на перетині кількох дисциплін [4]. Згодом, програми STEM почали активно впроваджуватись у навчальні заклади по всьому світу, зокрема в Європі, Канаді та Азії.

Одним із ключових факторів, що сприяли поширенню STEM, було усвідомлення необхідності розвитку інноваційної економіки. Згідно з дослідженнями World Economic Forum (2020), до 2030 року більше 70% нових професій вимагатимуть навичок у STEM-сферах. Це стало стимулом для багатьох країн адаптувати освітні системи до нових реалій, забезпечуючи учнів не лише теоретичними знаннями, а й практичними навичками у галузі технологій, інженерії та математики [Помилка! Джерело посилання не знайдено.].

STEM-освіта базується на кількох ключових принципах, які дозволяють готувати учнів до сучасних викликів. Нижче наведені основні принципи STEM-освіти.

Інтеграція міждисциплінарного підходу. STEM-технології передбачають поєднання кількох дисциплін у рамках одного проєкту або завдання. Наприклад, учні можуть застосовувати комп'ютерне програмування для розв'язання математичних задач або використовувати закони фізики в розробці інженерних проєктів. Такий підхід розвиває у школярів системне мислення і дозволяє краще розуміти, як різні науки взаємодіють між собою.

Акцент на практичне застосування знань. STEM-освіта стимулює учнів до застосування знань на практиці. Це можуть бути як проєкти, так і лабораторні роботи, моделювання реальних процесів та експерименти. Такий підхід формує навички вирішення проблем і сприяє розвитку креативності та інноваційного мислення [5].

Залучення до проєктної діяльності. Важливою складовою STEM-освіти є залучення учнів до участі в проєктах, які спрямовані на вирішення реальних проблем. Це дозволяє не лише закріплювати знання, але й розвивати навички співпраці, лідерства та відповідальності [7]. Проєкти можуть охоплювати різні галузі, такі як програмування, робототехніка, екологія та енергозбереження.

Формування навичок критичного мислення. STEM-освіта вимагає від учнів аналізу великих обсягів інформації, що сприяє розвитку критичного мислення. Учні вчаться оцінювати різні варіанти вирішення проблем і обирати найбільш ефективні. Це допомагає їм готуватися до майбутньої професійної діяльності, де подібні навички є необхідними [8].

В Україні концепція модернізації освіти базується на основі «Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти» орієнтована на реалізацію компетентнісного підходу в освіті, на формування ключових (базових, універсальних) компетентностей, тобто готовності учнів

використати набуті знання, навчальні вміння і навички, а також засоби діяльності в житті для виконання практичних і теоретичних завдань.

У статті 12 Закону України «Про освіту» зазначається «Метою повної загальної середньої освіти є всебічний розвиток, виховання і соціалізація особистості, яка здатна до життя в суспільстві та цивілізованій взаємодії з природою, має прагнення до самовдосконалення і навчання впродовж життя, готова до свідомого життєвого вибору та самореалізації, відповідальності, трудової діяльності та громадянської активності. Досягнення цієї мети забезпечується шляхом формування ключових компетентностей, необхідних кожній сучасній людині для успішної життєдіяльності» [9].

У пояснювальній записці оновлених навчальних програм 5-9 класів написано, що «В основу навчального курсу «Інформатика» для 5-9 класів покладено *розвивально-компетентнісний підхід*, що передбачає формування предметних та ключових компетентностей, а також розвиток певних навичок мислення. Завдяки розвивальному компоненту курс інформатики має розвивати в учнів аналітичне, синтетичне, логічне й критичне мислення, творчі здібності, естетичний смак, толерантність та повагу до чужого інтелектуального продукту, здатність аналізувати різноманітні процеси та явища й з'ясовувати їхні причинно-наслідкові та структурні зв'язки».[10].

Впровадження STEM-технологій у шкільну освіту дозволяє модернізувати навчальний процес і підвищити його ефективність. Однією з ключових переваг STEM-підходу є його здатність створювати інтерактивне та інноваційне навчальне середовище, де учні мають можливість самостійно знаходити відповіді на складні питання та розвивати навички, які будуть корисними в реальному житті [11].

STEM-технології активно використовуються для викладання предметів, таких як інформатика, математика, фізика, біологія та хімія. Інтерактивні симуляції, цифрові лабораторії, програмування та робототехніка є невід'ємною частиною навчального процесу в рамках STEM-освіти. Впровадження таких технологій сприяє формуванню комплексного розуміння

учнями природничих і технічних наук, дозволяє їм бачити практичне застосування теоретичних знань [12].

Наприклад, інтеграція робототехніки в освітній процес значно полегшує засвоєння основ програмування та інженерії. Це не лише стимулює інтерес учнів до технологій, але й допомагає розвивати у них навички роботи з сучасним обладнанням. Використання симуляторів фізичних процесів дозволяє наочно демонструвати природні явища, які неможливо відтворити в класі. Це підвищує інтерес учнів до вивчення природничих наук [14].

Переваги STEM-освіти очевидні. STEM-технології допомагають учням розвивати важливі компетентності, серед яких: критичне мислення, аналітичні навички, здатність до вирішення складних проблем і робота в команді. STEM-освіта підвищує рівень інтересу до наукових і технічних дисциплін, що сприяє підготовці майбутніх інженерів, науковців і технологів [15].

Попри численні переваги, впровадження STEM-технологій у шкільну освіту супроводжується низкою викликів. Одним із них є недостатнє фінансування. Використання STEM-технологій, зокрема інтерактивних інструментів і сучасного обладнання, потребує значних інвестицій. У багатьох країнах, особливо тих, що розвиваються, школи не завжди мають доступ до необхідних ресурсів [16].

Ще однією проблемою є відсутність достатньої кількості кваліфікованих вчителів, які можуть ефективно використовувати STEM-технології у навчальному процесі. Це вимагає розробки відповідних програм підвищення кваліфікації та підготовки педагогів до роботи в умовах STEM-освіти [21].

Отже, розвиток STEM-технологій у сучасній освіті є одним із ключових напрямів модернізації навчальних процесів. STEM-освіта сприяє підвищенню якості освітнього процесу та дозволяє підготувати молоде покоління до успішної кар'єри в умовах технологічно розвиненого світу.

1.2 Вплив STEM-методик на освітній процес у закладі загальної середньої освіти

STEM-освіта все більше набуває значущості у системі середньої освіти України, оскільки вона сприяє розвитку ключових компетенцій, необхідних для підготовки учнів до викликів сучасного технологічного світу. Впровадження STEM-методик в освітній процес надає учням можливість поєднувати теоретичні знання з практичними навичками, а також працювати у міждисциплінарних середовищах, що розвиває здатність до критичного мислення та вирішення комплексних проблем.

Необхідність формування дослідницьких умінь у учнів визнавалася багатьма видатними педагогами та психологами. Так, сутність поняття «уміння» з психологічної точки зору вивчалася Г. М. Коджаспировим, [22] Ю. К. Бабанським. [23] Ці роботи були присвячені сутності «умінь» з педагогічної точки зору. Тракткування поняття «дослідні вміння», визначення структури даних умінь та їх сутність з погляду різних підходів аналізувалася у працях Н. Г. Зюзьєкевич [24] і Н. Л. Головізнина [25] та ін. Структурні компоненти дослідницьких умінь виділяв С. В. Зуєв. [26] Класифікації загальнонавчальних умінь, а також дослідницьких умінь становили К. П. Кортнев. [27] Серед досліджень останніх років, присвячених проблемі формування дослідницьких умінь саме на уроках математики, можна виділити роботи А. П. Гладкова, [28] Н. А. Семенової [29] та ін.

Проте слід зазначити, що проблема формування дослідних умінь, будучи вивченою в педагогічній та психологічній сфері, недостатньо враховує прогресивний розвиток сучасного світу. У багатьох дослідженнях не розглядаються інноваційні розробки, здатні забезпечувати підвищення якості освіти учнів. Одним із інновацій у педагогіці останнього часу можна вважати феномен STEM освіти, що набирає популярності. Багато країн уже активно впроваджують концепції STEM у навчальні заклади, що сприяє підвищенню значущості інженерної освіти та покращенню якості підготовки учнів із

технічних дисциплін. Актуальність дослідження підтверджується наявністю протиріччя між потребою модернізації підходів, форм, методів, технологій формування дослідницьких умінь та переважанням переважно традиційних моделей освіти.

Підвищений інтерес до STEM-освіти є відповіддю на глобальні виклики економіки знань та розвитку технологій. У XXI столітті науки та інженерія стали основою для багатьох інновацій, які впливають на всі аспекти життя. Впровадження STEM-освіти в Україні є невід'ємною складовою стратегії модернізації освітньої системи, спрямованої на розвиток цифрових компетенцій, критичного мислення та здатності вирішувати складні завдання. За даними дослідження Міністерства освіти і науки України (2018 р.), попит на STEM-освіту зростає, а роботодавці все більше очікують від молодих фахівців навичок, які можна отримати через STEM-навчання.

Як ми вже говорили раніше, STEM-методики в закладах загальної середньої освіти базуються на декількох ключових принципах:

Інтеграція дисциплін. Замість розділення предметів на окремі науки, STEM-освіта передбачає їх інтеграцію. Це дозволяє учням розвивати системне мислення та розуміння, як знання з різних галузей можуть бути поєднані для вирішення реальних проблем.

Проектно-орієнтоване навчання. Проектний підхід дозволяє учням вивчати матеріали через практичну діяльність, що сприяє глибшому розумінню предмету. Наприклад, у рамках інформатики учні можуть розробляти проекти, що пов'язані з моделюванням або програмуванням.

Застосування технологій. Використання сучасних технологій є невід'ємною частиною STEM-методик. Учні працюють із цифровими платформами, програмами моделювання, робототехнічними наборами, що дозволяє їм розвивати навички, необхідні для сучасної роботи в науково-технічній галузі.

Використання STEM-методик значно впливає на розвиток компетенцій у школярів.

Критичне мислення. STEM-освіта змушує учнів аналізувати дані, знаходити нові рішення для проблем і оцінювати результати своєї роботи. Це розвиває в них навички критичного мислення, які є важливими для подальшого навчання та роботи в будь-якій сфері.

Творче мислення. STEM-освіта сприяє розвитку творчого підходу до вирішення проблем. Наприклад, під час виконання проєктів з інформатики чи фізики учні можуть експериментувати з різними технологіями та методами, щоб знайти найефективніші рішення [7].

Комунікаційні навички. У процесі STEM-навчання школярі часто працюють у командах, що розвиває їх комунікаційні здібності. Спільне вирішення завдань допомагає їм навчитися співпрацювати та обговорювати рішення, що є важливою складовою успішної професійної діяльності.

Це підтверджує порівняльний аналіз результатів навчання в українських школах станом на 2019 (рис. 1.1).

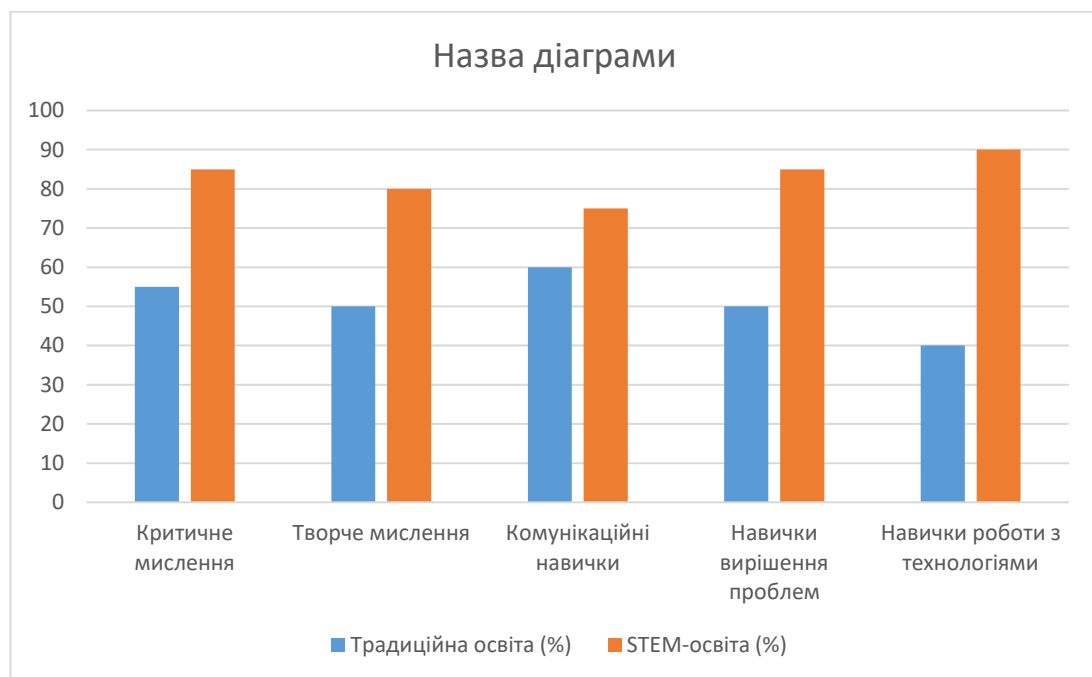


Рисунок 1.1 – Розвиток ключових компетенцій за STEM-методиками (порівняльний аналіз)

В Україні використання STEM-методик у закладах загальної середньої освіти набирає обертів завдяки впровадженню спеціалізованих програм та проєктів. Один із найбільш успішних прикладів – це програма «STEM-школа», започаткована у 2017 році. Вона передбачає інтеграцію природничих наук, інженерії, математики та інформатики у навчальні плани українських шкіл. Дослідження результатів програми показало, що учні, які брали участь у STEM-заняттях, демонструють вищі результати у порівнянні з тими, хто навчався за традиційними методиками [30].

Згідно з дослідженням Українського центру оцінювання якості освіти (2021), учні STEM-класів продемонстрували на 15% кращі результати на зовнішньому незалежному оцінюванні (ЗНО) з математики. Крім того, 70% учасників таких програм виявили бажання продовжувати навчання у галузях, пов'язаних із наукою та технологіями, що значно перевищує середній показник по країні (таблиця 1.1) [17].

Таблиця 1.1 – Порівняння результатів ЗНО у традиційних і STEM-класах

Предмет	Традиційна освіта (середній бал)	STEM-освіта (середній бал)
Математика	160	180
Інформатика	150	175
Фізика	145	170

Попри позитивні результати, впровадження STEM-освіти в Україні стикається з певними труднощами. Одним із головних викликів є недостатня підготовка вчителів до використання сучасних технологій та методик STEM. За даними дослідження проведеного Інститутом освітньої аналітики (2020), лише 30% вчителів у середній школі мають достатні знання для повноцінного викладання за STEM-методиками.

Іншим викликом є відсутність належного обладнання та технічної підтримки. Багато шкіл, особливо в сільській місцевості, не мають доступу до

сучасного обладнання, необхідного для проведення STEM-занять, таких як лабораторні установки, робототехнічні набори або програмне забезпечення для моделювання.

Для подолання цих викликів Міністерство освіти і науки України розробило програму підготовки вчителів та модернізації шкіл, яка передбачає створення STEM-лабораторій у всіх школах до 2025 року. Крім того, планується розробка спеціалізованих курсів для вчителів, що допоможуть їм опанувати нові методики та технології викладання.

Впровадження STEM-методик у сучасний освітній процес має потенціал значно підвищити рівень освітніх результатів і готувати учнів до викликів глобального технологічного розвитку. Цей підхід акцентує увагу на міждисциплінарному підході до навчання, що допомагає формувати у школярів критичне мислення, творчий підхід до вирішення проблем та навички співпраці в команді. Завдяки STEM-освіті учні отримують не тільки теоретичні знання, але й практичні вміння, що є особливо важливим у реаліях сучасного високотехнологічного суспільства.

Однак на шляху до впровадження STEM-підходів виникають певні труднощі. Важливим викликом сьогодення став перехід до дистанційного та змішаного навчання у зв'язку з пандемією COVID-19, а також складна ситуація, спричинена війною з росією. Ці чинники значно ускладнили традиційний освітній процес, і школи були змушені шукати нові способи викладання для забезпечення якості навчання.

Дистанційне навчання, що активно використовувалося під час пандемії, показало не тільки свої переваги, але й низку обмежень. У періоди суворих карантинних заходів STEM-методики вимагали додаткових технологічних ресурсів, таких як програмні симулятори, віртуальні лабораторії та онлайн-платформи для практичної роботи. Незважаючи на успішність цих рішень, для багатьох учнів проблемою залишився доступ до якісного інтернету та необхідного обладнання, особливо у віддалених районах і сільській місцевості [3].

Військовий конфлікт з росією спричинив значні зміни в організації освітнього процесу. У таких умовах використання STEM-підходів набуває особливої актуальності, оскільки сприяє формуванню ключових навичок і компетентностей навіть у віддаленому режимі. Зокрема, цифрові платформи для вивчення програмування, математики та інженерних рішень дозволяють забезпечити гнучкість освітнього процесу, що відповідає сучасним вимогам до навчання як у класній, так і в домашній обстановці [16].

Перевагою STEM-методик у цих складних умовах є їхня здатність розвивати у школярів навички самоорганізації та самостійного навчання. Це стає особливо важливим у періоди, коли вчитель не може бути безпосередньо поруч з учнями через дистанційний формат. Крім того, STEM-навички стають незамінними для майбутнього відновлення країни. Вивчаючи технології, інформатику, інженерію та математику, учні отримують необхідний інструментарій для участі у відбудові інфраструктури, розвитку ІТ-сектору та інших важливих галузей після війни.

Враховуючи виклики сьогодення, STEM-освіта може зіграти ключову роль не лише в освітньому процесі, але й у загальному соціально-економічному відновленні України. Проте для досягнення цього потрібне систематичне вирішення низки проблем. Перш за все, необхідно забезпечити рівний доступ до інтернету та обладнання для учнів по всій країні, незалежно від їхнього місця проживання. По-друге, важливо продовжити професійну підготовку вчителів, щоб вони могли ефективно використовувати нові технології у своїй роботі, адаптувати навчальні матеріали до дистанційних або змішаних форматів і забезпечити інтерактивність навчального процесу. Нарешті, необхідно активізувати підтримку психологічного здоров'я учнів, які стикаються зі стресом через війну та невизначеність у своєму навчальному процесі.

Отже, незважаючи на серйозні виклики, які виникають перед освітою в умовах COVID-19 і війни, STEM-методики продовжують залишатися перспективним напрямком розвитку навчання. Вони допомагають учням

розвивати ключові компетенції, що необхідні для подолання кризових ситуацій і успішного вирішення завдань майбутнього. STEM-освіта забезпечує школярів можливістю бути не тільки спостерігачами, а й активними учасниками сучасних науково-технічних процесів, що надзвичайно важливо для відновлення та подальшого розвитку України

1.3 Використання STEM-підходів у викладанні інформатики

STEM-підходи (наука, технології, інженерія та математика) стали невід'ємною частиною освітніх реформ у багатьох країнах світу, і інформатика є однією з ключових дисциплін, які використовують STEM-технології у навчальному процесі. Викладання інформатики за допомогою STEM дозволяє інтегрувати міждисциплінарні знання, розвивати у учнів навички аналітичного мислення, розв'язання проблем та створення інноваційних технологічних рішень. Це особливо важливо в умовах швидкого розвитку технологій і зростаючої потреби в спеціалістах у галузі комп'ютерних наук та інформаційних технологій [3].

STEM-підходи сприяють формуванню в учнів системного розуміння інформатики, що включає не лише програмування, але й більш глибоке розуміння технологій, алгоритмів та структури даних. Викладання інформатики через STEM-методику включає такі ключові компоненти:

Однією з найважливіших переваг STEM-підходу є акцент на практичному застосуванні теоретичних знань. Це особливо актуально у викладанні інформатики, де учні можуть застосовувати алгоритмічне мислення на практиці через написання програмного коду, роботу з базами даних або створення додатків. Інтеграція STEM підходу дозволяє учням не лише навчатися програмуванню, а й створювати реальні проекти, що сприяє підвищенню їх інтересу до предмету [5].

STEM-підходи активно використовують проєктну методику, де учні можуть розвивати інженерні та технологічні навички, створюючи власні проєкти. Наприклад, в рамках інформатики учні можуть розробляти власні програми, вебсайти, мобільні додатки або алгоритми для вирішення реальних проблем. Такий підхід сприяє розвитку критичного мислення та вмінню знаходити нестандартні рішення, що особливо важливо в інформатиці [7].

Однією з особливостей STEM-освіти є інтеграція різних галузей знань у рамках одного курсу або проєкту. У випадку з інформатикою, це може бути поєднання програмування з математикою (для розробки алгоритмів), фізикою (для моделювання фізичних процесів у симуляторах) або біологією (для аналізу великих обсягів даних у біоінформатиці). Такий підхід дозволяє учням бачити зв'язок інформатики з іншими науками, що допомагає розуміти, як їхні знання можуть бути використані на практиці [12].

Програмування є однією з основних компетенцій, які розвиваються в рамках STEM-освіти. Воно дозволяє учням розвивати логічне мислення, уміння вирішувати задачі та створювати алгоритми. Програмування є інструментом для вивчення інформатики та одночасно слугує способом інтеграції STEM-технологій в освітній процес.

STEM-методики з програмування включають різноманітні підходи.

Робота з мовами програмування. Учні можуть вивчати популярні мови програмування, такі як Python, Java або C++, для створення різних додатків. STEM підхід дозволяє не лише навчити учнів базовим принципам програмування, але й показати їм, як ці знання можуть бути використані в реальних проєктах, наприклад у створенні роботизованих систем або аналізі великих даних [15].

Алгоритмічне мислення. STEM-підхід допомагає учням розвивати алгоритмічне мислення, що є важливим елементом для роботи з програмуванням. Алгоритмічне мислення дозволяє учням навчитися аналізувати задачі, розбивати їх на підзадачі і знаходити оптимальні шляхи їх вирішення за допомогою програмного забезпечення [12].

Моделювання та симуляції. Однією з важливих складових STEM-освіти є використання інструментів моделювання та симуляцій для вирішення складних завдань. Це може бути моделювання фізичних або біологічних процесів, робота з великими даними або створення віртуальних середовищ для тестування програм. У цьому контексті, програмування виступає як засіб реалізації STEM-завдань на практиці [12].

Одним із головних завдань STEM-освіти є розвиток критичного мислення та здатності аналізувати інформацію. Це особливо важливо в інформатиці, де учні працюють із великими обсягами даних і складними алгоритмами. STEM-підходи сприяють розвитку навичок аналізу, синтезу та оцінки інформації через комплексні завдання.

У процесі навчання інформатики учні часто мають працювати з даними, аналізувати їх, виявляти закономірності та робити висновки. Наприклад, у процесі створення програмного забезпечення або баз даних учні навчаються аналізувати інформацію та знаходити ефективні рішення для організації даних. Це допомагає формувати навички критичного мислення, що є однією з ключових компетенцій XXI століття [16].

STEM-освіта сприяє розвитку критичного мислення через проекти, які вимагають від учнів аналізу проблеми, планування та реалізації рішень. Наприклад, учні можуть працювати над створенням програмних рішень для автоматизації процесів у різних галузях, що сприяє розвитку аналітичних здібностей [7].

STEM-підходи в інформатиці включають активне використання дослідницьких методів, де учні вчаться досліджувати проблеми, шукати нові способи їх вирішення та критично оцінювати результати своєї роботи. Це може включати як дослідження в галузі кібербезпеки, так і аналіз ефективності алгоритмів. Такий підхід сприяє розвитку дослідницького інтересу та здатності знаходити ефективні рішення в складних ситуаціях [21].

Інформатика є одним із тих предметів, де STEM-технології можна використовувати максимально ефективно. У рамках STEM-підходу можна

використовувати різноманітні інструменти для практичного навчання, включаючи:

Сучасне програмне забезпечення, таке як Scratch, Python, Arduino або App Inventor, дозволяє учням інтерактивно навчатися основам програмування та створення алгоритмів. Це робить процес навчання більш цікавим і захоплюючим, що сприяє зростанню зацікавленості учнів у інформатиці [14].

Використання онлайн-платформ для навчання інформатики є важливою складовою STEM-освіти. Це можуть бути платформи для програмування, онлайн-курси з комп'ютерних наук або цифрові симулятори для створення алгоритмів. Такі платформи дозволяють учням навчатися самостійно та брати участь у міжнародних конкурсах і олімпіадах з програмування [3].

Отже, використання STEM-підходів у викладанні інформатики дозволяє зробити навчальний процес більш практичним, інтерактивним та спрямованим на розвиток критичного мислення. Програмування, аналіз даних, проєктно-орієнтоване навчання та інтеграція знань з різних галузей сприяють поглибленому засвоєнню навчального матеріалу та підготовці учнів до вирішення складних міждисциплінарних завдань, актуальних у контексті сучасного суспільства.

2 МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ СТВОРЕННЯ STEM-ОРІЄНТОВАНОГО ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ДЛЯ НАВЧАННЯ ІНФОРМАТИКИ

2.1 Підбір ефективних інструментів STEM для викладання інформатики

Підбір інструментів для викладання інформатики на основі STEM-підходів є надзвичайно важливим етапом для створення ефективного освітнього середовища. Цей підхід передбачає не лише використання програмного забезпечення, яке полегшує вивчення інформатики, але й включення міждисциплінарних методик і технологій, які сприяють розвитку практичних навичок. Використання різних інструментів дозволяє викладачам адаптувати навчальний матеріал до потреб сучасних учнів, які потребують гнучких, інтерактивних та творчих підходів до навчання.

Розглянемо деякі ключові критерії для вибору інструментів STEM у навчанні інформатики.

Використання інтерактивних та гейміфікованих інструментів дозволяє залучити учнів до навчального процесу та зробити його більш захоплюючим, оскільки вони сприяють залученню учнів та роблять навчання захопливим і динамічним. Використання інтерактивних інструментів, таких як симуляції, вікторини та віртуальні лабораторії, дозволяє учням не просто отримувати знання, а активно застосовувати їх на практиці, що покращує розуміння матеріалу. Гейміфікація – бали, рівні, нагороди – додає мотивації через елементи гри, стимулюючи змагання та підвищуючи інтерес. Наприклад, платформи як Kahoot! або Minecraft Education забезпечують інтерактивний досвід, де учні можуть вивчати інформатику через ігрові механіки, розвиваючи навички логічного мислення й вирішення проблем.

Проектне навчання є ефективним і ключовим методом у STEM-освіті, оскільки дозволяє учням застосовувати теоретичні знання у практичних

завданнях. Працюючи над проєктами, учні вчаться знаходити рішення реальних проблем, що сприяє розвитку критичного мислення, навичок аналізу та самостійності. Такий підхід стимулює колаборацію, комунікацію та творче мислення, оскільки учні працюють у групах, діляться ідеями та спільно досягають результатів. Наприклад, проєкти з програмування або моделювання дозволяють не лише краще зрозуміти матеріал, але й побачити практичне застосування STEM-знань у житті, що підвищує мотивацію до навчання.

Інструменти, які дозволяють викладачам налаштовувати матеріали відповідно до рівня знань учнів, темп і інтереси учнів, що робить процес навчання більш ефективним. Такий підхід дозволяє кожному учню йти своїм шляхом: сильніші учні можуть отримувати більш складні завдання й нові виклики, тоді як інші матимуть можливість глибше опрацювати основні теми без поспіху. Інструменти, як-от Khan Academy, Edmodo або Google Classroom, дозволяють не лише відстежувати прогрес кожного учня, а й масштабувати та оновлювати навчальні матеріали відповідно до потреб класу. Це сприяє глибшому засвоєнню знань, підтримує розвиток унікальних здібностей кожного учня та підвищує їхню зацікавленість навчанням.

Доступність інструментів у STEM-освіті є надзвичайно важливою, особливо в умовах дистанційного та змішаного навчання, коли учні можуть мати різні рівні доступу до технологій та інтернету. Обрані інструменти повинні бути легко доступні онлайн і підтримувати різні платформи, такі як комп'ютери, планшети та смартфони. Це дозволяє учням працювати з навчальними матеріалами незалежно від їхнього місця знаходження чи наявності конкретного обладнання, забезпечуючи таким чином гнучкість у навчанні. Інструменти, як-от Google Workspace, Microsoft Teams, Zoom та інші платформи для дистанційного навчання, надають можливість створювати спільні документи, проводити відеоконференції, обмінюватися файлами та організовувати навчальний процес у зручний для учнів спосіб. Важливість доступності цих ресурсів полягає в тому, що вони забезпечують учням можливість активно долучатися до навчального процесу, спілкуватися з

викладачами та однокласниками, а також виконувати завдання в зручний час. Крім того, доступність навчальних ресурсів є критично важливою для забезпечення рівних можливостей для всіх учнів, включаючи тих, хто живе в віддалених чи сільських районах, де доступ до традиційних навчальних установ може бути обмежений. Доступ до інтерактивних платформ, симуляцій та інших онлайн-інструментів знижує бар'єри для участі в освітньому процесі та сприяє більшій залученості. Це, в свою чергу, підвищує мотивацію учнів до навчання, оскільки вони можуть самостійно досліджувати теми, що їх цікавлять, у зручному форматі.

Доступність інструментів у STEM-освіті відіграє вирішальну роль у сучасному навчальному процесі. Вона не лише сприяє ефективнішому засвоєнню навчального матеріалу, дозволяючи учням працювати з інтерактивними платформами, симуляціями та іншими інноваційними технологіями, але й позитивно впливає на їхнє ставлення до навчання. Використання таких інструментів мотивує учнів, робить процес пізнання захопливим і наближає їх до реальних практичних завдань. Це формує у майбутніх фахівців не лише академічні знання, але й важливі навички, такі як критичне мислення, вміння вирішувати проблеми, працювати в команді та пристосовуватись до нових технологій. Доступність STEM-інструментів стає фундаментом для підготовки конкурентоспроможних професіоналів, здатних успішно інтегруватися у сучасний високотехнологічний світ.

Інтерактивні онлайн-симулятори надають можливість моделювати реальні ситуації та досліджувати інформатику у практичному контексті.

Code.org та **Scratch**: Ці інструменти широко використовуються для навчання основам програмування і логічного мислення, особливо у молодших класах. Вони дозволяють створювати інтерактивні проєкти, вивчати основи кодування в ігровій формі, а також підтримують співпрацю, коли учні можуть працювати в командах над спільними завданнями. За даними дослідження Code.org, застосування їхніх ресурсів дозволяє підвищити зацікавленість учнів у комп'ютерних науках на 25% [18] (рис. 2.1, 2.2).

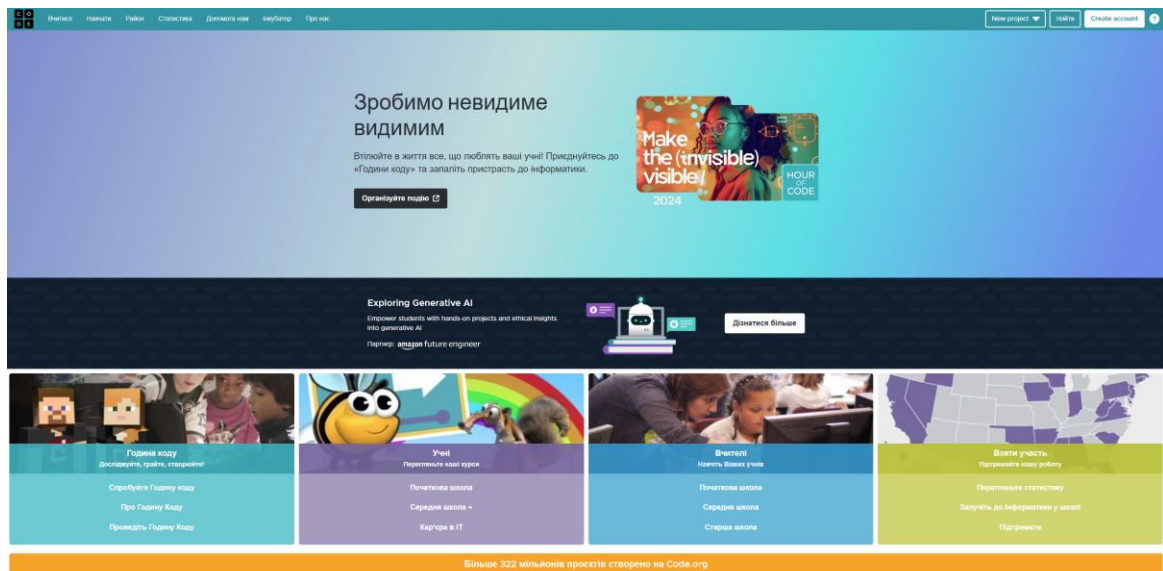


Рисунок 2.1 – Головна сторінка сайту **code.org** (платформи для навчання програмування)

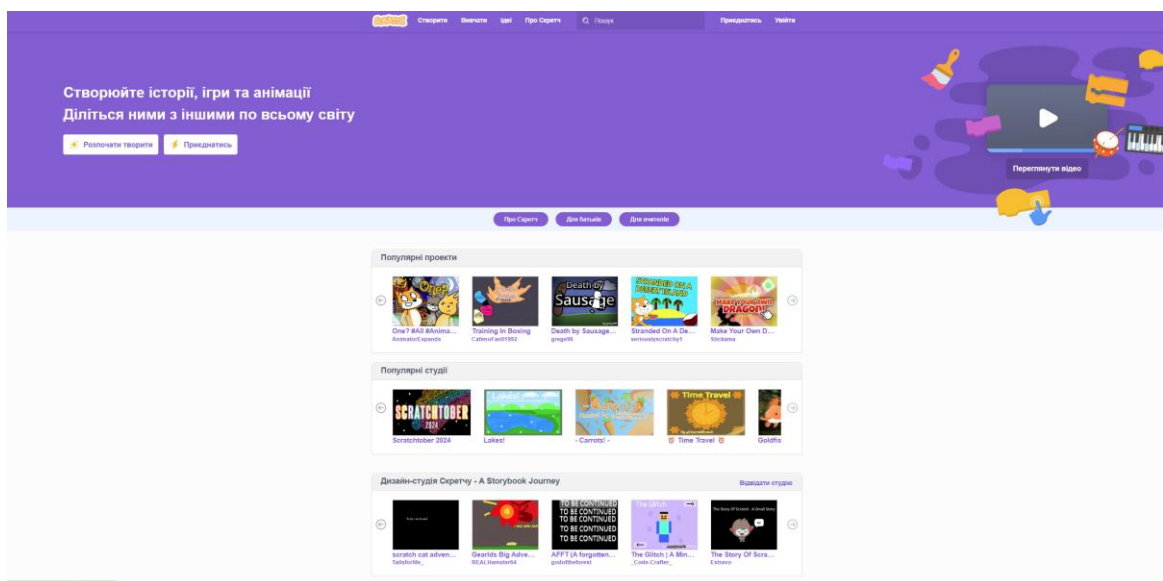


Рисунок 2.2 – Головна сторінка сайту **scratch.mit.edu** (платформи для навчання програмування)

Tynker та **Alice**: Ці платформи дозволяють учням створювати анімації та інтерактивні ігри, що інтегрують принципи STEM. Наприклад, Tynker часто використовують у школах для навчання Python та JavaScript, що є основою для розвитку більш складних програмістських навичок (рис. 2.3, 2.4).

Візуалізація є важливим аспектом навчання інформатики, оскільки вона дозволяє учням краще розуміти складні алгоритми та процеси.

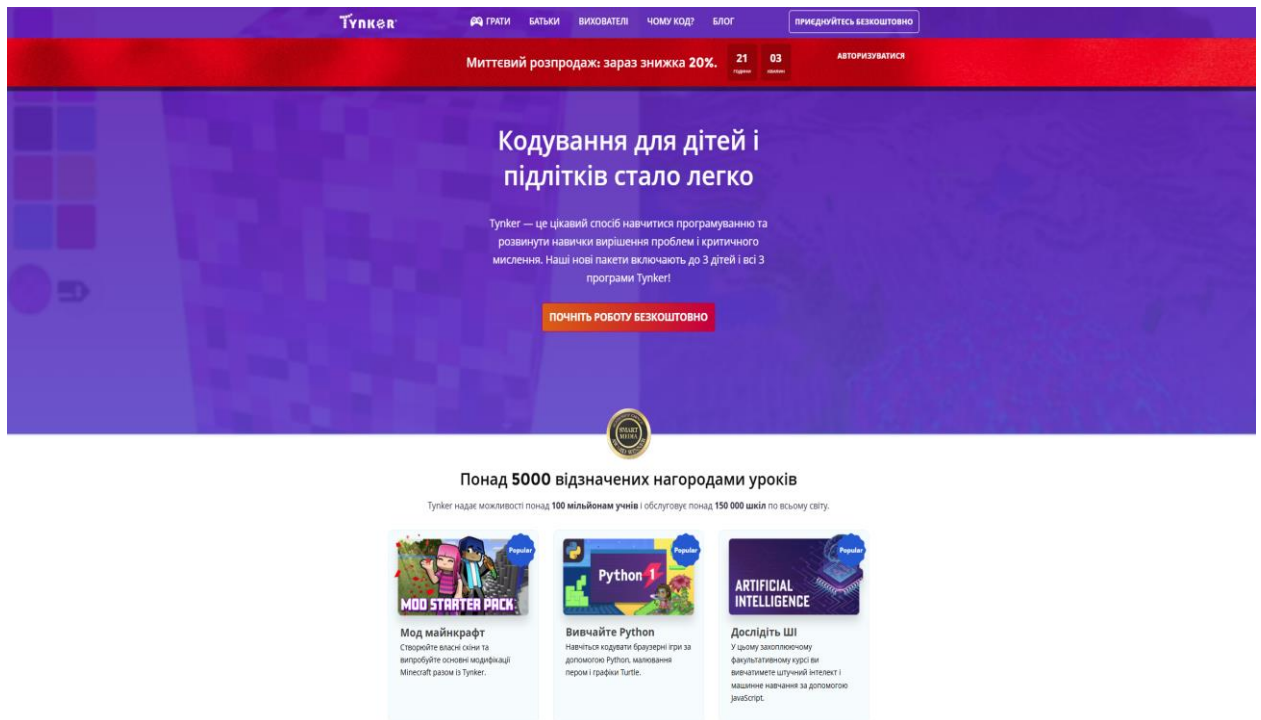


Рисунок 2.3 – Головна сторінка сайту **tynker.com** (платформи для анімації)

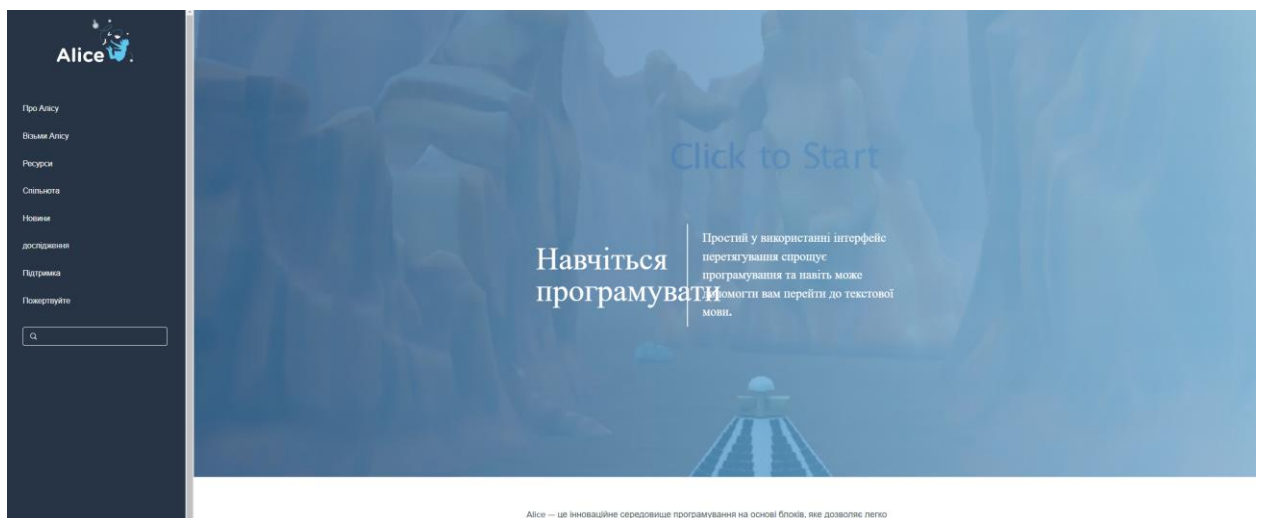


Рисунок 2.4 – Головна сторінка сайту **alice.org** (платформи для анімації)

Python з бібліотекою Matplotlib: Цей інструмент є ефективним для вивчення алгоритмів та аналізу даних. Використання бібліотек для візуалізації, таких як Matplotlib, дозволяє викладачам демонструвати принципи роботи різних алгоритмів за допомогою графіків та діаграм, що полегшує розуміння складних тем (рис. 2.5).

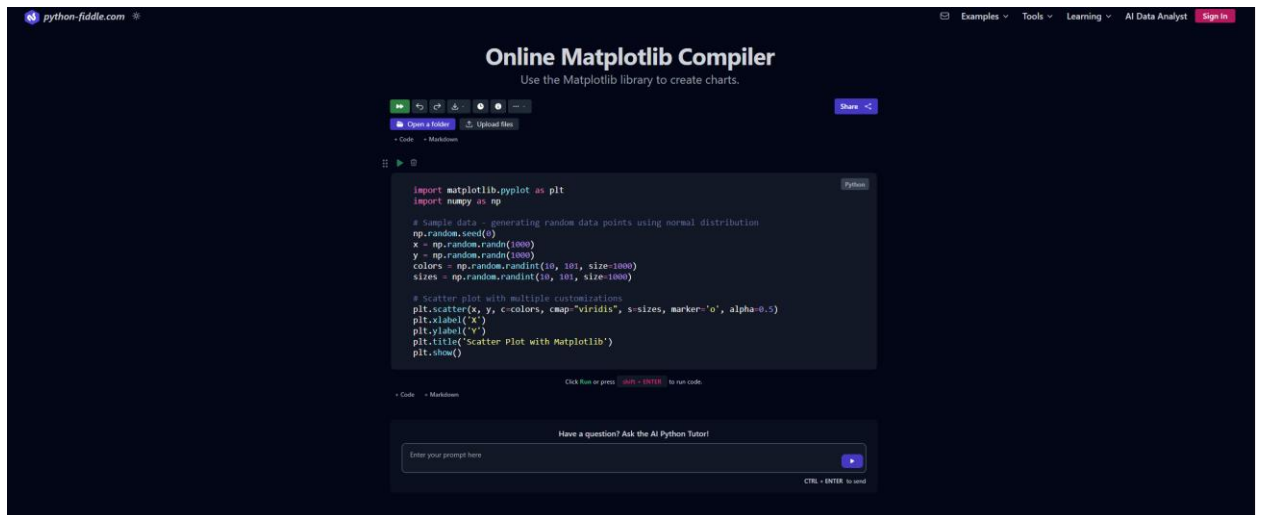


Рисунок 2.5 – Сторінка сайту-«пісочниці»
python-fiddle.com/examples/matplotlib

Blockly Games та **PilasBloques**: Платформа Blockly від Google допомагає учням зрозуміти основи програмування через використання візуального інтерфейсу. Вона також підтримує алгоритмічне мислення і логіку, які є важливими для STEM-дисциплін (рис. 2.6, 2.7).

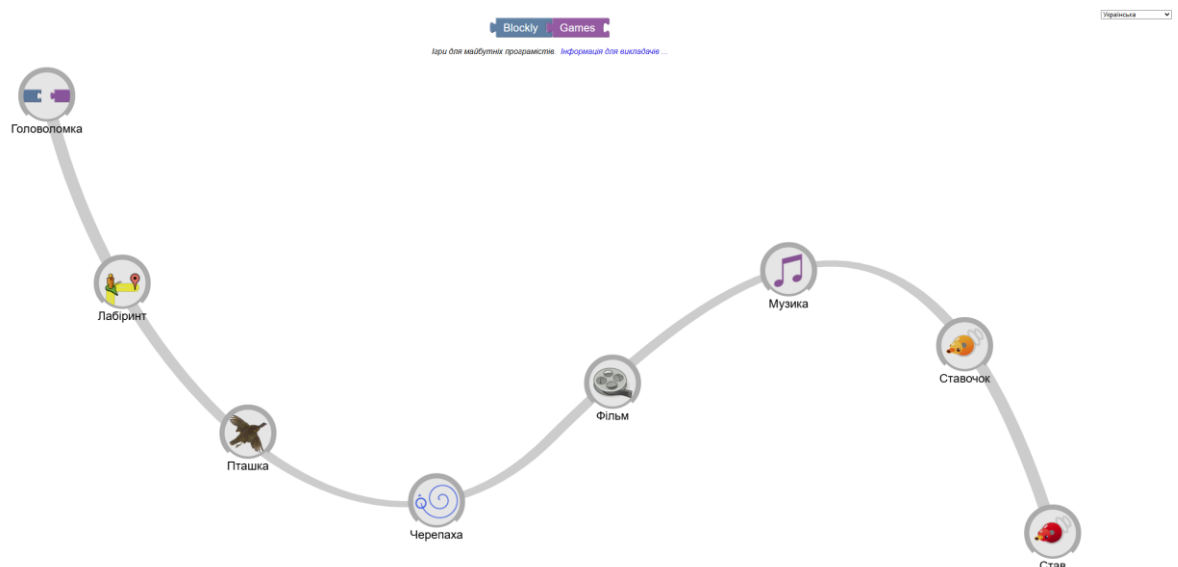


Рисунок 2.6 – Головна сторінка сайту ***blockly.games***
 (платформи для блочного програмування у вигляді гри)

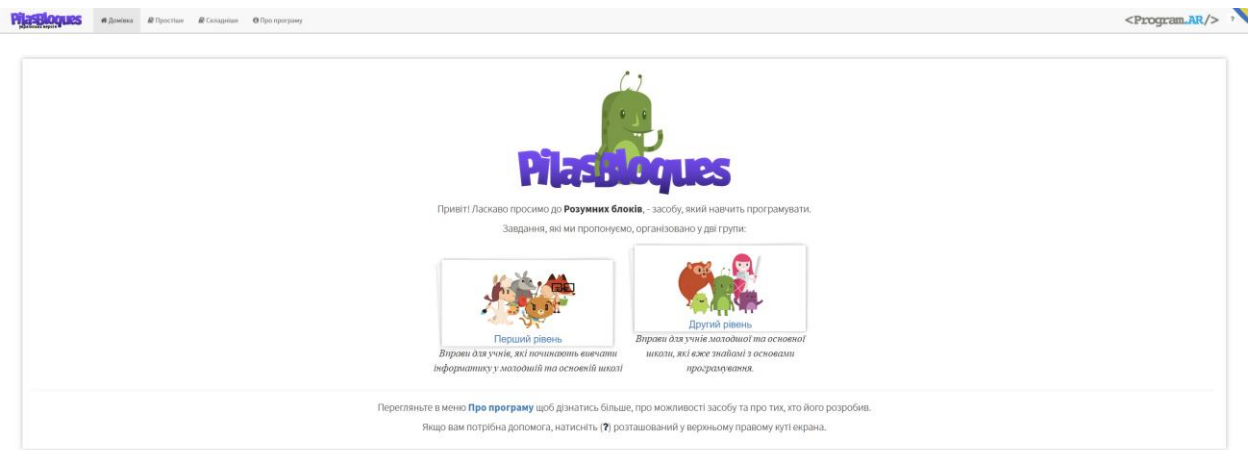


Рисунок 2.7 – Головна сторінка сайту *pilasbloques.rozh2sch.org.ua* (платформи для блочного програмування у вигляді гри)

App Inventor: Платформа, що розроблена Массачусетським технологічним інститутом (MIT), дозволяє учням створювати мобільні додатки. Вона є зручною для вивчення логіки програмування і дає можливість учням візуалізувати створені програми та використовувати їх у реальному житті. Дослідження показують, що використання App Inventor стимулює учнів до творчого мислення та самостійного вирішення завдань [19] (рис. 2.8).

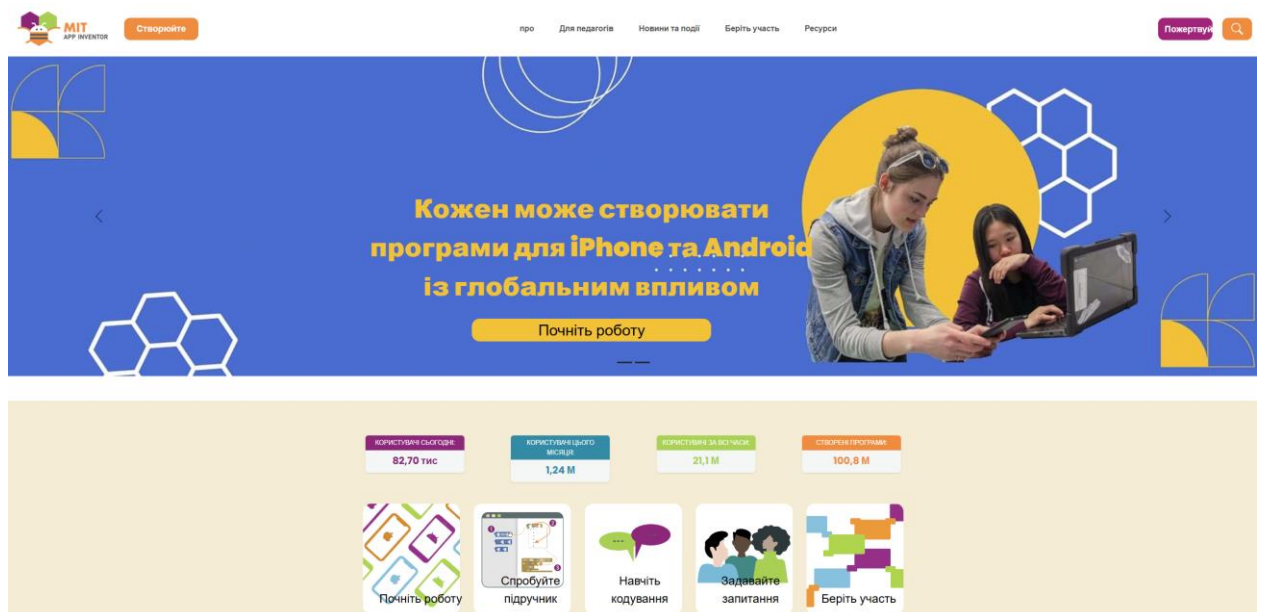


Рисунок 2.8 – Головна сторінка сайту *appinventor.mit.edu* (платформи для створення додатків для смартфонів)

Під час навчання інформатики велике значення мають платформи, які підтримують інтерактивні та практичні форми навчання.

Khan Academy: Пропонує широкий спектр курсів з інформатики, математики та інших STEM-дисциплін. Платформа дозволяє учням самостійно вивчати матеріали, що є особливо корисним у дистанційних умовах. Дослідження показують, що студенти, які регулярно користуються Khan Academy, демонструють покращені результати у знаннях і навичках [20].

Coursera for Kids та edX for Schools: Це платформи, які мають широкий вибір курсів для навчання інформатики та інших предметів STEM. Вони дозволяють учням вивчати теми, які можуть виходити за межі шкільної програми, а також надають доступ до матеріалів, розроблених провідними університетами світу. За результатами досліджень, платформи Coursera та edX допомагають учням розвинути самоорганізацію і відповідальність, що є важливим у сучасному навчальному середовищі.

Google Classroom: Це не стільки інструмент для безпосереднього вивчення інформатики, скільки платформа для організації навчального процесу. Google Classroom полегшує викладачам управління курсами, обмін матеріалами, оцінку та зворотний зв'язок з учнями, що створює більш інтегроване STEM-середовище.

Сучасні STEM-інструменти значно підвищують ефективність навчання інформатики, стимулюючи практичне застосування знань, розвиток мислення та мотивацію учнів (таблиця 2.1).

Використання STEM-інструментів у навчанні інформатики позитивно впливає на розвиток у школярів низки ключових навичок, необхідних у сучасному технологічному суспільстві.

Критичне мислення та аналіз. Використання інструментів, таких як Python для візуалізації, сприяє розвитку аналітичного мислення учнів, оскільки вони залучені до роботи з реальними даними та пошуку оптимальних розв'язків поставлених задач.

Таблиця 2.1 – Порівняльний аналіз інструментів для STEM-освіти в навчанні інформатики

Інструмент	Особливості	Переваги	Недоліки
Code.org	Інтерактивне кодування	Легкий для початківців	Обмежений функціонал для старших класів
Scratch	Програмування блоками	Розвиток творчості	Базовий рівень
Python+Matplotlib	Візуалізація даних	Використання у реальних задачах	Складний для початківців
App Inventor	Створення мобільних додатків	Можливість реального застосування	Потрібне знання англійської
Khan Academy	Безкоштовні курси, самостійне навчання	Доступ до різних рівнів знань	Не достатньо привабливий для молодших учнів
Google Classroom	Організація навчального процесу	Полегшення комунікації між учнями та вчителями	Немає безпосереднього фокусу на STEM

Творчість та інноваційність: За допомогою Scratch та інших платформ учні можуть створювати власні проекти, що розвиває їхню уяву та креативність.

Співпраця та комунікація: Використання Google Classroom та аналогічних платформ дозволяє учням працювати над спільними проектами, спілкуватися і вирішувати завдання колективно, що важливо для їхнього соціального розвитку.

Незважаючи на численні переваги, впровадження STEM-інструментів у шкільну програму має і свої складнощі:

Доступ до інтернету та обладнання: У деяких регіонах України учні не мають достатнього доступу до технологій, що ускладнює повноцінне використання STEM-інструментів.

Потреба у кваліфікації вчителів: Успіх використання STEM-методик залежить від підготовки вчителів, які повинні вміти адаптувати навчальні матеріали і володіти відповідними навичками для роботи з сучасними технологіями.

Таким чином, підбір ефективних інструментів для викладання інформатики на основі STEM-підходів сприяє створенню навчального середовища, яке відповідає сучасним вимогам та допомагає учням розвивати важливі для майбутнього компетентності. Проте для досягнення максимальної ефективності необхідно забезпечити рівний доступ до таких інструментів, а також підвищити рівень кваліфікації вчителів, щоб вони могли адаптувати STEM-методику відповідно до потреб своїх учнів.

2.2 Моделювання освітнього процесу з інформатики з використанням STEM-підходів

Моделювання освітніх процесів із застосуванням STEM є кроком у створенні ефективного освітнього середовища для навчання інформатики. Це підхід, який дозволяє інтегрувати науку, технології, інженерію та математику в єдиний освітній процес, спрямований на розвиток критичного мислення, творчості та практичних навичок учнів. В сучасних умовах стрімкого розвитку технологій і зростання ролі інформаційних технологій у суспільстві такий підхід стає все більш актуальним.

Моделювання як метод навчання дозволяє створити спрощені уявлення про реальні системи або процеси, що дає можливість учням краще зрозуміти

складні концепції. У контексті STEM-освіти моделювання полегшує інтеграцію різних предметів, дозволяючи учням бачити зв'язок між теоретичними знаннями та їх практичним застосуванням [31].

Наприклад, під час вивчення інформатики учні можуть моделювати алгоритми роботи, створювати симуляції фізичних процесів або розробляти проєкти з використанням програмування. Це не лише поглиблює їхні знання з інформатики, але він розвиває навички в інших галузях STEM.

Практичні аспекти моделювання навчальних процесів.

Використання віртуальних лабораторій та симуляторів. Віртуальні лабораторії є потужним інструментом у STEM-освіті, оскільки вони можуть проводити експерименти та дослідження без необхідності фізичного обладнання. Це особливо актуально в умовах обмежених ресурсів або дистанційного навчання [32].

Наприклад, такі платформи, як PhET Interactive Simulations, дають можливість учням експериментувати з реальними фізичними та хімічними процесами, змінюючи параметри та спостерігаючи результати в режимі реального часу. У контексті інформатики учні можуть використовувати симулятори для вивчення роботи мережі, алгоритмів або системного штучного інтелекту.

Проектна діяльність з використанням STEM-інструментів. Проектне навчання є одним із ключових компонентів STEM-освіти. Воно передбачає, що учні працюють над реальними проблемами або завданнями, розробляючи власні проєкти. Це можна створити роботу, розробку програми або навіть дослідження в галузі екології з використанням технологічних інструментів [33].

У процесі проектної діяльності учні застосовуються знання з різних предметів, що сприяє їх інтегрованому захисту. Крім того, це розвиває навички співпраці, управління часом та вирішення проблем.

Інтеграція програмування та робототехніки. Програмування є невід'ємною частиною сучасної інформатики, а його з'єднання з

робототехнікою робить навчання ще більш захоплюючим. Використання конструкторів LEGO Mindstorms або Arduino дозволяє учням створювати власні роботи, програмувати їхню поведінку та вирішувати поставлені задачі [34].

Такий підхід сприяє розвитку логічного мислення, навичок вирішення проблеми та креативності. Учні бачать безпосередній результат своєї роботи, що забезпечує мотивацію до навчання.

Переваги моделювання навчальних процесів з використанням STEM-інструментів.

Розвиток критичного мислення та навичок вирішення проблеми.

Моделювання дозволяє учням вивчати та аналізувати складні ситуації з різних кутів, робити припущення, формулювати гіпотези та перевіряти їх у безпечному освітньому середовищі. Цей підхід сприяє розвитку критичного мислення, оскільки він вчить учнів не цікаву інформацію про віру, а активно шукає причинно-наслідкові зв'язки, аналізує дані та розглядає кілька варіантів вирішення проблеми.

Як зазначає Сидоренко [35], робота з моделями дозволяє учням поетапно осмислювати складну проблему: вони можуть створювати гіпотези, аналізувати наслідки кожного можливого рішення, тестувати різні варіанти та вдосконалювати їх. Такий процес не тільки навчає учнів критично оцінювати власні ідеї, але й розвиває здатність до глибокого аналізу ситуації, що є основою критичного мислення.

Крім того, моделювання посиляє відпрацьовувати навички вирішення проблем, які включають пошук інформації, обробку даних, формування висновків та ухвалення рішень. Як підкреслює Сидоренко, виконуючи кожен етап цього процесу, учень розвиває аналітичні навички та здатність до системного мислення. Такий підхід готує їх до майбутніх професійних викликів, де навички критичного мислення і вирішення проблеми є необхідними.

Інтеграція знань з різних предметів.

STEM-підхід побудований на поєднанні знань із науки, технологій, інженерії та математики, що дозволяє учням сприймати навчання як цілісний процес. Моделювання особливого добре підходить для такої інтеграції, після чого воно потребує застосування міждисциплінарних знань для вирішення складних завдань. Наприклад, розробляючи модель роботи, учень повинен розуміти принципи механіки (фізики), володіти основами програмування (інформатики), працювати з математичними розрахунками для точного управління рухом і водночас отримувати інженерні аспекти конструкції. Така інтеграція не тільки поглиблює знання у кожній із дисципліни, але й готова учням усвідомити, як ці галузі взаємодіють і доповнюють одна одну.

Якщо вивчено моделює природне явище, таке як цикл води або зміни клімату, він має використовувати знання з хімії та біології для розуміння процесів випаровування і конденсації, фізики – для опису теплових процесів, а математики – для проведення розрахунків. Таке завдання розвиває навички системного мислення, оскільки учні вчаться бачити зв'язки між іншими галузями знань і підходити до завдання комплексно, що є місцем у сучасному світі, де проблеми часто мають міждисциплінарні.

Інтеграція знань також розвиток в учнів навичок співпраці. Працюючи в команді, де кожен учасник може відповідати за окремий аспект проєкту (наприклад, один використовується математичними розрахунками, інший – кодуванням, а третій – дослідженням фізичних принципів), учні вчаться об'єднувати свої зусилля для спільної мети. Це важливий аспект підготовки до професійної діяльності, де успіх залежить від ефективної взаємодії спеціалістів з експертними знаннями й навичками, здатних об'єднувати свій досвід для вирішення комплексних завдань.

Отже, моделювання у STEM-освіті не лише допомагає засвоювати знання, але й робить навчання більш цілісним і практично орієнтованим. Учні починають сприймати науку, інженерію, математику та технології як частини єдиного механізму, що формує їхню здатність адаптуватися до реальних

ситуацій і вирішувати комплексні завдання, які потребують багатогранного підходу та гнучкості мислення. Це сприяє підготовці молоді до життя і роботи в умовах сучасного світу, де успіх залежить від здатності швидко інтегрувати знання та застосовувати їх у різних сферах діяльності.

Підвищення мотивації до навчання.

Практичне застосування знань та можливість бачити реальні результати своєї роботи є надзвичайно важливими елементами в STEM-навчанні інформатики, які підвищують інтерес учнів до навчання. Коли учні бачать, як теоретичні знання використовуються для розв'язання реальних завдань, їхнє розуміння значення предмета стає більш глибоким, і вони починають розуміти, як можуть застосувати ці навички у майбутньому. Це створює відчуття значущості їхньої праці та підвищує мотивацію продовжувати навчання [36].

Наприклад, у STEM-проєктах, де учні працюють над створенням програмних додатків, розробкою моделей або вирішенням реальних проблем, вони можуть наочно побачити результат своїх зусиль. Коли учень програмує модель робота, яка може рухатися відповідно до команд, або розробляє симуляцію природного явища, він відчуває реальну цінність своїх знань і розуміє, що його робота має практичне застосування. Це підвищує самооцінку та допомагає учням побачити власний прогрес, що є сильним стимулом для подальшого навчання.

Практичний підхід також допомагає учням розвивати відповідальність за власне навчання. Вони більше зацікавлені в тому, щоб дізнатися нове, коли бачать, що їхні зусилля ведуть до конкретних досягнень і результатів. Це відрізняється від традиційного підходу, де учні часто сприймають знання як абстрактні поняття без реального зв'язку з життям. STEM-освіта змінює це уявлення, пропонуючи їм можливість створювати щось значуще.

Крім того, можливість працювати над проєктами з практичним ухилом, особливо у STEM-дисциплінах, часто допомагає учням визначити власні інтереси і розкрити потенціал у певних напрямках. Це може стати першим

кроком до свідомого вибору професії. Багато учнів, які спробували себе у програмуванні, робототехніці або розробці моделей, часто обирають технічні спеціальності для подальшого навчання, розуміючи, що їхні навички мають попит і можуть бути корисними в сучасному світі.

Отже, практичне застосування знань та можливість бачити результати своєї роботи є надзвичайно ефективним способом підвищення мотивації до навчання. Це не тільки сприяє глибшому засвоєнню матеріалу, але й формує внутрішню мотивацію та впевненість у власних силах, що є основою для подальшого академічного та професійного розвитку [36].

Незважаючи на численні переваги, впровадження моделювання з використанням STEM-інструментів у навчальний процес стикається з рядом викликів. Серед основних труднощів можна виділити недостатню матеріально-технічну базу, потребу в підготовці вчителів та певний спротив змінам з боку деяких педагогів. Однак, існують ефективні шляхи подолання цих проблем.

Обмеженість матеріально-технічного забезпечення.

Відсутність необхідного обладнання у багатьох школах, особливо в сільській місцевості та віддалених регіонах, створює перешкоди для повноцінного впровадження STEM-методик, таких як робототехнічні комплекти, сучасні комп'ютери та спеціалізоване програмне забезпечення. Ця проблема значно обмежує можливості використання моделювання в навчальному процесі та знижує його ефективність у розвитку STEM-компетентностей.

Шляхи подолання: Для вирішення цієї проблеми необхідно активно залучати державне фінансування, гранти та співпрацювати з бізнесом та технологічними компаніями. Багато міжнародних програм підтримують ініціативи STEM-освіти, надаючи навчальним закладам обладнання або фінансову допомогу для його придбання. Також можна застосовувати онлайн-симулятори та безкоштовні платформи, що дозволяють учням працювати з моделями без додаткових витрат на обладнання.

Підготовка вчителів.

Не всі вчителі мають достатні знання і навички для роботи з сучасними STEM-інструментами, особливо якщо йдеться про використання програмування, робототехніки чи складних симуляцій. Брак досвіду та технічної підготовки може бути бар'єром для ефективного впровадження моделювання в навчальний процес.

Шляхи подолання: Необхідно впроваджувати систематичні курси підвищення кваліфікації, тренінги та майстер-класи для педагогів, зосереджені на сучасних методах STEM-освіти. Окрім того, підтримка вчителів через спільноти та мережі професійного розвитку може забезпечити обмін досвідом та корисними ресурсами. Використання онлайн-курсів та платформ для самоосвіти також дозволяє педагогам опановувати нові навички в зручний для них час.

Спротив змінам.

Деякі педагоги та адміністрація шкіл можуть виявляти спротив до впровадження нових методик, оскільки це вимагає змін у навчальному підході, додаткового часу на підготовку та оволодіння новими інструментами. Традиційний підхід до навчання часто здається безпечнішим та легшим для впровадження.

Шляхи подолання: доцільним є проведення інформаційно-роз'яснювальних заходів, спрямованих на висвітлення переваг STEM-освіти для учнів і педагогів. Організація семінарів, конференцій та зустрічей із педагогами, які мають успішний досвід впровадження STEM-методик, сприяє поширенню передового досвіду та стимулює зацікавленість у впровадженні новітніх підходів. Дослідження свідчать, що забезпечення педагогів необхідними ресурсами та методичною підтримкою значно знижує бар'єри до прийняття інноваційних технологій та підвищує їхню мотивацію до інтеграції нових освітніх практик.

Обмежений доступ до навчальних ресурсів та контенту.

Багато шкіл можуть не мати доступу до якісного навчального контенту, підручників або спеціалізованих програм, які необхідні для ефективного навчання STEM. Це особливо стосується віддалених та сільських шкіл, які мають менше можливостей для оновлення ресурсів.

Шляхи подолання: Онлайн-платформи, такі як Khan Academy, Coursera та інші освітні ресурси, можуть забезпечити безкоштовний доступ до якісного контенту. Створення локальних ресурсних центрів для підтримки шкіл та надання можливості використовувати віртуальні бібліотеки й навчальні платформи може допомогти розв'язати цю проблему. Співпраця з університетами та інституціями також сприяє отриманню доступу до матеріалів та розширенню можливостей для вивчення STEM.

Приклади успішного впровадження.

Кейс 1 Школа №12 м. Київ.

У школі №12 м. Києва впровадили програму з робототехніки для учнів 7-9 класів, яка стала частиною ширшого курсу STEM-освіти. Використовуючи набори Arduino, учні розробляли різноманітні проекти, що включали автоматизацію рутинних процесів та елементи розумних систем. Наприклад, один із проектів був присвячений створенню автоматичної системи поливу рослин, яка активується залежно від рівня вологості ґрунту, що вимірюється за допомогою датчиків. Інший проект – «розумне освітлення», що автоматично вмикається і вимикається залежно від рівня освітленості в приміщенні або присутності людей.

Заняття з робототехніки надали учням можливість не тільки вивчати основи програмування та інженерії, але й зрозуміти, як технології можуть полегшити повсякденні завдання. Вони отримали змогу застосувати свої знання в практичних ситуаціях і побачити результати своєї праці, що значно підвищило їхню мотивацію до навчання.

За результатами дослідження, проведеного школою, було виявлено, що після впровадження програми інтерес до STEM-предметів значно зріс. Більшість учнів виявили бажання продовжити вивчення технічних дисциплін,

особливо інформатики та фізики, що стало помітним у виборі факультативів і спеціалізованих курсів. Згідно з результатами опитування, учні зазначали, що завдяки проєктам з Arduino вони почали краще розуміти логіку і принципи роботи комп'ютерних програм, а також основи фізики, що раніше здавалися їм складними й абстрактними.

Крім того, учні, які брали участь у програмі, показали підвищення академічної успішності. За підсумками навчального року, у них покращилися оцінки з фізики, математики та інформатики, а також розвинулися такі навички, як критичне мислення, креативність і здатність до вирішення проблем. Це було особливо помітно у випадках командних проєктів, де учні працювали разом над складними завданнями, розвивали навички співпраці та вміння обговорювати свої ідеї.

За словами педагогів, які працювали з учнями, програма з робототехніки не тільки зробила навчання більш захоплюючим, але й дала можливість школярам підготуватися до подальшого вивчення технічних спеціальностей. Вчителі відзначили, що учні почали проявляти більше ініціативи в навчальному процесі, частіше задавати питання і самостійно шукати додаткову інформацію для поглиблення своїх знань.

Таким чином, впровадження програми з робототехніки в школі №12 м. Києва стало успішним прикладом того, як інтеграція STEM-інструментів може підвищити інтерес учнів до навчання та сприяти їхньому всебічному розвитку [37].

Кейс 2 Онлайн-платформа для моделювання.

Під час дистанційного навчання, яке стало необхідністю через пандемію, вчителька інформатики зі Львова запровадила використання онлайн-платформи Scratch для навчання програмуванню в учнів 5-7 класів. Scratch виявилася ідеальним інструментом, оскільки платформа пропонує доступний і зрозумілий інтерфейс для створення інтерактивних історій, анімацій і простих ігор. Завдяки своїй візуальній природі та гейміфікованому

підходу, Scratch допомагає учням краще зрозуміти основи програмування, зокрема такі важливі концепції, як послідовність, умовні оператори та цикли.

Протягом навчального року учні працювали над створенням власних проєктів, де використовували основні концепції кодування. Наприклад, вони розробляли інтерактивні казки, анімації та навчальні ігри, що давало їм можливість реалізувати власні ідеї та досліджувати світ програмування у творчий спосіб. Завдяки цьому учні не лише засвоїли програмні концепції, але й змогли проявити креативність, розвиваючи навички розв'язання проблем і проєктного мислення.

Крім того, Scratch надав учням можливість бачити безпосередні результати своєї роботи, що мотивувало їх продовжувати навчання. За словами вчительки, учні активно ділилися своїми проєктами один з одним, обговорювали код і обмінювалися ідеями, що стало важливим елементом соціальної взаємодії, якої не вистачало під час дистанційного навчання. Платформа також дозволила вчительці організувати командні завдання, де кожен учень вносив свій внесок у спільний проєкт, що розвивало навички співпраці та взаємодії.

Результати навчання показали, що використання Scratch допомогло учням досягти високого рівня засвоєння програмного матеріалу, навіть у віддаленому форматі. Дослідження, проведене вчителькою, показало, що 85% учнів змогли самостійно реалізувати проєкти та зрозуміти основи програмування. Також було відзначено, що учні, які працювали зі Scratch, почали показувати вищі результати на контрольних роботах порівняно з попереднім роком. Важливо, що такий підхід допоміг учням розвивати впевненість у власних силах і побачити, як їхні ідеї можуть перетворюватися на працюючий продукт [38].

Загалом, використання Scratch у процесі дистанційного навчання дозволило не лише підтримувати високий рівень залученості та успішності, але й сприяло розвитку в учнів творчого підходу до програмування та впевненості у власних здібностях.

Рекомендації щодо впровадження.

Поступове інтегрування STEM-інструментів.

Для ефективного впровадження STEM-інструментів важливо починати з невеликих проєктів або модулів, поступово збільшуючи їхню складність і масштаб. Це дозволяє як учням, так і вчителям адаптуватися до нових методик і вимог STEM-навчання без надмірного стресу. Наприклад, можна розпочати з простих інтерактивних завдань у сфері програмування або основ робототехніки, які не потребують спеціального обладнання. Згодом, коли учні наберуться базових навичок, завдання можна ускладнити, додаючи нові компоненти, такі як проєкти з інтеграцією датчиків або аналізу даних. Такий підхід допомагає учням поступово оволодівати новими навичками, при цьому вчителі мають можливість налаштувати методику відповідно до потреб класу та обраних тем.

Співпраця між вчителями.

Однією з ключових складових успішного впровадження STEM-освіти є активна співпраця між вчителями різних предметів, зокрема інформатики, математики, фізики та біології. Така співпраця дозволяє створювати міждисциплінарні проєкти, що сприяють інтеграції знань і допомагають учням бачити зв'язок між різними галузями науки. Наприклад, проєкт з аналізу даних у фізиці або біології може об'єднати вчителів фізики, біології та математики, що дозволить учням не лише отримати глибші знання, а й зрозуміти, як наукові дисципліни взаємодіють між собою. Крім того, спільна робота вчителів допомагає розвивати проєкти, які можуть охоплювати більше учнівських інтересів і відповідати їхнім академічним потребам.

Залучення батьків та громади.

Залучення батьків і громади є важливим аспектом впровадження STEM-освіти, оскільки це може забезпечити додаткову підтримку та ресурси для реалізації проєктів. Інформування батьків про переваги STEM-освіти допомагає створити спільне бачення освітніх цілей і отримати підтримку для розвитку шкільних проєктів. Батьки, які усвідомлюють важливість STEM-компетенцій для майбутньої кар'єри своїх дітей, з більшою готовністю

підтримують шкільні ініціативи та можуть надавати допомогу, наприклад, у вигляді матеріалів, обладнання або фінансування. Залучення громади, у тому числі місцевих підприємств і університетів, відкриває додаткові можливості для проведення заходів, таких як семінари, майстер-класи або екскурсії, що робить навчання ще більш цікавим і практичним.

На уроках інформатики найзручніше використовувати модель навчання, що поєднує гнучкість онлайн-ресурсів із практичною роботою над проєктами, враховуючи умови дистанційного та змішаного навчання. Така модель дозволяє учням виконувати завдання у власному темпі та повертатися до матеріалів для самостійного опрацювання, що особливо корисно в умовах дистанційного доступу. Завдяки цьому підходу учні можуть отримати доступ до навчальних ресурсів будь-де і будь-коли, що підтримує їхню залученість до процесу і підвищує ефективність засвоєння матеріалу.

В нашій роботі ми використовували платформу Scratch як основу для вивчення програмування в 5-х класах, а також застосовували Google Classroom для організації навчального процесу, обміну матеріалами та надання зворотного зв'язку. Scratch дозволяє учням створювати інтерактивні проєкти в ігровій формі, що допомагає їм легше засвоювати базові концепції програмування. Google Classroom, у свою чергу, забезпечує ефективне управління уроками: учні отримують доступ до матеріалів, можуть здавати завдання та отримувати оцінки, що сприяє організованості та систематичному засвоєнню знань.

Така модель дає можливість поєднувати самостійну роботу з регулярним зворотним зв'язком, що є особливо важливим для змішаного навчання.

Моделювання навчальних процесів з використанням STEM-інструментів є ефективним підходом до навчання інформатики. Воно сприяє розвитку критичного мислення, практичних навичок та інтегрованого засвоєння знань. Є на виклики, пов'язані з матеріально-технічною базою та підготовкою вчителів, успішний досвід школи демонструє можливість і необхідність впровадження таких методик.

2.3 Інтерактивні методи навчання інформатики: віртуальні лабораторії та симуляції

Інтерактивні методи навчання, особливо віртуальні лабораторії та симуляції, є важливою складовою сучасного STEM-орієнтованого освітнього середовища, що сприяє глибшому засвоєнню знань та розвитку практичних навичок учнів. Такі методи особливо корисні в умовах навчання інформатики, де моделювання та симуляція дозволяють створити середовище для експериментування, безпечне і зручне для дистанційного та змішаного навчання.

Віртуальні лабораторії та симуляції стали доступнішими завдяки технологічним досягненням, що дозволяють учням навчатися в умовах, які раніше були можливі лише за допомогою спеціалізованого обладнання. Вони надають учням можливість працювати над реальними задачами та досліджувати складні процеси, водночас підвищуючи їхню мотивацію та рівень зацікавленості у навчанні.

Віртуальні лабораторії – це інтерактивні середовища, які дозволяють учням виконувати завдання та проводити експерименти, як у справжній лабораторії, але через комп'ютер або інший пристрій. Вони є ідеальним рішенням для вивчення інформатики, оскільки дозволяють учням випробовувати свої знання на практиці, створюючи та тестуючи програмні алгоритми, експериментуючи з різними сценаріями, аналізуючи роботу кодів та налаштовуючи параметри. Це особливо корисно для учнів, які можуть відчувати задоволення від миттєвого результату своїх дій.

Наприклад, платформи на зразок TinkerCAD для навчання електроніці та програмуванню дають можливість створювати віртуальні схеми та моделі, працювати з мікроконтролерами і сенсорами, що полегшує розуміння таких концепцій, як схеми зв'язків, електричні ланцюги та програмування. Віртуальні лабораторії, зокрема в інформатиці, дозволяють учням вільно експериментувати, досліджуючи наслідки різних рішень і коду, без страху зробити помилку або завдати шкоди обладнанню.

Симуляції – це інтерактивні моделі реальних систем і процесів, які дозволяють учням навчатися, експериментуючи з умовами та змінними, моделюючи їх у безпечному цифровому середовищі. У навчанні інформатики симуляції дозволяють учням досліджувати складні алгоритми, розуміти механізми роботи комп'ютерних мереж, вивчати основи кібербезпеки та управління базами даних.

Одним із найбільш популярних інструментів для вивчення алгоритмів є платформа Pythontutor, яка дозволяє учням візуалізувати виконання коду Python у реальному часі. Використовуючи цю платформу, учні можуть бачити, як змінюються змінні, як виконуються цикли та які кроки виконує комп'ютер при розв'язанні певної задачі. Це підвищує рівень розуміння матеріалу, оскільки учні бачать, як працюють алгоритми всередині, що знижує рівень абстракції і робить навчання доступнішим.

Переваги використання віртуальних лабораторій та симуляцій.

Практичне застосування знань.

Віртуальні лабораторії дозволяють учням застосовувати свої знання у практичних завданнях, що допомагає їм краще розуміти матеріал і набувати практичних навичок. Моделюючи реальні задачі, учні можуть перевіряти свої знання, відпрацьовувати алгоритми та тестувати свої рішення, що сприяє кращому засвоєнню матеріалу.

Безпечне середовище для експериментів.

Однією з основних переваг віртуальних лабораторій і симуляцій є безпека. Учні можуть працювати з потенційно небезпечними об'єктами або виконувати складні операції, не ризикуючи завдати шкоди обладнанню або собі. Це створює середовище, де вони можуть вільно експериментувати, вчитися на власних помилках і розвивати впевненість у своїх знаннях.

Гнучкість і доступність.

Віртуальні лабораторії та симуляції доступні онлайн і можуть бути використані як в умовах дистанційного, так і змішаного навчання. Учні можуть працювати над завданнями з будь-якого місця і у зручний для себе час, що підвищує гнучкість навчання. Це особливо корисно для учнів, які можуть не мати доступу до спеціального обладнання у звичайній шкільній лабораторії.

Підвищення мотивації.

Інтерактивний формат навчання допомагає підвищити мотивацію учнів, оскільки вони можуть спостерігати безпосередні результати своєї роботи. Можливість досягати успіхів і створювати власні проєкти підвищує їхню зацікавленість у навчанні та сприяє більш активному залученню до навчального процесу.

Виклики впровадження віртуальних лабораторій та симуляцій.

Потреба у технічній підготовці вчителів.

Використання віртуальних лабораторій і симуляцій вимагає від вчителів відповідної технічної підготовки та навичок, що може бути проблемою, особливо для тих, хто не має досвіду роботи з такими інструментами. Тому важливо організовувати навчальні семінари та тренінги для вчителів, щоб вони могли успішно використовувати нові методи в навчальному процесі.

Доступність технічних ресурсів.

Не всі школи мають доступ до необхідних технічних ресурсів або високошвидкісного інтернету, що може ускладнити використання віртуальних лабораторій і симуляцій. Важливо забезпечити навчальні заклади необхідним обладнанням та доступом до інтернету для максимальної ефективності цих методів навчання.

Можливі технічні збої.

Використання онлайн-інструментів завжди пов'язане з ризиком технічних збоїв або проблем із доступом, що може негативно вплинути на навчальний процес. Для зниження цього ризику важливо мати доступ до технічної підтримки та альтернативних рішень, які допоможуть учням у випадку збоїв.

Інструменти для віртуальних лабораторій та симуляцій у навчанні інформатики.

PhET Interactive Simulations пропонує безкоштовні інтерактивні симуляції, що охоплюють широкий спектр предметів, включно з інформатикою. Вони дозволяють учням експериментувати з різними змінними, спостерігати наслідки своїх дій і краще розуміти основи програмування та алгоритмів (рис. 2.9).

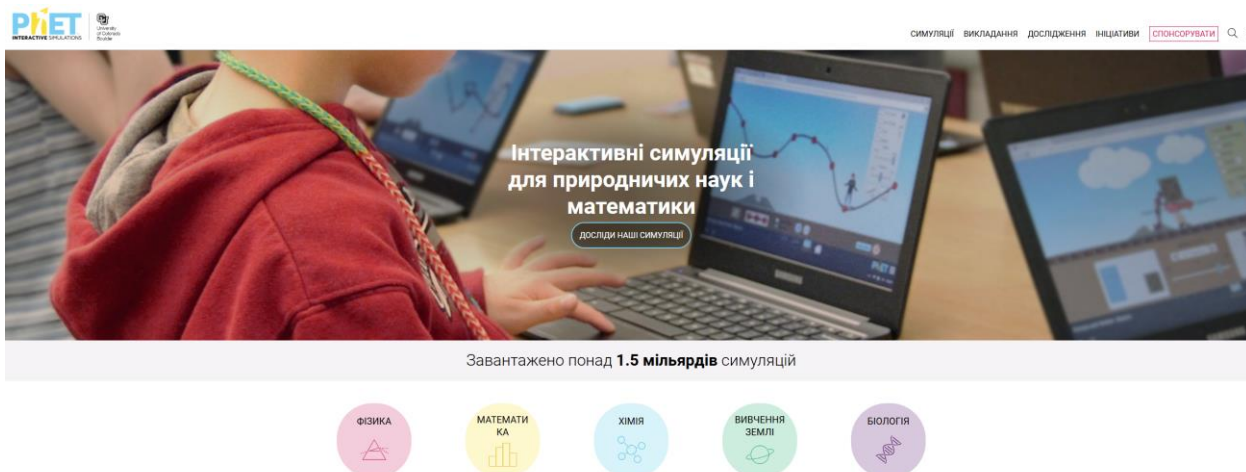


Рисунок 2.9 – Головна сторінка сайту *phet.colorado.edu*
(платформи для візуалізації різних процесів і явищ)

TinkerCAD є чудовим інструментом для моделювання та експериментування з електронними компонентами й схемами. Використовуючи цю платформу, учні можуть навчатися основам електроніки та схемотехніки, а також програмувати мікроконтролери, що розвиває навички проєктування і кодування (рис. 2.10).

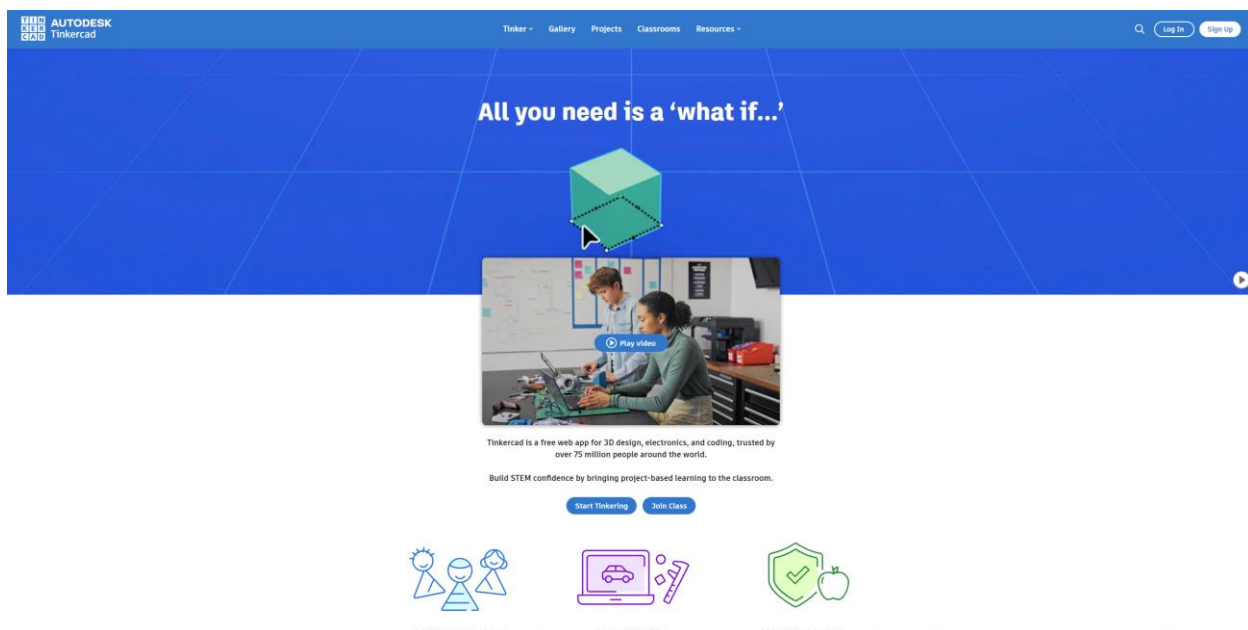


Рисунок 2.10 – Головна сторінка сайту *tinkercad.com*
(платформи для дизайну)

Scratch є доступним інструментом для початкового навчання програмуванню, який підходить для учнів молодшого віку. Платформа дозволяє створювати інтерактивні анімації та ігри, що допомагає учням краще розуміти базові концепції програмування в цікавій формі (рис. 2.11).

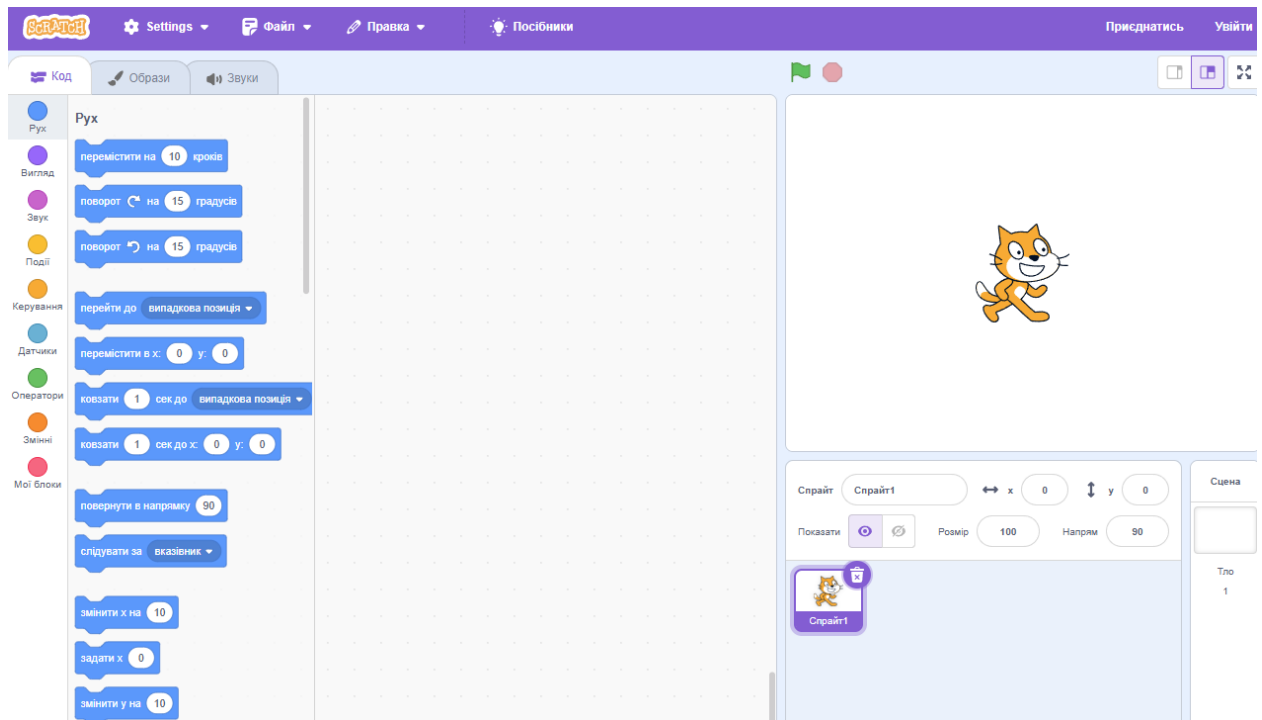


Рисунок 2.11 – Робоча область сайту *scratch.mit.edu*
(платформи для навчання програмуванню)

Codecademy Labs дозволяє учням експериментувати з написанням коду на різних мовах програмування. Це середовище дає можливість писати код у реальному часі і бачити результати, що підходить для вивчення основ програмування, включаючи HTML, CSS, Python (рис. 2.12).

На уроках інформатики віртуальні лабораторії можуть бути використані для практичних завдань, таких як моделювання роботи алгоритмів, тестування коду, розробка програм або створення інтерактивних додатків. Наприклад, в рамках проєкту учні можуть створити власну програму для вирішення математичних задач або симуляцію фізичних процесів, таких як динаміка рідин або обчислення сили тяжіння.

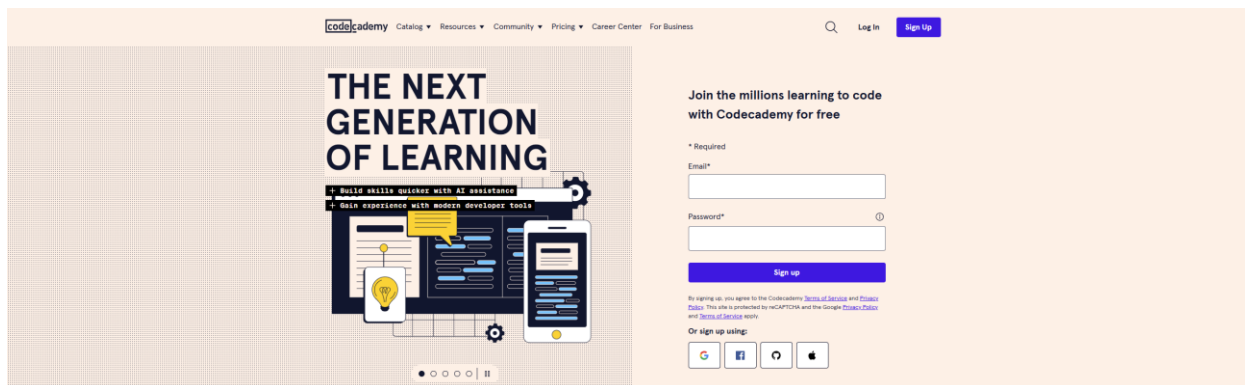


Рисунок 2.12 – Головна сторінка сайту **codecademy.com**
(платформи для навчання програмуванню)

Для розвитку навичок програмування вчителі можуть запропонувати учням створення алгоритмів і їхнє тестування в таких середовищах, як Python або Java. Учні можуть працювати з віртуальними лабораторіями, щоб досліджувати роботу циклів, умовних операторів та функцій, що допомагає їм краще засвоїти основи програмування.

Інтерактивні методи навчання, що включають віртуальні лабораторії та симуляції, є потужним інструментом для розвитку STEM-компетенцій у сучасних школярів. Вони дозволяють учням поєднувати теоретичні знання з практичними навичками, забезпечуючи комплексний підхід до навчання. Незважаючи на певні виклики, впровадження цих методів стає все більш важливим у сучасному освітньому процесі, забезпечуючи учням можливість набувати актуальних знань та навичок у зручний і цікавий спосіб.

Створення STEM-орієнтованого освітнього середовища для навчання інформатики спрямоване на підготовку учнів до викликів технологічного майбутнього. STEM-підхід, який інтегрує науку, технології, інженерію та математику, дозволяє формувати у школярів широкий набір компетенцій, необхідних для успішної адаптації у світі, де цифрові навички та технологічні знання є основою професійного зростання. Інтерактивні методи, такі як віртуальні лабораторії та симуляції, які використовуються у STEM-навчанні, дозволяють учням опановувати знання не лише на теоретичному рівні, але й

через практичне застосування, що робить навчання більш ефективним і захопливим.

Використання віртуальних лабораторій забезпечує доступ до навчальних ресурсів у будь-якому місці та у зручний час, що робить цей підхід надзвичайно актуальним у контексті змішаного та дистанційного навчання. Учні можуть працювати з моделюванням, аналізувати наслідки своїх дій, проводити власні дослідження, що сприяє розвитку критичного мислення, креативності, навичок розв'язання проблем та підвищує мотивацію до навчання. Інтеграція цих елементів у навчання інформатики створює багатофункціональне середовище, яке сприяє всебічному розвитку учнів та готує їх до реальних професійних ситуацій, де необхідно швидко адаптуватися, критично мислити та взаємодіяти з сучасними технологіями.

Також підкреслимо важливість поступового впровадження STEM-інструментів у навчальний процес, починаючи з невеликих проєктів та поступово збільшуючи їхню складність. Співпраця між вчителями різних предметів сприяє створенню міждисциплінарних проєктів, які допомагають учням бачити зв'язок між різними науками та розуміти, як комплексні знання допомагають у розв'язанні реальних завдань. Залучення батьків та громади є також важливим чинником у впровадженні STEM-навчання, оскільки воно дозволяє отримати додаткову підтримку, ресурси та підвищити загальну зацікавленість учнів у навчальному процесі.

Для обґрунтування результативності запропонованих підходів і перевірки ефективності створення STEM-орієнтованого освітнього середовища в рамках цієї магістерської роботи буде проведено педагогічний експеримент на базі Дніпровської гімназії №10 ім. І. І. Манжури серед учнів 5-х класів. У ході експерименту використовуватиметься модель інтеграції STEM-інструментів у навчання інформатики, яка передбачає поступове впровадження інтерактивних методів і адаптивного підходу до складності завдань. Учні працюватимуть із симуляціями та віртуальними лабораторіями, що дозволить оцінити, як такі методи впливають на їхнє розуміння

навчального матеріалу, мотивацію до навчання та розвиток критичного мислення.

Створення STEM-орієнтованого освітнього середовища для навчання інформатики є не лише ефективним підходом, але й необхідністю для сучасної школи. Інтерактивні методи, залучення учнів до практичних завдань та підтримка навчання через моделювання допомагають формувати у школярів навички та знання, які будуть корисними для подальшої професійної діяльності й життєвої самореалізації у технологічно орієнтованому суспільстві.

З ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ STEM-ТЕХНОЛОГІЙ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ З ІНФОРМАТИКИ

3.1 Підготовка та проведення педагогічного експерименту

Педагогічний експеримент є важливою складовою даного дослідження, оскільки він дозволяє перевірити ефективність застосування STEM-технологій у навчальному процесі інформатики. Основною метою експерименту є оцінка впливу інтеграції STEM-інструментів на якість засвоєння учнями навчального матеріалу, рівень їхньої мотивації до навчання, розвиток критичного мислення та здатність до вирішення комплексних завдань.

Мета експерименту – визначити, як впровадження STEM-технологій у процес навчання інформатики впливає на успішність та мотивацію учнів. Експеримент дозволяє встановити, наскільки ефективними є інтерактивні методи навчання (віртуальні лабораторії, симуляції та проєктна діяльність) у формуванні ключових компетенцій учнів у сфері інформатики.

Основні завдання експерименту:

- розробка плану навчання, що передбачає впровадження STEM-технологій у викладання інформатики;
- створення навчальних матеріалів та завдань для учнів, які включають використання симуляцій, віртуальних лабораторій та проєктів з програмування;
- формування експериментальних та контрольних груп учнів, де в експериментальній групі буде реалізовано інтеграцію STEM-інструментів, а у контрольній – застосовано традиційні методи викладання;
- проведення педагогічного експерименту впродовж навчального семестру, спостереження за роботою учнів та оцінка їхнього прогресу;

- аналіз результатів експерименту з використанням методів математичної статистики для оцінки успішності та рівня мотивації учнів у різних групах.

База експерименту. Педагогічний експеримент проводитиметься на базі Дніпровської гімназії №10 ім. І. І. Манжури серед учнів 5-х класів. Гімназія має необхідні умови для проведення експерименту, включаючи комп'ютерний клас, доступ до Інтернету та можливість працювати із віртуальними навчальними середовищами. Було обрано 5-ті класи, оскільки учні цього віку вже мають базові навички роботи з комп'ютером, але при цьому їхні навчальні уподобання ще формуються, що дозволяє більш об'єктивно оцінити вплив STEM-підходу на їхнє ставлення до інформатики.

Процес підготовки до експерименту.

Розробка методичних матеріалів. Для проведення експерименту було підготовлено серію уроків, кожен з яких включав інтерактивні завдання з використанням STEM-інструментів. Для цього були обрані онлайн-платформи (рис. 3.1, 3.2):

- Scratch (<https://scratch.mit.edu/>) і PilasBloques – II рівень (<https://pilasbloques.rozh2sch.org.ua/>) для експериментальної групи;
- Scratch (типові завдання) для контрольної групи.

Обидві платформи дозволяють учням працювати з основами програмування та алгоритмами.

Навчання педагогів. Успішна реалізація STEM-підходу вимагає відповідної кваліфікації вчителів. Перед початком експерименту вчителі, які працюватимуть з експериментальною групою, пройшли тренінги, де ознайомилися з використанням віртуальних лабораторій та симуляцій, методами інтеграції міждисциплінарних завдань, а також принципами проєктного навчання.

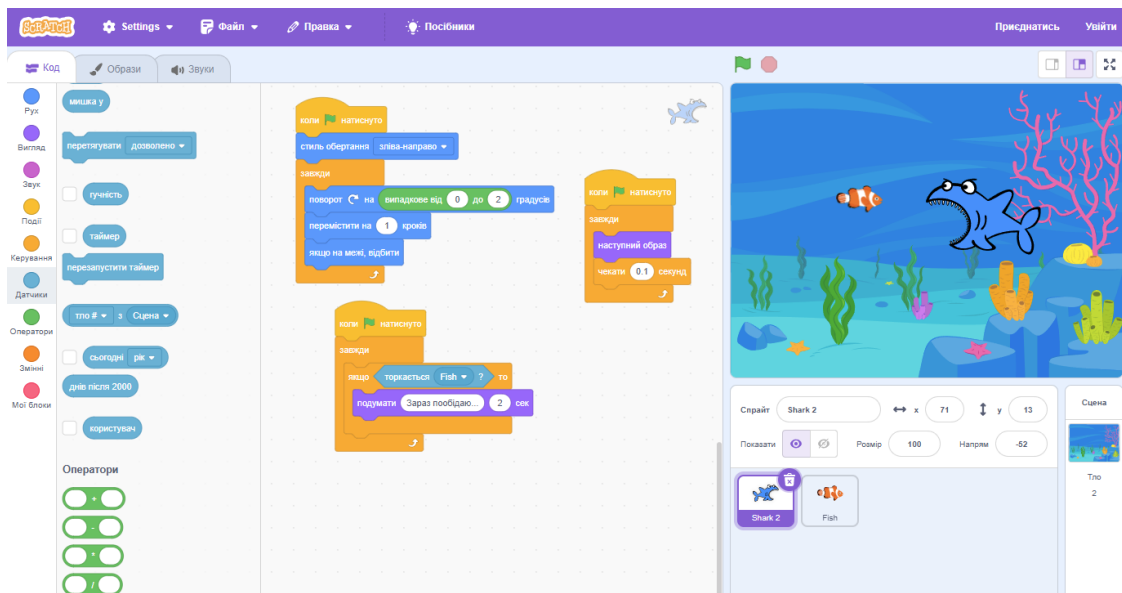


Рисунок 3.1 – Приклад використання платформи Scratch

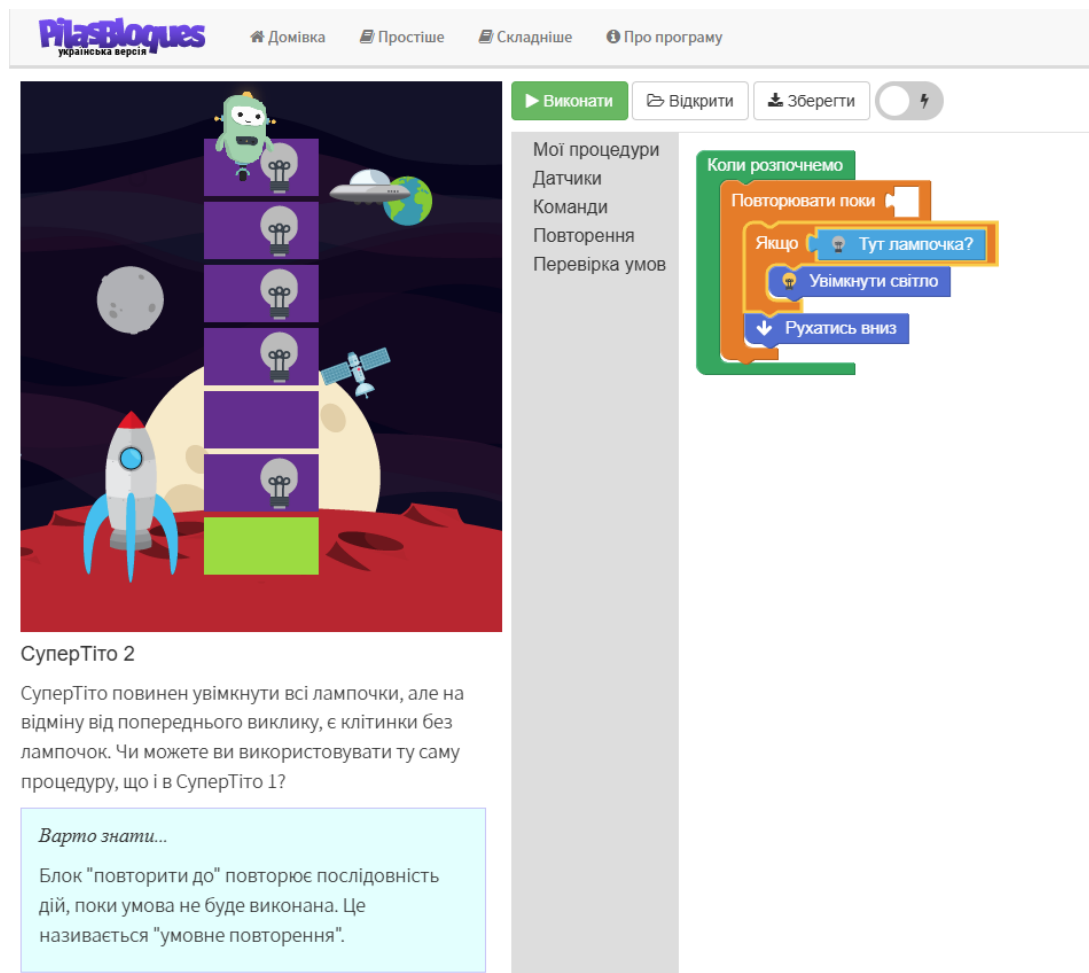


Рисунок 3.2 – Приклад використання платформи PylasBloques

Організація груп. Усі учні були розділені на дві групи – експериментальну та контрольну. В експериментальній групі уроки проводились із впровадженням STEM-інструментів, тоді як у контрольній групі використовувалися традиційні методи викладання інформатики.

Проведення експерименту.

Експеримент передбачав впровадження STEM-інструментів у навчальний процес інформатики в експериментальній групі, щоб оцінити їхній вплив на мотивацію та успішність учнів, розвиток критичного мислення, креативності та навичок вирішення проблем. Основний акцент робився на використанні віртуальних лабораторій, симуляцій та проєктних завдань, які забезпечують практичне застосування знань та інтерактивне навчання. Навчальні матеріали були розроблені таким чином, щоб охопити основні теми курсу інформатики для 5-х класів.

Для цього експерименту учні були поділені на дві групи:

- **експериментальна група (5-А клас):** використовувала інтерактивні методи (віртуальні лабораторії, симуляції та проєктні завдання);
- **контрольна група (5-Б клас):** навчалася за традиційною методикою (теоретичне викладання та завдання для виконання).

Поурочний план експерименту.

Тема 1 Вступ до основ програмування (3 уроки).

Експериментальна група (STEM-завдання):

Завдання: Створити анімовану історію в Scratch.

Інструкції: Оберіть персонажів і фони, які будуть частиною вашої історії. Розробіть алгоритм, який змусить персонажів виконувати послідовні дії, наприклад, привітатися, пройти по екрану, або зробити декілька рухів. Додайте фонові звуки і текст.

Ціль: Учні навчаються базовим принципам послідовності та алгоритмізації, використовуючи творчий підхід.

Контрольна група (традиційне завдання).

Завдання: Написати алгоритм для заданої історії у Scratch.

Інструкції: Використайте підказки для створення алгоритму, де персонаж рухається у певній послідовності. Наприклад, він крокує вперед, повертається праворуч, знову крокує, а потім вимовляє текст. Зробіть мінімальну анімацію.

Ціль: Учні знайомляться з основами алгоритмізації та виконанням команд у визначеній послідовності.

Тема 2 Умовні оператори (5 уроків).

Експериментальна група (STEM-завдання):

Завдання: Розробити гру «Лабіринт» у Scratch.

Інструкції: Створіть лабіринт, через який персонаж повинен пройти. Встановіть умовні оператори, які зупинять персонажа, якщо він торкається стін лабіринту. Персонаж повинен реагувати на натискання клавіш (стрілки для руху) і повертатися до початку лабіринту, якщо зіштовхується з перешкодою.

Ціль: Учні навчаються використовувати умовні оператори для керування діями в грі, що сприяє практичному розумінню умовних конструкцій.

Контрольна група (традиційне завдання):

Завдання: Виконати вправу з умовними операторами у Scratch.

Інструкції: Створіть сцену, де персонаж змінює напрямок руху в залежності від натискання клавіш. Встановіть умовні оператори, щоб при натисканні стрілки вліво персонаж йшов вліво, а при натисканні вправо – рухався вправо.

Ціль: Учні застосовують умовні оператори у простих сценаріях, закріплюючи базові знання.

Тема 3 Цикли (4 уроки).

Експериментальна група (STEM-завдання):

Завдання: Створити анімацію з повторюваними діями.

Інструкції: Використовуючи цикли, створіть анімацію, де персонаж малює геометричні фігури або повторювані узори. Наприклад, персонаж може

рухатися вперед на 10 кроків, повертатися на 45 градусів і повторювати ці дії, створюючи коло або спіраль.

Ціль: Учні опановують концепцію циклів на практичному рівні, спостерігаючи, як повторювані дії сприяють створенню анімаційного ефекту.

Контрольна група (традиційне завдання):

Завдання: Написати код для циклу у Scratch.

Інструкції: Створіть алгоритм, у якому персонаж виконує рух вперед і назад 5 разів. Використайте команду «повторити» для досягнення цього результату.

Ціль: Учні знайомляться з циклічними командами, виконуючи прості повторювані дії.

Тема 4 Використання змінних (3 уроки).

Експериментальна група (STEM-завдання):

Завдання: Створити гру з лічильником балів.

Інструкції: Розробіть гру, в якій персонаж збирає предмети на екрані. Використайте змінну для лічильника балів, яка збільшується на 1 при кожному зібраному предметі. Додайте умову, що якщо персонаж торкається ворога, бали обнуляються.

Ціль: Учні вчаться використовувати змінні для відстеження станів у грі, що допомагає засвоїти концепцію збереження даних.

Контрольна група (традиційне завдання):

Завдання: Визначити змінну у Scratch і використовувати її для зберігання значення.

Інструкції: Створіть змінну, яка представляє рахунок гри, і налаштуйте її так, щоб значення змінної змінювалося від 0 до 10 за допомогою команд. Після кожного натискання клавіші збільшуйте значення змінної на 1.

Ціль: Учні знайомляться з поняттям змінної, але в обмеженому сценарії, де змінна просто зберігає числове значення.

Тема 5 Проєктна діяльність (10 уроків).

Експериментальна група (STEM-завдання):

Завдання: Створити власну гру або інтерактивну історію, що включає всі вивчені елементи.

Інструкції: Використайте послідовність, цикли, умовні оператори та змінні, щоб створити гру або історію за власним вибором. Проєкт має включати рахунок, елементи керування та анімацію персонажів.

Ціль: Учні використовують усі вивчені елементи для створення комплексного проєкту, що розвиває їхні навички у програмуванні та творчий підхід.

Контрольна група (традиційне завдання):

Завдання: Виконати базовий проєкт із заданими умовами.

Інструкції: Виконайте завдання зі створення простої історії, де персонаж виконує послідовність дій. Використайте заданий сценарій і команди для керування персонажем, але без додаткових елементів.

Ціль: Учні закріплюють знання, виконуючи проєкт у рамках готового сценарію, без необхідності інтеграції складніших елементів.

Оцінка результатів експерименту.

Експеримент оцінювався через контрольні тести, анкети з відгуками учнів та оцінювання завершених проєктів. Тестування проводилося до початку і після завершення експерименту, щоб порівняти рівень засвоєння матеріалу, рівень мотивації та інтерес до предмету.

Контрольні тести охоплювали питання на перевірку розуміння алгоритмів, послідовності, умовних операторів, циклів і змінних.

Проєктна оцінка включала оцінювання кінцевого проєкту учнів за такими критеріями, як використання вивчених елементів, творчий підхід, складність і коректність виконання.

Анкетування учнів допомогло зібрати зворотний зв'язок про те, як учні сприймали новий формат навчання та наскільки цікавою і корисною їм видалася робота з віртуальними лабораторіями та проєктами.

Анкета складається з кількох розділів:

- **оцінка інтересу до предмету** – містить питання про рівень зацікавленості у вивченні інформатики до і після впровадження STEM-методів;
- **способи навчання** – питання про те, які саме завдання (традиційні чи STEM-орієнтовані) учні вважають цікавими, корисними або складними;
- **рівень впевненості та мотивації** – стосується оцінки учнями своєї впевненості у використанні нових технологій та здатності самостійно вирішувати завдання;
- **загальна оцінка методу** – учні висловлюють загальне враження про використання STEM-методів та пропонують можливі покращення.

Експеримент тривав протягом однієї навчальної чверті. На кожному уроці інформатики в експериментальній групі використовувалися віртуальні лабораторії, симуляції, а також проєктні завдання, які мали на меті залучити учнів до активної роботи, дослідження та творчого вирішення завдань. Учні створювали прості алгоритми у Scratch, моделювали процеси та розробляли проєкти, які дозволяли їм застосовувати знання у практичному контексті. Наприклад, учні розробляли симуляції природних явищ або створювали ігри, які дозволяли зрозуміти основи кодування та логіку побудови програм.

Після кожного уроку вчителі проводили обговорення результатів, спостерігаючи за прогресом учнів, їхньою залученістю до процесу та рівнем розуміння матеріалу. Учням також пропонувались рефлексивні завдання, де вони оцінювали свої враження від нових методів навчання та висловлювали думки щодо власного прогресу.

Для оцінки ефективності впровадження STEM-технологій було заплановано використання методів математичної статистики для порівняння результатів успішності учнів обох груп. Основними показниками оцінки стали рівень засвоєння навчального матеріалу, активність та мотивація учнів. Перед початком і після завершення експерименту були проведені контрольні роботи,

результати яких дозволять об'єктивно оцінити рівень успішності учнів у різних групах. Крім того, учням було запропоновано заповнити анкети щодо їхніх вражень від нового формату навчання, що дозволить оцінити рівень мотивації та ставлення до інформатики після роботи з STEM-інструментами.

Отже визначено інструментарій (показники та рівні) для з'ясування ефективності запропонованих методичних засад щодо створення освітнього середовища на основі STEM-технологій. Інтеграція STEM-методів сприяє підвищенню зацікавленості учнів у предметі, полегшує засвоєння складних концепцій та розвиває критичне мислення і навички самостійного вирішення проблем. Це дозволяє обґрунтувати доцільність використання STEM-технологій у шкільному курсі інформатики та визначити перспективи масштабування таких підходів у ширшому освітньому контексті.

3.2 Аналіз результатів експериментального навчання

Для оцінки результатів виконання завдань у обох групах розглянемо середні оцінки учнів експериментальної (5-А клас) та контрольної групи (5-Б клас) за кожну тему. Оцінки аналізуються з метою виявлення різниці в успішності між групами після впровадження STEM-підходів.

Таблиці з оцінками за кожен урок для експериментальної (табл. 3.1) та контрольної (табл. 3.2) груп містять бали за такі теми:

- вступ до основ програмування;
- умовні оператори;
- цикли;
- використання змінних;
- проєктна діяльність.

Таблиці демонструють, як результати виконання конкретних завдань у експериментальній групі дещо покращили середні оцінки порівняно з контрольною групою, яка працювала за традиційною методикою.

Таблиця 3.1 – Оцінки за кожен урок для експериментальної групи (5-А)

№	Прізвище Ім'я	Тема 1	Тема 2	Тема 3	Тема 4	Тема 5	Серед ня
1	Братута Данило	8	12	11	8	8	9,4
2	Гібнер Аніта	11	12	11	7	11	10,4
3	Гречишкін Тимур	9	10	8	8	9	8,8
4	Даниленко Діана	7	9	11	8	8	8,6
5	Дужак Катерина	8	11	8	10	10	9,4
6	Думіна Дар'я	11	8	11	11	11	10,4
7	Киян Максиміліан	10	11	11	11	10	10,6
8	Ключик Євген	9	11	12	8	11	10,2
9	Колесник Захар	9	10	8	10	10	9,4
10	Косенко Варвара	8	8	12	9	11	9,6
11	Леущенко Олег	8	10	11	7	9	9
12	Мартиненко Уляна	9	7	8	7	11	8,4
13	Мічковська Дар'я	12	8	11	11	12	10,8
14	Рябчій Марія	10	10	8	9	12	9,8
15	Саїк Анастасія	8	12	10	11	8	9,8
16	Скоморох Софія	11	11	11	9	8	10
17	Соколенко Платон	12	10	7	11	8	9,6
18	Телюков Тимофій	8	11	10	9	10	9,6
19	Шарай Анна	8	9	10	9	7	8,6
20	Шевченко Марія	12	11	10	8	7	9,6
	Середня за тему	9,4	10,05	9,95	9,05	9,55	9,6

Таблиця 3.2 – Оцінки за кожен урок для контрольної групи (5-Б)

№	Прізвище Ім'я	Тема 1	Тема 2	Тема 3	Тема 4	Тема 5	Серед ня
1	Алексєєв Тихон	9	9	6	6	8	7,6
2	Афанасьєв Артем	9	6	8	9	7	7,8
3	Барілова Таїсія	8	9	9	8	7	8,2
4	Величко Даріна	8	9	6	6	8	7,4
5	Вівтоненко Кіра	9	6	9	8	6	7,6
6	Забайрачна Дар'я	9	6	8	9	6	7,6
7	Зельдина Рита	8	6	6	7	7	6,8
8	Іваницька Влада	8	7	8	7	6	7,2
9	Каптан Леонід	8	8	6	8	8	7,6
10	Кочевська Варвара	7	8	9	6	7	7,4
11	Мамедов Тимур	7	9	6	6	7	7,0
12	Мороз Максим	8	7	6	9	7	7,4
13	Мосензов Олег	6	7	8	7	7	7,0
14	Муравйов Гліб	6	6	6	7	8	6,6
15	Пархомчук Валерія	9	9	6	6	7	7,4
16	Товстик Микола	9	6	8	8	6	7,4
17	Хлудєєв Олег	6	9	9	7	9	8,0
18	Шарко Олександра	8	8	6	9	7	7,6
19	Шустова Василиса	8	8	7	7	8	7,6
	Середня за тему	7,9	7,5	7,2	7,4	7,2	7,4

Методика аналізу середніх оцінок для порівняння успішності учнів контрольної та експериментальної груп базується на загальноприйнятих принципах педагогічної діагностики та використовується в дослідженнях ефективності освітніх інновацій. Цей підхід широко висвітлений в роботах сучасних українських авторів, таких як Кузьміна О. М. («Інтеграція STEM-освіти в сучасну школу») [41] та Сидоренко Л. М. («Розвиток критичного мислення у процесі STEM-навчання») [42].

Ці автори підкреслюють важливість використання статистичних підходів, таких як аналіз середніх показників і стандартних відхилень, для об'єктивного оцінювання ефективності інноваційних методик.

Для об'єктивного аналізу результативності впровадження STEM підходів у навчання інформатики були зафіксовані бали до експерименту (оцінки за 4 клас з тих самих тем) і після експерименту (табл. 3.3). Розрахунок середніх оцінок для кожної теми дозволяє оцінити загальний рівень успішності у вивченні конкретних розділів програми:

$$\bar{X}_{\text{тема}} = \frac{\sum_{i=1}^n X_{i,\text{тема}}}{n},$$

де $\bar{X}_{\text{тема}}$ – середній бал за певною темою,

$X_{i,\text{тема}}$ – бал i -го учня за обрану тему,

n – кількість учнів в групі.

У таблицях, представлених для обох груп, можна помітити, що експериментальна група має вищі середні бали майже за кожную тему.

Для експериментальної групи приріст оцінок можна пов'язати з інтерактивними завданнями, такими як розробка анімованих історій, ігор із умовними операторами, математичних вікторин і проєктів. Такий підхід забезпечує учням більше можливостей для практичного застосування знань, що підтверджується вищими середніми балами за кожную тему порівняно з контрольною групою.

Таблиця 3.3 – Оцінки за кожен урок для контрольної групи (5-Б)

Група	Тема 1	Тема 2	Тема 3	Тема 4	Тема 5	Серед ня
Експериментальна група (до експерименту)	8,9	8,2	7,5	7,9	7,7	8,1
Експериментальна група (після експерименту)	9,4	10,05	9,95	9,05	9,55	9,6
Контрольна група (до експерименту)	7,7	7,3	7,0	6,9	7,1	7,2
Контрольна група (після експерименту)	7,9	7,5	7,2	7,4	7,2	7,4

Приріст успішності визначається шляхом поетапного аналізу результатів навчання кожного учня, що дозволяє оцінити індивідуальний прогрес і загальний рівень засвоєння матеріалу. Середній приріст аналізується за кожною темою окремо, для виявлення закономірностей та ключових результатів. Такий підхід дозволяє отримати як індивідуальні, так і колективні показники успішності учнів (табл. 3.4).

Формула для розрахунку приросту:

$$\text{Приріст (\%)} = \frac{\bar{X}_{\text{після}} - \bar{X}_{\text{до}}}{\bar{X}_{\text{до}}} \times 100\%,$$

де $\bar{X}_{\text{після}}$ – середній бал після вивчення теми з використанням STEM-методів,

$\bar{X}_{\text{до}}$ – середній бал до впровадження STEM-підходів.

Побудова гістограми розподілу приросту балів (рис. 3.3) показує, що експериментальна група досягла значно вищих приростів у порівнянні з контрольною групою, що вказує на позитивний вплив STEM-методів.

Таблиця 3.4 – Приріст успішності.

Група	Загальний середній бал		Приріст %
	до експерименту	після експерименту	
Експериментальна група	8,1	9,6	18,52
Контрольна група	7,2	7,4	2,78

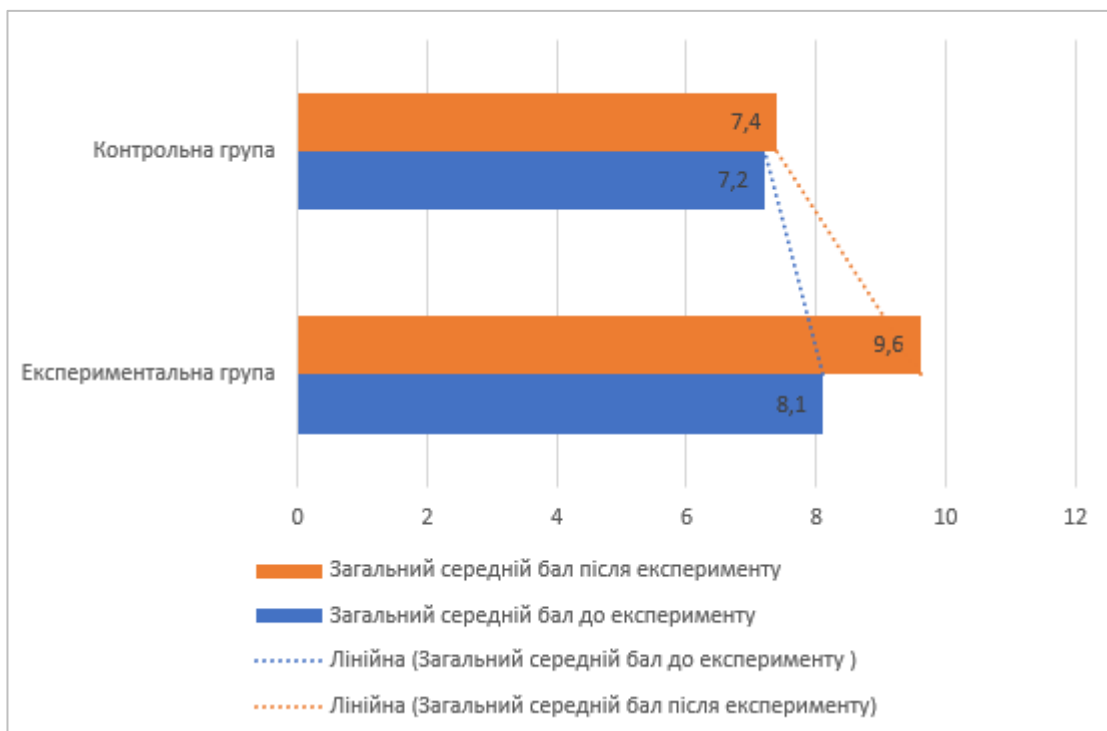


Рисунок 3.3 – Гістограма розподілу приросту балів

Для підтвердження статистичної значущості різниці між успішністю в експериментальній і контрольній групах використовуємо t-тест для незалежних вибірок.

Формула для розрахунку t-статистики:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

де $\bar{X}_1$ і $\bar{X}_2$ – середні значення балів за кожну тему для експериментальної та контрольної груп відповідно,

S_1 і S_2 – стандартні відхилення для експериментальної і контрольної груп,

n_1 і n_2 – кількість учнів у кожній групі.

Значення для підстановки:

- середнє значення для експериментальної групи $\bar{X}_1 = 9,6$;
- середнє значення для контрольної групи $\bar{X}_2 = 7,43$;
- стандартне відхилення для експериментальної групи $S_1 = 0,684$;
- стандартне відхилення для контрольної групи $S_2 = 0,390$;
- кількість учнів у кожній групі: $n_1=20$ для експериментальної та $n_2=19$ для контрольної групи.

Отримане значення t -статистики $t \approx 12,25$ свідчить про суттєву різницю між групами. Щоб дізнатися, чи ця різниця є статистично значущою, порівнюємо значення t зі значенням у таблиці критичних значень для обраного рівня значущості (наприклад, 0,05) і кількості ступенів свободи (n_1+n_2-2):

$$t_{\text{крит.}} = 2,026.$$

Отримане значення t ($\approx 12,25$) значно перевищує табличне значення (2,026), що означає, що різниця між групами є **статистично значущою** на рівні значущості 0,05. Таким чином, результати підтверджують ефективність впровадження STEM-методів у навчання експериментальної групи.

Після аналізу таблиць з результатами за темами можна зробити висновок, що експериментальна група показала вищий рівень успішності завдяки використанню STEM-методів навчання. Підвищення оцінок у експериментальній групі є доказом того, що інтерактивні методи навчання, такі як робота з віртуальними лабораторіями та симуляціями, сприяють кращому засвоєнню матеріалу і підвищенню мотивації учнів.

Крім тестів було проведено анкетування учнів експериментальної групи з метою отримати оцінку щодо нових методів навчання. Основна мета анкетування – зрозуміти, як учні сприймають STEM-інструменти у процесі вивчення інформатики, які виклики вони відчують та як змінюється їхня мотивація до навчання завдяки впровадженню інтерактивних методів.

Результати анкетування показали, що більшість учнів оцінили впровадження STEM-методів позитивно. Аналіз відповідей дозволив виявити такі тенденції:

- **підвищення інтересу:** Близько 80% учнів відзначили підвищення інтересу до інформатики після використання інтерактивних методів, зокрема завдань із симуляціями та проєктною діяльністю;
- **покращення розуміння:** Учні вважають, що проєкти, такі як «Математична вікторина» і «Лічильник балів у грі», сприяли кращому розумінню матеріалу, оскільки давали можливість застосувати теоретичні знання на практиці;
- **впевненість та самостійність:** 75% учнів відчували себе впевнено під час виконання інтерактивних завдань. Це свідчить про позитивний вплив STEM-методів на самостійність учнів у навчанні.

Отже, педагогічним експериментом доведено, що впровадження STEM-технологій в освітній процес з інформатики є ефективним засобом підвищення рівня навчальних досягнень учнів. Результати дослідження засвідчили, що використання інтерактивних інструментів, таких як віртуальні лабораторії, програмні симуляції та проєктна діяльність, сприяє глибшому засвоєнню навчального матеріалу, розвитку критичного мислення, творчих здібностей та навичок командної роботи. Середній приріст успішності учнів експериментальної групи значно перевищував показники контрольної групи, що підтверджено статистичною значущістю даних. Аналіз результатів анкетування свідчить про зростання зацікавленості учнів у вивченні інформатики, а також їхнього усвідомлення практичної цінності отриманих знань.

ВИСНОВКИ

Результати дослідження теоретичних та методичних засад створення ефективного освітнього середовища на основі STEM-технологій для навчання інформатики дають підстави для таких висновків:

- виявлено, що STEM-освіта є ефективною інноваційною стратегією, яка сприяє інтеграції наукових дисциплін для формування у школярів практичних компетенцій. Аналіз літератури показав, що впровадження STEM-технологій у шкільну освіту дозволяє розвивати у учнів критичне мислення, креативність і вміння вирішувати міждисциплінарні завдання. Основними проблемами впровадження STEM-освіти в закладах загальної середньої освіти є недостатня матеріально-технічна база, брак підготовки вчителів та відсутність інтегрованих програм навчання. Перспективним напрямом розвитку впровадження STEM-освіти є активне використання інноваційних технологій, таких як віртуальні лабораторії, симуляції та проєктне навчання;
- запропоновано методичні підходи до впровадження STEM-елементів у шкільний курс інформатики. Розроблені методики включають використання інтерактивних платформ (Scratch, TinkerCAD, App Inventor), віртуальних лабораторій та симуляцій для практичного засвоєння матеріалу. Також запропоновано проєктні завдання, які сприяють формуванню ключових компетенцій учнів, таких як вміння працювати в команді, критично аналізувати інформацію та застосовувати знання для розв'язання реальних задач;
- розроблено модель освітнього середовища, яка включає використання STEM-інструментів у навчальному процесі, яка передбачає: інтеграцію знань з інформатики, математики, фізики та інших дисциплін; використання міждисциплінарних підходів у викладанні; залучення учнів до активної проєктної діяльності,

спрямованої на розв'язання практичних завдань, що сприяє поглибленню знань і практичних навичок;

- проведено педагогічний експеримент у 5-х класах із використанням запропонованої моделі освітнього середовища. Результати тестування показали, що учні експериментальної групи продемонстрували значно вищий рівень успішності порівняно з контрольною групою. Зокрема, середній приріст балів у експериментальній групі становив 18,52 %, тоді як у контрольній – лише 2,78 %. Аналіз анкетування учнів підтвердив підвищення їхньої мотивації та зацікавленості до навчання. Отримані результати були статистично значущими.

Розроблені методичні рекомендації можуть бути впроваджені в освітній процес для вдосконалення навчання інформатики:

- **поступове впровадження STEM-інструментів:** рекомендується починати з невеликих проєктів і поступово збільшувати складність завдань, щоб учні мали змогу адаптуватися до нового підходу;
- **співпраця між вчителями:** вчителі різних предметів можуть об'єднувати свої зусилля для створення міждисциплінарних проєктів, що сприяє інтеграції знань з різних галузей;
- **залучення батьків і громади:** інформування батьків про переваги STEM-освіти та залучення їх до навчального процесу можуть підвищити рівень підтримки учнів і сприяти успішному впровадженню інноваційних методів;
- **технічне забезпечення та навчання вчителів:** необхідно забезпечити школи відповідними ресурсами, а вчителів – додатковою підготовкою для роботи з інтерактивними технологіями та STEM-методами.

Перспективними напрямками подальших досліджень є адаптація STEM-технологій до навчання учнів старших класів і розширення їх застосування для інших предметів, таких як фізика та біологія. Важливим також є розробка рекомендацій для підвищення кваліфікації педагогів із впровадження STEM-методів у освітній процес.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Нетикша К., Лебідь О. Інноваційні підходи до викладання предмета «інформатика» у старших класах. *Економічна кібернетика: інструменти і методи дослідження та організації економічних процесів*: збірник наукових праць за матеріалами всеукр. інтернет-конф. м. Дніпро. 1 - 2 березня 2024 р. Дніпро: УДУНТ. 2024. С. 38-42.
2. Нетикша К. Змішана форма навчання на уроках інформатики під час воєнного стану. *Пріоритетні напрями розвитку науки під час воєнного стану*: Збірник тез доповідей за матеріалами СXXXIX міжн. наук.-практ. інтернет- конф. 8 березня 2024 р. Одеса. 2024. С. 112-118
3. Bybee R. W. Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*. 2010. 70(1), P. 30–35.
4. National Science Foundation. The Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education. Arlington. VA: National Science Foundation, 2001. P. 12-15.
5. World Economic Forum. The Future of Jobs Report 2020. Geneva: World Economic Forum. 2020. URL : <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2020> (дата звернення: 16.11.2024).
6. Lesseig K., Nelson T., Slavitt D. & Seidel R. Supporting middle school teachers' implementation of STEM design challenges. *School Science and Mathematics*, 2016. 116(4), P. 177–188. URL : <https://doi.org/10.1111/ssm.12172> (дата звернення: 30.11.2024).
7. Beers S. Z. 21-st Century Skills: Preparing Students for Their Future. Washington, D. C.: National Education Association. 2011. p. 120.
8. Partnership for 21st Century Skills. Framework for 21st Century Learning. Retrieved. URL : <https://www.battelleforkids.org/networks/p21/fw-resources> (дата звернення: 17.11.2024).

9. Про освіту: Закон України від 05.09.2017р. № 2145-VIII. Верховна Рада України. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text> (дата звернення: 11.01.2024).
10. Міністерство освіти і науки України. Інформатика 5–9 класи. Програма для загальноосвітніх навчальних закладів. Київ : МОН. 2020. 66 с.
11. Dugger W. E. Evolution of STEM in the United States. The Technology Teacher. 2010. 70(1), P. 26–29.
12. Vasquez J., Sneider C., Comer M. STEM Lesson Essentials: Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics. Portsmouth, NH: Heinemann. 2013. p. 256.
13. Bybee R. W. STEM Education Now More Than Ever. Arlington, VA: National Science Teachers Association. 2013. p. 64.
14. Bers M. U. Blocks to Robots: Learning with Technology in the Early Childhood Classroom. NY: Teachers College Press. 2008. p. 224.
15. English L. D. STEM education: Perspectives on integration. International Journal of STEM Education. 2016. 3(3), p. 1–11. URL : <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1> (дата звернення: 19.01.2024).
16. Margot K. C. & Kettler T. Teachers' perception of STEM integration and education: A systematic literature review. International Journal of STEM Education. 2019. 6(2), P. 3–16. URL : <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0151-2> (дата звернення: 20.02.2024).
17. Український центр оцінювання якості освіти. Порівняльний аналіз результатів зовнішнього незалежного оцінювання в традиційних і STEM класах. Київ: УЦОЯО. 2021. URL : <https://testportal.gov.ua/> (дата звернення: 26.09.2024)
18. Code org. Annual Report 2022. Seattle: Code.org, 2022. URL : <https://www.code.org/> (дата звернення: 06.10.2024).
19. MIT App Inventor. About MIT App Inventor. Massachusetts Institute of Technology, 2023. URL : <https://appinventor.mit.edu/> (дата звернення: 06.10.2024).

20. Khan Academy. About Khan Academy. Mountain View, CA: Khan Academy, 2021. URL : <https://www.khanacademy.org/> (дата звернення: 06.10.2024).
21. Lantz H. B. Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: What Form? What Function? 2009. URL : <https://www.iteea.org/stem.pdf> (дата звернення: 27.10.2024).
22. Коджаспиров Г. М., Коджаспиров Ю. А. Педагогіка: навчальний посібник. Київ : Академія. 2005. 304 с.
23. Бабанський Ю. К. Методи навчання в сучасній загальноосвітній школі. Харків : Освіта. 2002. 320 с.
24. Зюзьєкевич Н. Г. Педагогічна психологія: навчальний посібник. Київ : Вища школа. 2006. 256 с.
25. Головізнина Н. Л. Педагогічні технології в сучасній освіті. Харків : Освіта. 2016. 200 с.
26. Зуєв С. В. Інноваційні методи навчання в школі. Київ : Либідь. 2018. 180 с.
27. Кортнєв К. П. Технології інтегрованого навчання. Львів : Світ. 2020. 280 с.
28. Гладков А. П. Інформаційні технології в освіті. Дніпро : Наука і освіта. 2019. 300 с.
29. Семенова Н. А. Методика проєктного навчання в школі. Одеса : Освіта України. 2018. 260 с.
30. Мокрий О., Шелестова І. STEM освіта в Україні. Одеса : Нові горизонти. 2020. 190 с.
31. Кузьміна О. М. Використання STEM-технологій у навчальному процесі: можливості та перспективи. *Наукові записки Інституту педагогічної освіти і освіти дорослих*. Київ : НАПН України. 2020. № 4, С. 15–22.
32. Литвиненко В. П. Використання віртуальних лабораторій у навчанні інформатики. *Інформаційні технології в освіті*. 2020. 5(2), С. 67–73.

33. Мельник Т. В., Петренко А. С., Сидоренко Л. М. Проектне навчання в STEM-освіті : методичні аспекти. Одеса : Освіта України. 2019. 272 с.
34. Петренко А. С. Робототехніка, як засіб розвитку технічного мислення учнів. *Технології і засоби навчання*. 2021. 9(4), С. 48–50
35. Сидоренко Л. М. Розвиток критичного мислення у процесі STEM-навчання. Львів : Педагогічні науки. 2018. 210 с.
36. Іванова Н. В. Мотивація учнів до навчання через практичне застосування знань. *Проблеми сучасної освіти*. 2020. 3(2), С. 56–62.
37. Демченко О. В. Впровадження робототехніки в освітній процес: досвід школи №12. *Освіта і суспільство*. 2020. 5(3), С. 78–84.
38. Михайлюк О. С. Використання онлайн-платформи для програмування навчання в умовах дистанційного навчання. *Інновації в освіті*. 2021. 6(1), С. 47–53.
39. Лісовий М. І. Персоналізоване навчання з використанням STEM-технологій у школах. *Проблеми сучасної освіти*. 2021. № 2, С. 45–50.
40. Коваленко С. П. Підготовка вчителів до роботи в умовах STEM-освіти. *Педагогічна майстерність*. 2019. №1, С. 25–31.
41. Кузьміна О. М. Інтеграція STEM-освіти в сучасну школу. *Наукові записки Інституту педагогічної освіти і освіти дорослих НАПН України*. 2020. № 4. С. 15–22.
42. Сидоренко Л. М. Розвиток критичного мислення у процесі STEM-навчання. *Педагогічні науки*. 2018. № 3. С. 56–62

ДОДАТОК А

Проект експериментальної групи (5-А) «Математичний лабіринт»

Мета проекту: Створити інтерактивну гру у Scratch, яка складається з 5 рівнів, кожен з яких створюється окремою групою учнів.

Опис гри:

- гравець управляє спрайтом «миша», яка рухається за допомогою клавіш-стрілок. Гравцю треба пройти весь лабіринт для переходу на наступний рівень;
- кожен лабіринт має 5 статичних перешкод (спрайт «кошеня»);
- при досягненні перешкоди гравець отримує питання з таблиці множення. Якщо відповідь правильна, гравець проходить далі, якщо «ні» – починає рівень з початку;
- якщо куля торкається стіни, вона повертається на початок рівня;
- у кінці гри відображається загальна кількість набраних балів.

Завдання для груп:

Група 1–5:

- розробка власного рівня лабіринту з 5 перешкодами;
- перешкоди — це кошеня, яке задає приклад на множення;
- кінець рівня позначений виходом (фініш).

Загальний рівень:

Всі рівні об'єднуються в один проект. Після завершення одного рівня Scratch автоматично переводить гравця на наступний.

Етапи роботи:

Розробка рівнів.

- кожна група малює свій лабіринт (використовуючи інструменти Scratch);

- додає перешкоди, які задають випадкові запитання з таблиці множення.

Програмування логіки.

Рух миші: Події на натискання клавіш-стрілок.

Перевірка зіткнень із стінами: Якщо торкання, миша повертається на старт.

Перешкоди: При дотику до перешкоди задається випадкове питання. Використовуються блоки «запитати» та «якщо».

Переходи між рівнями: Встановлюються події, що переводять гравця до наступного рівня.

Об'єднання: Рівні з'єднуються у спільну гру.

Приклад реалізації рівня.

Статичні стіни: Малюються прямокутники, які утворюють лабіринт.

Перешкоди: Маленькі квадрати на дорозі кулі.

Запитання: Змінна вибирає випадкове питання з таблиці множення.

Кінець рівня: Коли куля торкається виходу, рівень завершується.

Завершення гри.

Після проходження всіх 5 рівнів Scratch виводить повідомлення: «Гру завершено». Це досягається використанням блоку «сказати».

Результати.

Учні отримують простий і цікавий спосіб закріплення знань з таблиці множення, працюють із логікою програмування в Scratch і вчаться співпраці. Гра є інтерактивною та легко адаптується до рівня знань учнів.

Візуалізація рівнів гри.

У кожному рівні гри забезпечується графічне відображення всіх необхідних елементів: лабіринту, перешкод, фінішу, а також інтерактивних об'єктів, таких як питання з таблиці множення. Візуальний дизайн реалізовано за допомогою інструментів Scratch. Чітка структура рівнів із продуманим розташуванням об'єктів сприяє зручності навігації для гравця, а використання яскравих кольорів допомагає акцентувати увагу на важливих деталях, таких як

перешкоди чи маршрут. Це забезпечує не лише зручність проходження гри, але й підсилює освітню складову завдяки інтеграції завдань з математики у гейміфіковану форму.

На рисунку А.1 представлені скріншоти розробки гри.

На рисунках А.2 – А.4 показано приклад проходження гри.

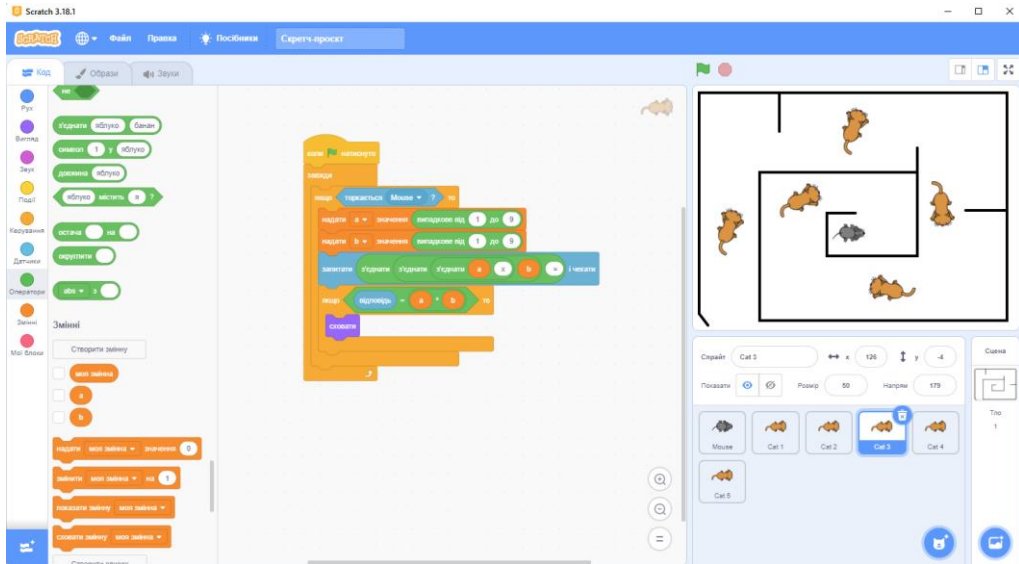


Рисунок А.1 – Дії спрайту «Cat3»

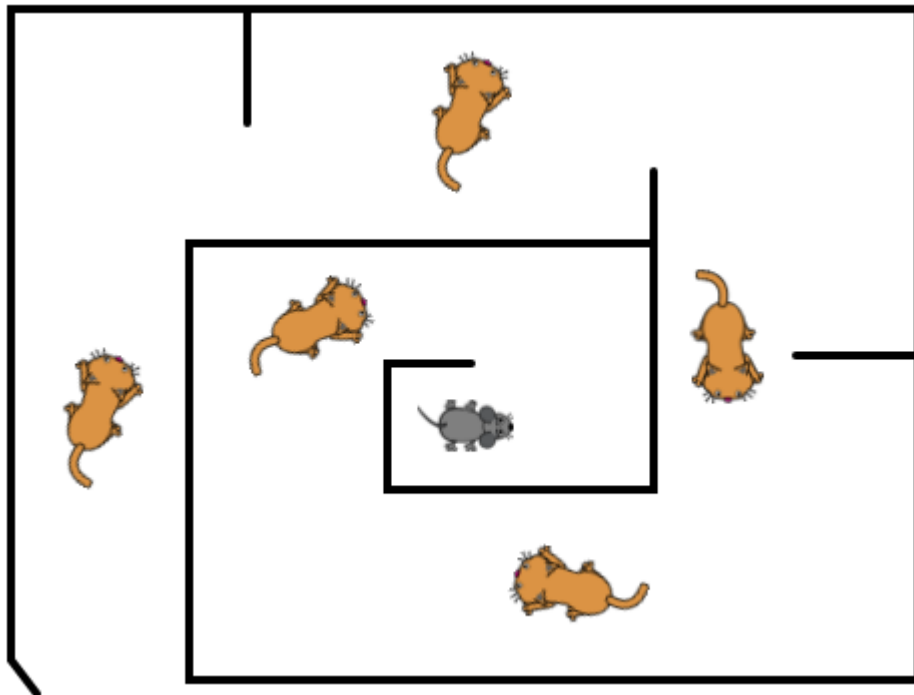


Рисунок А.2 – Початок гри



Рисунок А.3 – Зустріч миші і кота (очікуємо відповідь)

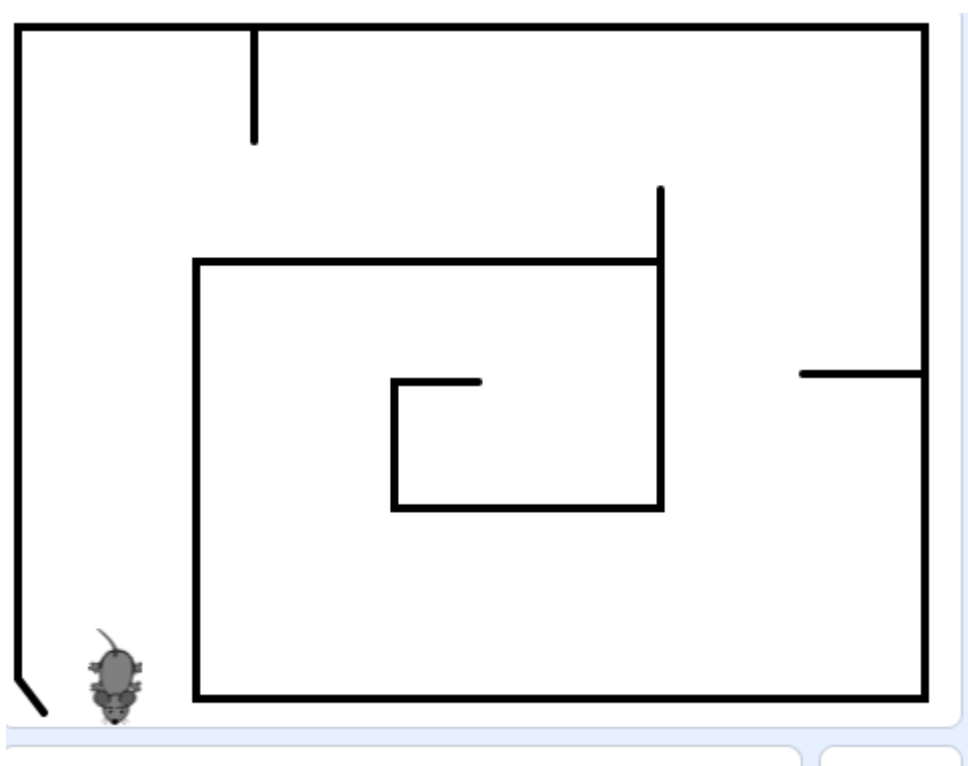


Рисунок А.4 – Завершення I рівня

ДОДАТОК Б

Приклад контрольного тесту з теми 2 «Умовні оператори»

Мета:

Перевірити рівень засвоєння учнями знань про використання умовних операторів у середовищі програмування Scratch.

Завдання 1 Теоретичні питання (5 балів)

Що таке умовний оператор у Scratch? (1 бал)

- а) команда, яка завжди виконується;
- б) команда, яка виконується залежно від виконання умови;
- в) команда, яка повторює дію кілька разів.

Який блок у Scratch використовується для перевірки умов? (1 бал)

- а) «Коли натиснуто зелений прапорець»;
- б) «Якщо то»;
- в) «Повторювати завжди»ю

Які значення можуть мати умови у Scratch? (1 бал)

- а) тільки «так»;
- б) «так» або «ні»;
- в) будь-які числа.

Для чого використовується блок «Якщо то, інакше»? (2 бали)

Напишіть коротке пояснення з прикладом.

Завдання 2 Практичні завдання (7 балів)

Гра «Вгадай число» (2 бали):

Створіть гру, де кіт загадує число від 1 до 10. Гравець вводить своє число. Якщо гравець вгадав, з'являється повідомлення «Молодець!». Інакше – «Спробуй ще раз». Складіть блок-схему проєкту.

Перевірка віку (2 бали):

Створіть проект, у якому користувач вводить свій вік. Якщо вік більше 18, з'являється повідомлення «Ти дорослий». Інакше – «Ти ще дитина».

Створення світлофора (3 бали):

Розробіть у Scratch алгоритм, який змінює кольори світлофора (зелений, жовтий, червоний):

- якщо зелений, вивести повідомлення «Йди»;
- якщо червоний, вивести «Зачекай»;
- якщо жовтий, вивести «Готуйся».

Критерії оцінювання:

- *правильність відповіді:* правильне використання умовних операторів у Scratch;
- *логіка виконання завдань:* коректне виконання всіх умов;
- *оформлення та робота проєктів:* наявність потрібних блоків та логічна послідовність дій.

Максимальна кількість балів: 12.

ДОДАТОК В

Зразок анкети

Анкета для учнів щодо використання STEM-методів на уроках інформатики

I Загальна інформація

- 1 Чи подобається вам вивчати інформатику?
 - Так
 - Ні
- 2 Як змінилося ваше ставлення до інформатики після використання інтерактивних методів?
 - Значно покращилося
 - Покращилося
 - Не змінилося
 - Погіршилося
 - Значно погіршилося

II Оцінка STEM-методів

- 3 Які з наступних видів завдань вам подобаються більше?
 - Традиційні (теоретичні завдання, робота в зошиті)
 - STEM-орієнтовані (віртуальні лабораторії, симуляції, проєкти)
- 4 Наскільки корисними були для вас наступні види завдань? (оцініть за шкалою від 1 до 5)
 - Створення анімованих історій
 - Розробка гри з умовними операторами
 - Проєкт «Математична вікторина»
 - Проєкт «Лічильник балів у грі»

- Фінальний проєкт

III Впевненість та мотивація

5 Як часто ви відчували себе впевнено під час виконання інтерактивних завдань?

- Завжди
- Часто
- Іноді
- Рідко
- Ніколи

6 Чи вважаєте ви, що інтерактивні завдання сприяли кращому розумінню матеріалу?

- Так, значно сприяли
- Так, частково сприяли
- Ні, не вплинули
- Знизили розуміння матеріалу

IV Загальна оцінка та пропозиції

7 Як би ви оцінили STEM-методи навчання?

- Дуже корисні
- Корисні
- Нейтральні
- Некорисні

8 Чи хотіли б ви продовжувати навчання з використанням інтерактивних методів?

- Так
- Ні

9 Які рекомендації ви б надали для покращення навчального процесу?