

Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка

Фізико-математичний факультет

Кафедра інформатики

УДК 378.016:51:004

Глазько Віталій Сергійович

**STEM-ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ
В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ ЗЗСО**

Галузь знань: 01 Освіта

Спеціальність 014 Середня освіта (Інформатика)

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього рівня «Магістр»

Науковий керівник:

_____ А.О. ЮРЧЕНКО,

кандидат педагогічних наук,
доцент кафедри інформатики

Виконавець:

_____ Віталій ГЛАЗЬКО

Суми 2024

ЗМІСТ

3

6

1.1. Поняття та характеристики STEM-технології в науково-методичній літературі6

1.2. Особливості використання STEM-технології в освітньому процесі ЗЗСО13

1.3. Методи та підходи до використання STEM-технології в освітньому процесі ЗЗСО23

30

2.1. Програма організації навчання з використанням STEM-технології в освітньому процесі середньої школи ЗЗСО (на уроках інформатики у 9 класі)30

2.2. Експериментальне дослідження ефективності використання STEM-технології в освітньому процесі середньої школи ЗЗСО (на уроках інформатики у 9 класі)42

2.3. Рекомендації щодо організації навчання із використанням STEM-технології в освітньому процесі середньої школи ЗЗСО (на уроках інформатики у 9 класі)52

58

61

68

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. У сучасному світі, де технологічний прогрес та інновації відіграють ключову роль у розвитку суспільства, освіта стоїть перед новими викликами та потребує трансформації. Традиційні підходи

до навчання, які зосереджуються на передачі знань від вчителя до учня, вже не відповідають вимогам часу. Натомість, освіта повинна орієнтуватися на формування у здобувачів освіти ключових компетентностей, необхідних для успішної самореалізації в сучасному світі. У цьому контексті особливу увагу привертає концепція STEM-технологій, яка передбачає інтеграцію природничих наук, технологій, інженерії та математики в єдину систему навчання. STEM-технології дозволяють реалізувати міждисциплінарний підхід, розвивати критичне мислення, креативність, навички розв'язання складних проблем та ефективної комунікації. Вони відкривають нові можливості для особистісно-орієнтованого навчання, дослідницької та проєктної діяльності учнів, їх ранньої профорієнтації та підготовки до успішної самореалізації в сучасному високотехнологічному суспільстві. Тому дослідження особливостей використання STEM-технологій в освітньому процесі закладів загальної середньої освіти (ЗЗСО) є актуальним та важливим завданням на шляху до модернізації освіти в Україні.

Аналіз літературних джерел свідчить, що проблемам впровадження STEM-технологій в освітній процес ЗЗСО приділяється значна увага сучасних науковців. Зокрема, питання інтеграції різних дисциплін в рамках STEM-освіти досліджували О. Барна, Н. Балик, Ю. Матвійчук. Особливості організації освітнього процесу з використанням STEM-технологій вивчали О. Букатова, О. Стрижак, І. Сліпухіна, Н. Полісун, І. Чернецький. Методичні аспекти реалізації STEM-освіти в ЗЗСО розглядали Б. Кременський, В. Шарко, Т. Шарова, С. Шаров та інші. Ключові компетентності, які формуються засобами STEM-технологій, аналізували В. Вострікова, І. Марченко. Питання підготовки педагогічних кадрів до впровадження STEM-технологій висвітлювали Г. Багрій, Г. Шмигер та інші, що є актуальним для теми дослідження.

Мета дослідження: розглянути особливості використання STEM-технологій в освітньому процесі закладів загальної середньої освіти.

Для реалізації поставленої мети передбачалося **розв'язання наступних завдань:**

1. На основі вивчення науково-методичної літератури визначити поняття та характеристики STEM-технологій.
2. Проаналізувати особливості використання STEM-технологій в освітньому процесі ЗЗСО.
3. Описати методи та підходи до використання STEM-технологій в освітньому процесі ЗЗСО.
4. Провести експериментальне дослідження ефективності використання STEM-технологій в освітньому процесі середньої школи ЗЗСО (на уроках інформатики у 9 класі).
5. Розробити програму та надати рекомендації щодо організації навчання із використанням STEM-технологій в освітньому процесі середньої школи ЗЗСО (на уроках інформатики у 9 класі).

Об'єкт дослідження: освітній процес у закладах загальної середньої освіти.

Предмет дослідження: використання STEM-технологій в освітньому процесі закладів загальної середньої освіти.

Матеріали та методи дослідження: *загальнонаукові* (аналіз, узагальнення, систематизація) – для вивчення теорії та практики використання STEM-технологій в освітньому процесі ЗЗСО; *пошуково-бібліографічні* – з метою вивчення, систематизації та класифікації наукової, методичної та дидактичної літератури, що висвітлює проблематику впровадження STEM-технологій в освіту; *дидактичні* – для розробки та перевірки ефективних навчальних методик, які інтегрують STEM-технології; *емпіричні* (педагогічне спостереження, педагогічний експеримент) – для виявлення ефективності використання STEM-технологій в освітньому процесі ЗЗСО, а також для коригування методик та підходів з метою оптимізації навчального процесу; *статистичні* – для математичного опрацювання результатів експериментального дослідження, їх аналізу та інтерпретації з метою обґрунтування висновків.

Наукова новизна одержаних результатів. На основі досліджень та аналізу особливостей використання STEM-технологій в освітньому процесі ЗЗСО було розроблено методичні рекомендації щодо ефективної інтеграції STEM-підходу в навчання на прикладі уроків інформатики у 9 класі. Запропоновано шляхи оптимізації освітнього процесу з використанням STEM-технологій, що сприяють формуванню ключових компетентностей учнів, розвитку їх критичного мислення, креативності, дослідницьких навичок. Дослідження показали, що комплексне використання STEM-технологій підвищує мотивацію учнів до навчання, забезпечує практичну спрямованість освітнього процесу, готує здобувачів освіти до успішної самореалізації в сучасному високотехнологічному суспільстві.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблені програми, методики та рекомендації можуть бути впроваджені в освітній процес ЗЗСО з метою ефективної реалізації STEM-підходу та підвищення якості освіти. Вони можуть слугувати основою для розробки навчально-методичних комплексів, посібників для вчителів, проведення тренінгів та курсів підвищення кваліфікації педагогічних кадрів. Матеріали дослідження можуть бути використані в педагогічних університетах для підготовки майбутніх учителів до впровадження STEM-технологій в освітній процес ЗЗСО.

Апробація результатів та публікації.

Структура роботи. Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків до них, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг роботи становить 74 сторінки: основний текст – 59 сторінок; список використаних джерел – 50 найменувань (на 7 сторінках).

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ STEM-ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ ЗЗСО

1.1. Поняття та характеристики STEM-технології в науково-методичній літературі

У сучасному динамічному світі, де технологічний прогрес та інновації відіграють ключову роль у розвитку суспільства, освіта стоїть перед новими викликами та потребує трансформації. Традиційні підходи до навчання, які зосереджуються на передачі знань від учителя до учня, вже не відповідають вимогам часу. Натомість, освіта повинна орієнтуватися на формування у здобувачів освіти ключових компетентностей, необхідних для успішної самореалізації в сучасному світі.

Як наслідок, у сучасному освітньому просторі особливої актуальності набуває концепція освіти за допомогою STEM-технології, яка передбачає інтеграцію природничих наук (*Science*), технологій (*Technology*), інженерії (*Engineering*) та математики (*Mathematics*) в єдину систему навчання, де як зазначає О. Буряк, STEM-технології дозволяють комплексно реалізувати міждисциплінарність, практико-орієнтоване навчання на основі інноваційних підходів та ключових компетентностей, коли серед умов ефективного впровадження STEM-технологій виділяють проєктну діяльність, практичну спрямованість, використання сучасних освітніх технологій та мейкерство [–49, с. 4].

Слід зазначити, що впровадження STEM-технологій в освітній процес закладів загальної середньої освіти (ЗЗСО) відповідає вимогам ключових нормативних актів України, таких як Закони «Про освіту» [–38], «Про повну загальну середню освіту» [–39], Концепція реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» на період до 2029 року [–41] та «Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти» [–16]. Дані документи наголошують на необхідності формування компетентностей учнів та адаптації шкільного процесу до сучасних реалій.

Наявний досвід свідчить про ефективність підходу, коли в навчанні переважають інструментальні знання, що є основою для засвоєння способів дій.

Саме STEM-технології забезпечують формування практичних навичок та вмінь, необхідних для успішної самореалізації учнів у майбутньому. Отже, впровадження STEM-технологій в освітній процес ЗЗСО є відповіддю на сучасні виклики та потреби суспільства. Вони сприяють формуванню ключових компетентностей, розвитку критичного мислення та практичних навичок здобувачів освіти [–33, с. 58].

З 2016 року в Україні активно впроваджуються STEM-технології в освітній процес. Міністерством освіти і науки (МОН) України було розроблено та прийнято низку документів, зокрема Наказ «Про утворення робочої групи з питань впровадження STEM-освіти в Україні» [–43], «План заходів щодо впровадження STEM-освіти в Україні на 2016-2018 рр.» [–36], Наказ «Про проведення дослідно-експериментальної роботи всеукраїнського рівня за темою: “Науково-методичні засади створення та функціонування Всеукраїнського науково-методичного віртуального STEM-центру (ВНМВ STEM-центр)”» на 2017-2021 рр.» [–40]. У 2020 році Урядом України було ухвалено Концепцію розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року [–42], а в 2021 році затверджено план заходів щодо реалізації цієї Концепції [–30].

Концепція передбачає модернізацію освіти в Україні шляхом впровадження STEM-технологій на всіх освітніх рівнях із залученням наукових установ та роботодавців. Основною умовою розвитку STEM-технологій є забезпечення їх впровадження в освітні процеси як формальної, так і неформальної та інформальної освіти. Таким чином, на законодавчому рівні в Україні створено необхідні передумови для впровадження STEM-технологій в освітній процес ЗЗСО. Це свідчить про розуміння важливості цього напрямку для модернізації освіти та підготовки учнів до майбутніх викликів [–42].

Сучасні тенденції розвитку освіти, як зазначають Т. Ганніченко та О. Жебко, висувають до неї низку вимог [–12]:

- доступність, неперервність та мобільність освіти;
- підвищення якості у навчанні та вихованні;

- реформування освіти, спрямоване на наступність кожного з етапів на шляху від початкової до профільної освіти;
- оновлення методів та підходів до освітнього процесу, які зумовлюють практичне застосування здобутих знань та вмінь, тобто професійне спрямування освіти;
- пріоритетність окремих напрямків освіти, які є найбільш перспективними на даний час;
- особистісно-орієнтоване спрямування освітніх процесів;
- поновлення матеріально-технічної бази освітніх закладів відносно розвитку науково-технічного прогресу.

Такі вимоги зумовлюють необхідність формування фахових компетенцій, актуальних на сучасному ринку праці. STEM-технології дозволяють розвивати критичне, алгоритмічне та інженерне мислення, навички обробки інформації та баз даних, цифрову грамотність, інноваційність, комунікативні навички, креативність. Саме тому впровадження STEM-технологій в освітній процес ЗЗСО є одним з пріоритетних напрямків розвитку освіти. Досліджуючи погляди науковців на питання застосування STEM-технологій в освітньому процесі ЗЗСО, можемо констатувати, що цей напрямок відповідає сучасним вимогам до освіти та дозволяє формувати у здобувачів освіти ключові компетентності, необхідні для успішної самореалізації в майбутньому [–42; –32].

Ю. Матвійчук підкреслює, що успіх STEM-технологій значною мірою залежить від ефективності інтеграції різноманітних дисциплін у єдину освітню систему. Центральним аспектом такої інтеграції є забезпечення координації цілеспрямованого процесу об'єднання структурних елементів змісту освіти, засобів, методів та організаційних форм навчання. Інтеграція, яка є провідним принципом STEM-технологій, полягає у формуванні нерозривно зв'язаної та єдиної інтегрованої системи між різними галузями знань. У процесі інтеграції відбувається встановлення, систематизація та зміцнення зв'язків навчального матеріалу, що має важливе значення для продуктивного розумового та творчого розвитку учнів [–24, с. 127-128].

Враховуючи нові вимоги Закону України «Про освіту» та ключові компетентності Нової української школи (НУШ), а також узагальнюючи результати наукових досліджень вчених і напрацювання педагогів-практиків, можна визначити принципи застосування STEM-технологій в навчальному процесі [–15, с. 33-34]:

1. Запровадження STEM-навчання має відбуватися:
 - у межах чинного законодавства;
 - на засадах особистісно зорієнтованого, діяльнісного і компетентнісного підходів;
 - без очікувань повного переходу до другого покоління Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти й нових навчальних програм;
 - розуміння напрямів освітніх реформ;
2. STEM-освіта має бути неперервною, розпочинатися в дошкільному віці й тривати протягом життя (раннє залучення дитини до STEM-освіти сприяє розвитку в неї креативного мислення та формуванню дослідницької компетентності, поліпшує соціалізацію особистості, оскільки розвиває комунікативні компетентності під час роботи в команді).
3. Велика увага повинна приділятися питанню яким чином STEM-освіта вплине на майбутню професійну діяльність здобувачів освіти (STEM-освіта є «містком» між навчанням учнів та їх кар'єрою).
4. STEM-освіта має сприяти створенню середовища, сприятливого для навчання та дозволяти залучити учнів до процесу навчання, спонукати їх бути більш активними, а не пасивними спостерігачами.

Тобто STEM-технології забезпечують глибоке розуміння та застосування знань, що значно відрізняється від традиційного сегментованого підходу до викладання окремих предметів. Вони сприяють формуванню комплексного бачення світу, в якому взаємопов'язаність різних сфер знання є ключем до інновацій та творчого прогресу. Отже, інтеграція різних дисциплін в рамках

STEM-технологій є необхідною умовою для ефективного формування ключових компетентностей здобувачів освіти. Вона дозволяє створити цілісну картину світу та забезпечити практичне застосування здобутих знань.

З цього приводу В. Вострікова підкреслює, що основні ключові компетентності концепції НУШ, а саме спілкування державною та іноземними мовами, математична грамотність, компетентності в природничих науках і технологіях, інформаційно-цифрова грамотність, уміння навчатися впродовж життя, соціальні й громадянські компетентності, підприємливість, загальнокультурна, екологічна грамотність і здорове життя, гармонійно входять до системи STEM-технологій, створюючи основу для успішної самореалізації особистості – і як фахівця, і як громадянина. Це свідчить про те, що STEM-технології відповідають сучасним вимогам до освіти та дозволяють формувати ті компетентності, які є ключовими для успішної самореалізації в сучасному світі [–10, с. 51].

О. Стрижак, І. Сліпухіна, Н. Полісун та І. Чернецький зазначають, що впровадження STEM-технологій вимагає від освітян активного введення у навчальний процес елементів освіти майбутнього, апробації і впровадження новітніх педагогічних підходів до викладання й оцінювання, що передбачає [–44, с. 24]:

- формування методології розвитку критичного мислення;
- застосування інноваційних міждисциплінарних методик навчання, зокрема з отриманням знань на основі міждисциплінарного підходу;
- розвиток методів і засобів формування дослідницьких та інноваційних навичок;
- створення оптимального психологічного клімату;
- збереження цілісності особистості;
- створення позитивної мотивації до навчання;
- вироблення в здобувачів освіти почуття відповідальності до результатів навчання;
- розуміння тренду «навчання впродовж життя»;

- усвідомлення необхідності систематичного підвищення професійної компетентності.

Такий підхід стимулює активну участь у навчальному процесі, розвиває критичне мислення, творчі здібності та навички розв'язання проблем, що є ключовими компонентами успіху у сучасному світі. Вважаємо, що впровадження STEM-технологій в освітній процес ЗЗСО вимагає від педагогів готовності до змін, освоєння нових методик та підходів. Однак це дозволить зробити навчання більш цікавим та практично орієнтованим, що сприятиме формуванню ключових компетентностей здобувачів освіти. З цього приводу В. Шарко виділяє основні цілі, які має реалізовувати STEM-освіта [47, с. 162]:

- збільшення кількості освітян, що виявляють інтерес до технічної творчості та нових технологій, що сприяє формуванню бази для майбутніх інноваторів та дослідників;
- розвиток умінь та формування навичок у молодих інноваторів, що включає креативність, уміння розв'язувати проблеми, командну роботу та комунікативні навички;
- підтримка наукової та технічної складових у додатковій освіті, яка забезпечує базу для глибшого занурення у науково-технічні дисципліни;
- розширення можливостей долучати здобувачів освіти до роботи у природничо-наукових та інженерних лабораторіях, що дозволяє отримувати практичний досвід з використанням сучасного обладнання;
- мотивація здобувачів освіти до продовження освіти в науково-технічних сферах, що важливо для формування наступного покоління фахівців;
- популяризація винахідницької та науково-дослідницької діяльності, яка сприяє залученню ширшої аудиторії до STEM-галузей;
- проєктно-орієнтоване навчання під керівництвом молодих учених та інженерів, який враховує актуальні потреби та тренди у сфері науки та техніки;

- створення умов для адаптації і впровадження інноваційних програм, створених за участі провідних галузей, що допомагає забезпечити актуальність та практичну спрямованість навчального контенту.

Наступним у розумінні STEM-технологій велике значення має формування міцної та інтегрованої системи знань, яка дозволяє здобувачам освіти глибше розуміти навколишній світ через призму наукових законів та закономірностей. Як зазначають А. Головач та Г. Джевага, стійкі системні зв'язки наукових знань, сформовані педагогами, відіграють ключову роль у сприйнятті предметного середовища, орієнтуючись на сучасні досягнення науки, техніки і мистецтва. Реалізація цілей STEM-технологій вимагає комплексного підходу, що охоплює стратегічне планування та організацію освітнього процесу. Це передбачає залучення здобувачів освіти до технічної творчості, розвиток їх дослідницьких та інноваційних навичок, популяризацію науково-технічних сфер, проєктно-орієнтоване навчання та створення умов для впровадження інноваційних програм [–13, с. 16].

Як зазначає І. Марченко, STEM-технології сприяють формуванню всебічно розвиненої особистості, здатної застосовувати знання та навички у повсякденному житті, виявляти креативність та інноваційний підхід у вирішенні практичних завдань. Це підтверджує необхідність інтеграції наукових знань у різних дисциплінах та їх практичне застосування, що є однією з основних цілей STEM-технологій [–23, с. 432].

Як наслідок Г. Багрій слушно вказує на те, що реалізовувати напрям STEM в закладах освіти здатні тільки педагоги, які пройшли професійну підготовку і готові працювати в єдиній системі навчальних дисциплін і технологій, де для впровадження STEM-технологій у навчальний процес необхідно створення певних педагогічних умов [–2, с. 394]:

- побудова розгалуженої системи пошуку, підтримки, навчання і супроводу талановитих учнів;
- розвиток творчого середовища для виявлення особливо обдарованих учнів;

- надання можливості навчання майбутніх фахівців з залученням їх до дистанційних курсів, що дадуть їм змогу незалежно від місця проживання освоювати програми підготовки;
- запровадження системи моральних і матеріальних стимулів підтримки педагогів професійного навчання.

Отже, впровадження STEM-технологій в освітній процес ЗЗСО відповідає сучасним вимогам до освіти та дозволяє підготувати здобувачів освіти до викликів майбутнього. У сучасному динамічному світі освіта займає ключову позицію у підготовці кваліфікованих спеціалістів, здатних швидко адаптуватися до змін у технологіях та на ринку праці. У цьому контексті особливу увагу привертає концепція STEM-технологій, яка пропонує мультидисциплінарний підхід до навчання. Даний підхід не лише розвиває технічні навички та критичне мислення, але й відкриває нові горизонти для креативності та інновацій. Зрозуміло, що STEM-технології є перспективним напрямком розвитку освіти, який дозволяє сформувати у здобувачів освіти цілісну картину світу, розвинути їх дослідницькі та інноваційні навички, підготувати до успішної самореалізації в сучасному світі.

1.2. Особливості використання STEM-технологій в освітньому процесі ЗЗСО

Впровадження STEM-технологій в освітній процес закладів загальної середньої освіти (ЗЗСО) є одним з ключових напрямків модернізації сучасної освіти. Такі технології дозволяють реалізувати міждисциплінарний підхід, інтегруючи природничі науки, технології, інженерію та математику в єдину систему навчання. Така інтеграція сприяє формуванню в здобувачів освіти цілісної картини світу, розвитку критичного мислення, креативності, навичок розв'язання складних проблем та ефективного комунікації.

З 2020 року в Україні прийнято Концепцію розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року, план заходів щодо реалізації якої визначає напрямки впровадження STEM-технології в освітній процес ЗЗСО [–37]:

- розробку навчально-методичних матеріалів для педагогів (включно з підготовкою здобувачів освіти до участі у міжнародних заходах);
- оновлення стандартів щодо застосування інноваційних педагогічних технологій, підходів, методів навчання та оцінювання;
- підтримку розвитку винахідницьких та дослідницьких компетентностей;
- створення нового змісту STEM-освіти (державні стандарти, типові навчальні програми з предметів та інтегрованих курсів) та для позашкільної освіти (навчальні програми секцій, гуртків тощо);
- проведення STEM-заходів (семінари, симпозіуми, конференції) для педагогічних працівників;
- організацію інтелектуальних заходів, олімпіад, конкурсів, фестивалів у рамках STEM-освіти;
- створення нових STEM-лабораторій, центрів та розширення їх діяльності, оснащення природничо-математичних кабінетів сучасним обладнанням у закладах освіти;
- забезпечення бібліотек закладів освіти сучасною спеціалізованою літературою тощо.

Реалізація таких заходів спрямовує педагогів на побудову навчального процесу відповідно до комплексного розв'язання освітніх проблем, активне застосування інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) у навчальному процесі, нових мультимедійних технологій та спрямовуючи учнів на їх опанування та застосування, створює сприятливі умови для ефективного використання STEM-технології на усіх етапах навчання в освітньому процесі ЗЗСО. STEM-підхід у навчальному процесі ЗЗСО має бути побудований на основі конструювання навчальних дисциплін та дидактичних елементів, враховуючи міждисциплінарні засади. Концепція передбачає широку та

грунтовну модернізацію освіти в Україні шляхом впровадження на всіх освітніх рівнях STEM-освіти з умовою застосування партнерства з науковими установами та роботодавцями в процесах залучення їх до розвитку природничо-математичних галузей освіти в Україні.

Таким чином, можливо виокремити основні особливості щодо впровадження та застосування STEM-освіти на уроках у навчальному процесі ЗЗСО на різних рівнях освіти. Ключовою особливістю такого впровадження та основним засобом використання STEM-технології стає інтегроване навчання за певними темами в процесі вивчення предмета, а не за окремими дисциплінами, спрямоване на розвиток цілісного бачення світу та здатності до комплексного розв'язання учнями завдань, що має бути реалізовано на уроках наступним чином [–23, с. 432]:

- розвиток здатності учнів аналізувати проблеми з різних боків та з позиції знань з природничих та математичних предметів, знаходити ефективні рішення – готовність до розв'язання комплексних задач;
- формування навичок побачити проблему та відрізнити в ній якомога більше можливих сторін і зв'язків, що дозволяє учням глибше зрозуміти суть проблеми та знайти нестандартні підходи до їх розв'язання, застосовуючи;
- формувати вміння сформулювати дослідницьке запитання та визначити шляхи його розв'язання, що має розглядатися вчителем як ключова навичка наукового дослідження та інноваційної діяльності;
- гнучкість і стійкість у відстоюванні своєї позиції (уміння учнів змінювати підходи залежно від обставин та водночас бути послідовними у своїх переконаннях);
- оригінальність, відхід від шаблону (здатність учнів до творчого мислення та виходу за рамки звичайного);
- здатність до перегруповування ідей та зв'язків, абстрагування або аналізу (важливо для розуміння та структурування інформації);

- відчуття гармонії в організації ідеї (сприяє ефективній реалізації проєктів та завдань);
- розвиток критичного мислення, творчості, когнітивної гнучкості та співпраці (необхідні для адаптації у швидко змінюваному світі).

Як наслідок практичні та дослідницькі вміння, особистий досвід експериментальної діяльності дозволяє учням розв'язувати навчальні завдання та проблемні ситуації за допомогою експериментування, пошуку, планування та проведення дослідів в межах знань, які вони набули. У шкільній освіті така форма роботи досягається за допомогою демонстрацій та фронтальних експериментів, лабораторних робіт та навчальних проєктів тощо [–25].

Ю. Ботузова зазначає, що структура STEM-освіти визначається Державним стандартом загальної середньої, позашкільної, дошкільної, вищої освіти та спеціалізованими стандартами STEM-освіти, де в системі загальної середньої освіти виокремлюються три етапи реалізації напрямку STEM через певну інтеграцію традиційних навчальних предметів і курсів математики, фізики, хімії, біології, географії, астрономії, технології на кожному з етапів навчання [–6, с. 5]:

1. Початкова школа. Основне завдання – стимулювання допитливості, зацікавленості, мотивації до самостійних досліджень, створення простих приладів, конструкцій тощо.
2. Середня школа. Основне завдання – викликати у здобувачів освіти стійку цікавість до природничо-математичних наук, дати сукупність практично важливих знань, необхідних для подальшого життя людини у техносфері, глибокого розуміння екології і природи в цілому; залучення до дослідництва, винахідництва.
3. Старша школа. Основне завдання – сприяння свідомому вибору подальшої освіти STEM профілю, поглиблена підготовка з групи предметів STEM, освоєння наукової методології тощо.

Як зазначається у «Методичних рекомендаціях щодо розвитку STEM-освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти у 2023/2024

навчальному році» [-25] розвиток STEM-освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти здійснюється на початковому, базовому та профільному рівнях [-25]:

1. STEM-освіта на початковому рівні повинна сприяти розвитку не тільки знань, але й навичок, якостей та цінностей учнів. Учитель має створювати умови для особистісного розвитку кожного учня, враховувати їхні інтереси, потреби та здібності, де на початковому рівні освіти доцільно орієнтуватися на:
 - проблемно-орієнтоване навчання (в центрі навчальна проблема);
 - об'єктно-орієнтоване навчання (розгортається навколо обраного об'єкту, цифрового фрагменту навчальної інформації, природного або музейного артефакту, технічного пристрою тощо, які стають об'єктами навчання з погляду міжпредметної інтеграції).
2. Впровадження STEM-освіти на базовому та профільному рівнях є важливим кроком у формуванні наукових і технологічних навичок здобувачів освіти, коли педагогам доцільно застосовувати:
 - проєктно-орієнтоване навчання (розроблення навчального проєкту, орієнтуючись на власний досвід та досвід інших);
 - інженерне проєктування (моделювання продуктів);
 - навчання винахідництву (пошук творчих рішень);
 - проблемне навчання (навчання з фокусом на реальні життєві ситуації, що дозволяє здобувачам освіти зрозуміти як STEM-знання застосовуються в реальному житті).

Таким чином, STEM-технології доцільно реалізовувати у класах із природничо-математичним та технологічним профілями, коли відбувається вибір учнями основного профілю навчання. При цьому, навчальний процес необхідно акцентувати на профорієнтаційній діяльності, спрямованій на успішне застосування отриманих знань у визначених STEM-галузях, створенні технологічних стартапів, що базуються на сучасних високих технологіях, у тому числі пов'язаних із програмуванням, робототехнікою тощо.

Також у нових «Методичних рекомендаціях щодо розвитку STEM-освіти» на 2024 рік звертається увага на наступні особливості використання STEM-технології на уроках ЗЗСО [–25]:

1. Уроки повинні бути змістовно та цікаво побудовані з акцентом на дослідницьку діяльність. На таких заняттях учні матимуть можливість вивчати предмети шляхом експериментів та практичних завдань, спостерігати, досліджувати та робити висновки з отриманих результатів.
2. Сучасні види уроків, серед яких урок-ділова гра, урок-змагання, урок творчості, урок-конкурс, урок-екскурсія та інші сприяють інтенсивному та усвідомленому вивченню змісту інтегрованих предметів. Назви уроків визначають ціль, завдання та методику проведення. STEM-уроки мають нетрадиційну, гнучку, варіативну структуру організації навчальної діяльності та орієнтовані на створення реального продукту.
3. Особлива увага повинна звертатися на інноваційний підхід до оцінювання результатів навчання здобувачів освіти і передбачає оцінювання сформованості вмінь та навичок особистості в умовах ситуації, максимально наближеної до вимог реального життя. Воно може включати такі види, як кейси навичок, портфоліо, завдання на розв'язання проблем, експерименти, презентації, моделювання, рольові ігри, групові проекти, дискусії тощо.

Враховання даних особливостей при впровадженні STEM-технологій в освітній процес ЗЗСО дозволяє максимально ефективно реалізувати їх потенціал та забезпечити формування ключових компетентностей здобувачів освіти, де як зазначають Н. Балик та Г. Шмигер, впровадження в навчальний процес моделі STEM-освіти дозволить сформувати в учнів такі STEM-компетентності, як [–8, с. 27; –9, с. 9]:

- уміння поставити проблему;

- уміння сформулювати дослідницьке завдання й визначити шляхи його розв'язання;
- уміння застосовувати знання в різних ситуаціях, розуміти можливість інших поглядів щодо розв'язання проблем;
- уміння оригінально розв'язати проблему;
- уміння застосовувати навички мислення високого рівня тощо;
- уміння застосовувати новітні цифрові та мультимедійні технології у навчанні.

Слід зазначити, що учням не завжди легко розуміти фізичні, математичні терміни, запам'ятовувати визначення з хімії або інформатики. У класі STEM є можливість легко пояснити спеціальні терміни, провівши цікаві експерименти. Спостереження як метод навчання вважається найефективнішим у вивченні природних об'єктів у порівнянні з наочними або словесними методами. Можуть також використовувати відео- та фотозйомку, щоб зафіксувати етапи своєї роботи. Також учні навчаються використовувати мережі Інтернет для здобуття знань, коли можна знайти однодумців, фахівців та безліч інформації. Таким чином можна навчатися, проводити комунікації з однолітками та знаходити поради фахівців, за кілька годин можна зробити презентації тощо [–31].

Однак, попри значний потенціал STEM-технології, існують певні виклики та особливості її інтеграції та розвитку відповідно до сучасних тенденцій та досвіду у цій галузі, що вимагає від педагогів готовності до змін, освоєння новітніх методик та підходів до навчання, створення сприятливих умов для розвитку ключових компетентностей учнів. Тому вважаємо важливою особливістю застосування STEM-технології в освітньому процесі ЗЗСО необхідність розв'язання проблеми певної невідповідності вимог освітньої реформи та відповідної професійної підготовки педагогічних кадрів у контексті застосування на уроках нових технологій, зокрема такого комплексного засобу, як STEM-технологія та створення сприятливих умов для розвитку талановитих учнів [–28, с. 593].

Тобто застосування STEM-технологій вимагає від педагогів готовності до змін, освоєння новітніх підходів та методик навчання, що дозволить створити сприятливі умови для розвитку ключових компетентностей здобувачів освіти та підготувати їх до викликів майбутнього. З цього приводу О. Букатова наголошує, що в рамках STEM-технологій навчання повинно бути цікавим та захопливим для здобувачів освіти, знання мають застосовуватися на практиці та безпосередньо пов'язуватися з нею. Практика допомагає об'єднати розрізнені знання в єдине ціле, що має важливе значення для розвитку компетенцій в рамках STEM. Зрештою на думку дослідниці організація занять у рамках STEM-технологій вимагає зміни підходів, де [–7, с. 67-68]:

- педагоги надають здобувачам освіти можливість самостійно виводити нові поняття через власний досвід та запитання;
- заняття будуються за принципом експерименту (від формулювання мети до обговорення методики, спостереження, експериментування та підведення підсумків);
- використовуються різноманітні форми організації занять (такі як практичні завдання, самостійні заняття, демолекції, дискусії, хакатони, практики, екскурсії, конференції та презентації).

Г. Кузьменко також звертає увагу на певні особливості, що визначають основні перешкоди для ефективного застосування STEM-технологій у ЗЗСО, де серед головних проблем виокремлює наступні [–21, с. 19]:

1. Недостатню підготовку кваліфікованих педагогів STEM, що стосується як фахової компетентності, так і методичної підготовки вчителів.
2. Низьку мотивацію здобувачів освіти до програм STEM, яка вимагає уваги до психологічних та мотиваційних аспектів навчання.
3. Дефіцит інвестицій у підвищення кваліфікації вчителів та підтримку ефективних освітніх ініціатив як важливого аспекту забезпечення якісної освіти.

4. Недостатній рівень практичної підготовленості здобувачів освіти, що підкреслює необхідність посилення практичного компоненту застосування STEM в освітньому процесі.
5. Відсутність належної комунікації між здобувачами освіти та співпраці між педагогами-дослідниками різних дисциплін STEM, що наголошує на потребі розвитку міждисциплінарної взаємодії.
6. Недостатня на сьогодні якість та доступність платформ та ресурсів для впровадження компонентів STEM.
7. Незадовільний стан лабораторних приміщень та навчальних матеріалів, що вказує на необхідність оновлення та модернізації матеріально-технічної бази, наголошуючи на практичній інтегративній складовій.
8. Нечіткість методичних розробок щодо застосування STEM на різних освітніх рівнях та питання відповідності їх програмному змісту.

Таким чином, узагальнюючи особливості застосування STEM-технологій на уроках у ЗЗСО на всіх рівнях освітнього процесу можливо виокремити наступні складові, які є необхідними засобами педагогічної діяльності щодо успішного впровадження STEM [–28, с. 593]:

1. Використання інтегрованого навчання, оскільки STEM-підхід поєднує проєктний та міждисциплінарний підходи, які у всьому світі визнають найвдалішими. Відбувається інтеграція природничих наук, технології, математики та інженерної творчості, які пов'язуються між собою на практиці.
2. Спрямування навчального процесу на застосування отриманих учнями знань у реальному житті. STEM перетворює теорію на практику і досвід, демонструє, як можна використати отриману інформацію в житті та робити науку цікавою.
3. Розвиток критичного мислення учнів, оскільки STEM невіддільно пов'язаний із критичним мисленням та спрямований на його розвиток, розвиває здібності до аналітичної та дослідницької роботи.

4. Мотивація учнів до використання компонентів STEM у навчанні, створюючи цікаві проєкти, де здобувачі освіти навчаються, експериментують, підвищують власну самооцінку, не бояться помилятися.
5. Застосування інтерактивних технологій, оскільки STEM передбачає командну роботу. Робота над проєктом командою дозволяє висловлювати свої ідеї та пропозиції, обговорювати, обґрунтовувати власну позицію та спільно робити певні висновки.
6. Підвищення інтересу до технічних дисциплін (одне з ключових завдань STEM полягає в демонстрації переваг технічних та математично-природничих спеціальностей).
7. Інноваційність, де STEM-проєкти зазвичай охоплюють завдання або проблемне питання, обговорення, створення дизайну, розробка будови, проведення тестування, можливість подальшого розвитку тощо (такий підхід дозволяє одночасно вивчати, застосовувати технології та науки, дає можливість створювати інноваційні проєкти).
8. Професійна орієнтація учнів та мотивація їх у цьому контексті щодо застосування комплексного підходу у навчанні, що надає набагато більш широкі можливості для вибору майбутнього професійного спрямування, адже STEM-освіта ґрунтується на інтеграції знань, кооперації умінь та залученні великої кількості ресурсів.

Отже, STEM-технології є важливим інструментом у підготовці нового покоління фахівців, які будуть здатні адаптуватися до швидких змін у технологічному світі та вносити свій внесок у розвиток суспільства. Вони сприяють формуванню всебічно розвиненої особистості, здатної до продуктивної взаємодії у складному світі сучасності та постійно змінюватися і розвиватися. Як висновок, STEM-технології мають значні переваги для формування ключових компетентностей здобувачів освіти та їх підготовки до успішної самореалізації в сучасному світі. Вони дозволяють інтегрувати знання з різних дисциплін, розвивати критичне мислення та креативність, формувати навички роботи в команді та розв'язання складних проблем, підвищувати інтерес

до технічних дисциплін та створювати інноваційні проєкти. Все це робить STEM-технології ефективним інструментом модернізації освітнього процесу в ЗЗСО та підготовки здобувачів освіти до викликів майбутнього.

1.3. Методи та підходи до використання STEM-технології в освітньому процесі ЗЗСО

При впровадженні STEM-технологій в освітній процес ЗЗСО особливої актуальності набуває питання ефективних методів та підходів їх використання. Інтеграція науки, технологій, інженерії та математики вимагає застосування інноваційних педагогічних стратегій, які сприяють формуванню в учнів ключових компетентностей XXI століття. Розглядаючи методи та підходи до використання STEM-технологій, важливо зосередитися на тих, що забезпечують міждисциплінарність, практичну спрямованість навчання та розвиток критичного мислення. Аналіз сучасних освітніх практик демонструє широкий спектр методологічних інструментів, які дозволяють ефективно інтегрувати STEM-підхід у навчальний процес, сприяючи підвищенню мотивації учнів, розвитку їх дослідницьких навичок та підготовці до викликів майбутнього.

Важливо розуміти, що такі технології тісно пов'язані з ключовими компетентностями, визначеними Концепцією НУШ (дані компетентності, включаючи спілкування державною та іноземними мовами, математичну грамотність, компетентності в природничих науках і технологіях, інформаційно-цифрову грамотність, уміння навчатися впродовж життя, соціальні, громадянські, здоров'язбережувальні компетентності, підприємливість, загальнокультурну та екологічну грамотність, гармонійно узгоджуються із системою STEM-освіти). Це своєю чергою створює міцну основу для успішної самореалізації особистості здобувачів освіти як фахівців і активних громадян, де перехід до компетентнісної моделі навчання та впровадження нових методичних

підходів у контексті STEM-освіти передбачає ряд ключових змін [–50, с. 4; –1, с. 7-8; –11, с. 41; 38]:

- зміщення акцентів у навчальній діяльності з вузькопредметних на загальнодидактичні;
- оновлення структури та змісту навчальних предметів, включаючи спеціальні курси;
- впровадження системи оцінювання результатів навчання на основі ключових та предметних компетентностей учнів;
- запровадження наскрізного STEM-навчання та компетентісно орієнтованих форм і методів навчання;
- використання інноваційних та ігрових технологій навчання, методу кейс-стаді, інтерактивних методів групового навчання тощо;
- акцентування уваги на розвитку критичного і системного мислення;
- створення умов для набуття учнями практичного досвіду проєктної діяльності та розробки стартапів.

Особливе місце в системі STEM-освіти займають інтегровані уроки, які спрямовані на встановлення міжпредметних зв'язків та формування в учнів цілісного світогляду. Такі уроки можуть проводитися шляхом об'єднання схожої тематики кількох навчальних предметів або на основі формування інтегрованих курсів. Ефективність таких уроків забезпечується чітким визначенням мети та ретельним плануванням для забезпечення різнобічного розгляду учнями певних об'єктів, понять або явищ з використанням навчальних засобів різних предметів.

Отже, ефективне впровадження STEM-технологій в освітній процес ЗЗСО вимагає структурованого підходу до організації навчальних занять. STEM-уроки мають специфічну структуру, яка відрізняється від традиційних форм навчання та спрямована на розвиток практичних навичок і критичного мислення учнів. Такий підхід до організації STEM-уроків дозволяє створити динамічне та інтерактивне навчальне середовище, де учні не лише отримують знання, але й активно застосовують їх на практиці, розвиваючи ключові компетентності,

необхідні для успішної самореалізації в сучасному світі. Основні елементи такого STEM-уроку включають [–18, с. 5]:

- зосередження на практичних питаннях і проблемах, що дозволяє учням бачити зв'язок між теоретичними знаннями та їх застосуванням у реальному житті;
- використання процесу проєктування, який навчає учнів системно підходити до розв'язання складних завдань;
- залучення учнів до роботи над практичними дослідженнями, що сприяє розвитку навичок наукового пізнання та експериментування;
- продуктивна командна діяльність, яка формує навички співпраці, комунікації та лідерства;
- виконання завдань, які передбачають кілька варіантів рішення, що стимулює креативність та розвиває аналітичні здібності учнів.

Розробка та впровадження ефективних STEM-уроків вимагає застосування комплексу методів і підходів, спрямованих на всебічний розвиток учнів та формування у них ключових компетентностей. Основою ефективності таких уроків є чітке визначення мети і завдань, які забезпечують різнобічний розгляд учнями певних об'єктів, понять або явищ, що вивчаються в рамках різних предметів [–14, с. 18-19]. Для досягнення цієї мети під час таких занять доцільно використовувати наступні методи:

1. Проблемно-орієнтовані (лекції та практичні заняття, самостійні роботи та консультації, тренінги) – полягає у постановці проблем, які мають множину «правильних» відповідей, де такий метод сприяє розвитку критичного мислення та креативності учнів, вчить їх розглядати проблему з різних точок зору [–45, с. 314].
2. Проєктні (дослідницькі, пошукові, творчі, практично-орієнтовані, інформаційні) – передбачає постановку задачі та самостійне керування проєктами учнями, де такий метод розвиває навички планування, організації та управління ресурсами) [–34, с. 90-91].

3. Експериментальні (лабораторні дослідження; демонстраційні, домашні експерименти) – дає можливість учням самостійно створювати дослідження та конструювати доступними засобами, де такий метод сприяє розвитку практичних навичок та поглибленому розумінню наукових концепцій [–29, с. 68].
4. Інтерактивні (неімітаційні: бесіди, дебати, квести, конференції, мозкові штурми; імітаційні: комплексні дієві ігри, змагання, ігрове проектування, мікроситуації, фахові задачі, обмін досвідом) – передбачає групову роботу в команді для розвитку вміння домовлятися, шукати спільні рішення та співпрацювати, де такий метод формує соціальні навички та вміння працювати в колективі [–19, с. 11-14].

Для ефективної реалізації STEM-технологій в освітньому процесі ЗЗСО важливо застосовувати комплексний підхід, який інтегрує різноманітні методи та інноваційні технології. Це дозволяє створити багатогранне навчальне середовище, що відповідає сучасним вимогам освіти та сприяє розвитку ключових компетентностей учнів. Серед сучасних таких підходів варто виділити [–46, с. 52]:

- роботу з різними типами даних, де цей підхід розвиває аналітичні навички учнів та їх здатність працювати з великими обсягами інформації;
- використання сучасних ІКТ, що розширює можливості навчання та підвищує його ефективність;
- симуляційне навчання, тобто використання навчальних симуляторів, віртуальної та доповненої реальності, що створює іммерсивне навчальне середовище, яке сприяє кращому засвоєнню складного матеріалу;
- 3D-моделювання та принтування, для створення тривимірних моделей, що розвиває просторове мислення та практичні навички учнів;
- машинне навчання та штучний інтелект, що готує учнів до майбутніх викликів та можливостей у сфері високих технологій.

Зрештою, можливо виділити наступні ключові напрямки, що можуть сприяти ефективній інтеграції та розвитку STEM-технологій в освітньому процесі [-48, с. 53]:

1. Інтегрування знань STEM-предметів для їх кращого розуміння та подальшого вибору напрямку технічної або наукової діяльності, що сприяє поглибленому сприйняттю матеріалу та визначенню учнями майбутньої професійної орієнтації.
2. Практична спрямованість STEM-предметів (з використанням проблемно-орієнтованого навчання, методу проєктів, експериментальної та інтерактивної освіти), де цей підхід акцентує на практичному застосуванні здобутих знань, дозволяє учням краще зрозуміти та застосувати знання в реальних життєвих ситуаціях
3. Інтеграція декількох предметів в одну навчальну програму, що повністю реалізує STEM-підхід, що дозволяє створити цілісну освітню систему, в якій різні дисципліни взаємодіють для формування комплексного розуміння предмету.

Дані напрями дозволяють створити цілісну освітню систему, в якій різні дисципліни взаємодіють для формування комплексного розуміння предмету. Вони сприяють розвитку критичного мислення, творчих здібностей та навичок розв'язання проблем, що є ключовими компонентами успіху в сучасному світі. Тому можливо зазначити, що адаптація методик STEM-технологій до різних навчальних контекстів є одним з ключових аспектів для досягнення успіху. Враховуючи широкий спектр можливостей, які пропонують STEM-технології, важливо забезпечити, щоб такі методики були доступні та адаптовані до потреб здобувачів освіти з різним рівнем підготовки та інтересів. Це вимагає від педагогів не лише глибоких знань у своїй галузі, але й гнучкості в підходах до навчання, здатності інтегрувати різні дисципліни та використовувати інноваційні навчальні техніки.

Використання STEM-технологій в освітньому процесі ЗЗСО передбачає застосування різноманітних інструментів та прийомів, спрямованих на

формування ключових компетентностей учнів. Для досягнення цієї мети можна виділити наступні шляхи [–22, с. 19-20]:

1. Наочне представлення теоретичної інформації. Використання інтерактивних презентацій, інфографіки, відеоматеріалів та анімацій для візуалізації складних концепцій, що допомагає учням краще сприймати та запам'ятовувати інформацію.
2. Застосування спеціалізованого програмного та апаратного забезпечення. Впровадження програм для 3D-моделювання, систем автоматизованого проектування, середовищ програмування, а також використання робототехнічних наборів для практичного закріплення знань.
3. Використання мобільних пристроїв. Інтеграція смартфонів і планшетів у навчальний процес через застосування освітніх застосунків, мобільних лабораторій для проведення експериментів та збору даних.
4. Використання хмарних технологій. Застосування освітніх хмарних цифрових інструментів для спільної роботи над проектами, зберігання та обміну навчальними матеріалами, а також для організації дистанційного навчання.
5. Проведення коротких тестувань. Впровадження оцінювання через освітні онлайн-платформи для швидкої перевірки розуміння матеріалу та адаптації навчального процесу до потреб учнів.

Таким чином, методи та підходи до використання STEM-технологій в освітньому процесі ЗЗСО характеризуються високим рівнем інтегративності, практичною спрямованістю та орієнтацією на розвиток ключових компетентностей учнів. Комплексне застосування проблемно-орієнтованих, проєктних, експериментальних та інтерактивних методів навчання, разом із використанням сучасних ІКТ, створює потужну основу для формування цілісного світогляду здобувачів освіти. Інтеграція знань з різних STEM-предметів, їх практична спрямованість та міждисциплінарний підхід сприяють розвитку критичного мислення, творчих здібностей та навичок розв'язання реальних проблем. Важливим аспектом є адаптація STEM-методик до різних

навчальних контекстів та індивідуальних потреб учнів, що вимагає від педагогів високого рівня професійної майстерності та гнучкості. Впровадження таких інноваційних підходів до навчання дозволяє створити динамічне та інтерактивне освітнє середовище, яке ефективно готує учнів до викликів сучасного світу та сприяє їх успішній самореалізації в майбутньому.

fizmat@sspu.edu.ua
Суворо дотримуйтесь
правил академічної
доброчесності

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ПРОГРАМИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ НАВЧАННЯ ІЗ ВИКОРИСТАННЯ STEM-ТЕХНОЛОГІЙ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ СЕРЕДНЬОЇ ШКОЛИ ЗЗСО (НА УРОКАХ ІНФОРМАТИКИ У 9 КЛАСІ)

2.1. Програма організації навчання з використанням STEM-технологій в освітньому процесі середньої школи ЗЗСО (на уроках інформатики у 9 класі)

У контексті сучасних освітніх тенденцій та викликів, що постають перед системою освіти у XXI столітті, особливої актуальності набуває впровадження інноваційних підходів до навчання, зокрема STEM-технологій. Програма організації навчання з використанням STEM-технологій в освітньому процесі середньої школи ЗЗСО на уроках інформатики у 9 класі була розроблена з метою підвищення ефективності навчального процесу, розвитку критичного мислення, креативності та практичних навичок учнів на формувальному етапі педагогічного експерименту. Дана програма ґрунтується на інтеграції наукових, технологічних, інженерних та математичних аспектів у вивченні інформатики, що дозволяє створити міждисциплінарне навчальне середовище, максимально наближене до реальних життєвих ситуацій та професійних викликів майбутнього.

При розробці цих уроків були використані матеріали з підручників «Інформатика» для 9 класу авторів Н. В. Морзе, О. В. Барна (2022) [–27], О. О. Бондаренко, В. В. Ластовецький, О. П. Пилипчук, Є. А. Шестопапов (2022) [–5] та О. Казанцева, І. Стеценко (2022) [–20]. Обрані підручники надають ґрунтовну базу знань з предмету інформатики та пропонують різноманітні практичні завдання за змістом наявних розділів, які були адаптовані для STEM-підходу.

Розроблена програма відповідає вимогам навчальних програм для загальноосвітніх навчальних закладів з інформатики для 5-9 класів

інформатичної освітньої галузі, затвердженої Наказом МОН України [26]. Зокрема, вони містять ключові теми курсу інформатики для 9 класу, включаючи роботу з даними різних типів, алгоритмізацію та програмування, комп'ютерне моделювання, створення та публікацію веб-ресурсів, а також аспекти інформаційної безпеки. При цьому дана програма для 9 класу в змозі інтегрувати визначені теми з екологічною тематикою, що відповідає сучасним освітнім трендам та сприяє формуванню екологічної свідомості учнів. Таким чином, у рамках нашого педагогічного експерименту для учнів 9 класів експериментальної групи обраного ЗЗСО було розроблено авторський квест під назвою «ЕкоТех Місія 2030: Інформаційні технології для сталого розвитку». Цей квест інтегрує STEM-технології в процес навчання інформатики, створюючи інноваційне та захоплююче освітнє середовище.

«ЕкоТех Місія 2030» представляє собою серію взаємопов'язаних завдань, які учні виконують протягом вивчення курсу інформатики. Квест розроблений таким чином, щоб органічно доповнювати та розширювати матеріал уроків, представлених у програмі експерименту. Кожне завдання квесту відповідає темі уроку та вимагає застосування отриманих знань у контексті вирішення екологічних проблем та створення сталого майбутнього.

Використання квесту зі STEM-технологіями для експериментальної групи мало на меті підвищити ефективність засвоєння матеріалу з інформатики через:

1. Підвищення мотивації учнів через ігровий формат та зв'язок з реальними екологічними проблемами, стимулюють інтерес до навчання.
2. Практичне застосування знань, де учні бачать, як інформаційні технології можуть бути використані для вирішення глобальних проблем.
3. Розвиток критичного мислення, де завдання квесту вимагають аналізу ситуацій та прийняття рішень.
4. Міждисциплінарний підхід з інтеграцією знань з інформатики, екології, математики та технологій.
5. Групове інтерактивне навчання з роботою в командах, що сприяє розвитку комунікативних навичок та вмінню співпрацювати.

У порівнянні з контрольною групою, яка вивчатиме ті ж теми без використання квесту, очікується, що учні експериментальної групи продемонструють:

- вищий рівень залученості до навчального процесу;
- краще розуміння практичного застосування інформаційних технологій;
- розвинуті навички проєктної діяльності та вирішення проблем;
- підвищений інтерес до екологічних питань та сталого розвитку;
- покращені результати у засвоєнні матеріалу з інформатики

Мета квест програми: розвиток інформатичних компетентностей учнів 9 класу через застосування STEM-технологій та інноваційних методів навчання на уроках інформатики.

Завдання квест програми:

1. Поглибити знання учнів з ключових тем курсу інформатики 9 класу.
2. Розвинути практичні навички роботи з хмарними сервісами та освітніми онлайн-платформами.
3. Сформувані навички критичного мислення, аналізу даних та розв'язання комплексних проблем.
4. Розвинути творчі здібності та інноваційне мислення учнів.
5. Сприяти формуванню міждисциплінарних зв'язків та цілісного розуміння інформаційних технологій.

Учасники:

- експериментальна група: учні 9 класу, з якими проводиться навчання за новою авторською методикою з використанням STEM-технологій;
- контрольна група: учні 9 класу, з якими ведеться навчання за традиційною методикою без використання STEM-технологій.

Обладнання:

- для учнів: комп'ютери або ноутбуки з доступом до мережі інтернет;
- для вчителя: комп'ютер або ноутбук з доступом до мережі інтернет, проєктор, інтерактивна дошка.

Урок №1. «Створення інфографіки для енергоефективності» (Додаток А).

Мета уроку: розвиток навичок візуалізації даних та створення інфографіки для підвищення обізнаності про енергоефективність, формування екологічної свідомості.

Завдання уроку:

1. Поглибити розуміння важливості візуалізації даних для комунікації ідей енергоефективності.
2. Розвинути навички роботи з інструментами створення інфографіки.
3. Навчити учнів ефективно представляти інформацію про енергозбереження.
4. Сформувати розуміння зв'язку між візуальною комунікацією та вирішенням екологічних проблем.

Обладнання: комп'ютери з доступом до мережі Інтернет, онлайн платформа *Draw.io* для створення діаграм та інфографіки, *Microsoft PowerPoint* для підготовки презентацій.

Хід уроку:

1. Організаційний момент (5 хв):
 - перевірка готовності учнів до уроку;
 - оголошення теми та мети уроку.
2. Актуалізація опорних знань (10 хв):
 - коротке повідомлення щодо основних принципів енергоефективності;
 - обговорення ролі візуальної комунікації в поширенні екологічної інформації.
3. Вивчення нового матеріалу (15 хв):
 - міні-лекція про принципи створення ефективної інфографіки;
 - демонстрація базових функцій *Draw.io* для створення діаграм та інфографіки.
4. Практична робота (35 хв):

- постановка задачі: створити інфографіку про способи економії енергії в школі та вдома;
- робота в парах над виконанням наступних завдань:
 - а) планування структури інфографіки;
 - б) створення діаграм та схем в *Draw.io*;
 - в) додавання текстової інформації та іконок;
 - г) компоновання елементів в цілісну інфографіку.

5. Презентація результатів (15 хв):

- демонстрація створеної інфографіки за допомогою *Microsoft PowerPoint*;
- обговорення ефективності різних підходів до представлення інформації про енергозбереження.

6. Підведення підсумків та рефлексія (5 хв):

- узагальнення вивченого матеріалу;
- обговорення потенціалу інфографіки для підвищення обізнаності про екологічні проблеми;
- збір ідей щодо інших екологічних тем, які можна представити у вигляді інфографіки.

7. Домашнє завдання (5 хв):

- удосконалення створеної інфографіки: додавання нових елементів або покращення дизайну;
- підготовка короткої презентації в *Microsoft PowerPoint* про те, як створена інфографіка може вплинути на поведінку людей щодо енергозбереження.

Методичні особливості:

1. На початку уроку проводиться швидка оповідь про енергоефективність, щоб активізувати знання учнів з цієї теми.
2. Під час міні-лекції наголошується на важливості чіткої та привабливої візуальної комунікації.

3. Перед початком практичної роботи проводиться короткий майстер-клас з використання *Draw.io*, з акцентом на створенні простих діаграм та додаванні графічних елементів.
4. Заздалегідь підготовлюється набір фактів про енергозбереження, які учні можуть використовувати для створення власної інфографіки.
5. Учні заохочуються до експериментування з різними макетами та кольоровими схемами для створення привабливої інфографіки.
6. Під час презентації результатів акцентується увага на ясності повідомлення та візуальній привабливості створеної інфографіки.
7. У процесі рефлексії заохочується роздуми учнів про те, як візуальна комунікація може впливати на екологічну поведінку людей.

Очікувані результати уроку:

- розвиток в учнів навичок роботи з програмними інструментами для візуалізації даних;
- здатність створювати чітку та привабливу інфографіку на основі наукових фактів;
- поглиблене розуміння теми енергозбереження та її практичного застосування;
- формування критичного мислення та екологічної свідомості через аналіз візуальних даних;
- вдосконалення комунікаційних навичок під час презентації результатів.

Даний урок з акцентом на енергоефективність та візуальну комунікацію через створення інфографіки безпосередньо стосується STEM-технологій, оскільки поєднує наукові знання з енергозбереження (Science – науку) із використанням цифрових інструментів для візуалізації даних (Technology – технології, Engineering – інженерні підходи, Mathematics – математику). Учні працюють з програмним забезпеченням Draw.io, що розвиває навички створення діаграм і графічних елементів, які є важливими для інформатики. Такий підхід не тільки підсилює технічні знання, а й стимулює критичне мислення, творчий підхід та екологічну свідомість.

Урок №2. «Опрацювання цифрових даних для створення екологічних звітів»

(Додаток Б).

Мета уроку: розвиток навичок роботи з текстовими даними та створення документів, формування розуміння важливості ефективної обробки екологічної інформації.

Завдання уроку:

1. Поглибити знання учнів про можливості текстових процесорів.
2. Розвинути навички роботи з шаблонами документів в *Google-сервіс*.
3. Навчити учнів створювати структуровані звіти з екологічної тематики.
4. Сформувати розуміння важливості ефективної обробки та презентації екологічних даних.

Обладнання: комп'ютери з доступом до мережі Інтернет, акаунти *Google-сервіс* для роботи з *Google Docs* та *Google Sheets*.

Хід уроку:

1. Організаційний момент (5 хв):
 - перевірка готовності учнів до уроку;
 - оголошення теми та мети уроку.
2. Актуалізація опорних знань (10 хв):
 - коротке повідомлення щодо функцій текстових процесорів;
 - обговорення важливості ефективної презентації екологічних даних
3. Вивчення нового матеріалу (15 хв):
 - міні-лекція про структуру екологічних звітів та їх значення;
 - демонстрація роботи з шаблонами в *Google Docs*;
4. Практична робота (35 хв):
 - постановка задачі: створити шаблон та заповнити його для щомісячного звіту про стан довкілля.
 - робота в парах над виконанням наступних завдань:
 - а) створення структури шаблону звіту в *Google Docs*;
 - б) підготовка даних для звіту в *Google Sheets*;

в) заповнення шаблону даними з таблиці;

г) форматування та оформлення звіту.

5. Презентація результатів (15 хв):

- демонстрація створених звітів;
- обговорення ефективності різних підходів до структурування та представлення екологічної інформації.

6. Підведення підсумків та рефлексія (5 хв):

- узагальнення вивченого матеріалу;
- обговорення важливості ефективної комунікації екологічних даних;
- заповнення форми зворотного зв'язку в *Google* формах щодо набутих навичок та їх застосування.

7. Домашнє завдання (5 хв):

- удосконалення створеного звіту: додавання графіків або діаграм;
- дослідження реальних екологічних звітів та їх структури

Методичні особливості:

1. На початку уроку проводиться швидка оповідь про функції текстових процесорів та базові знання щодо екологічних звітів.
2. Під час міні-лекції акцентується увага на важливості чіткої структури та візуального представлення даних в екологічних звітах.
3. Перед початком практичної роботи демонструються основні функції *Google Docs* для роботи з шаблонами та форматування тексту.
4. Заздалегідь підготовлюється набір екологічних даних у *Google Sheets*, які учні можуть використовувати для створення своїх звітів.
5. Учні заохочуються до експериментування з різними стилями оформлення, з акцентом на важливості читабельності та структурованості інформації.
6. Під час презентації результатів акцентується увага на логічності структури звіту та ефективності представлення даних.

7. У ході рефлексії обговорюється, як створення таких звітів може впливати на екологічну свідомість та прийняття рішень у сучасному глобальному світі.

Очікувані результати:

- розвиток навичок роботи з текстовими процесорами та шаблонами документів *Google Docs*;
- опанування структурованого підходу до створення екологічних звітів;
- формування вмінь аналізувати та обробляти цифрові дані в *Google Sheets*.
- здатність ефективно використовувати інструменти *Google-сервіс* для презентації інформації;
- поглиблене розуміння важливості візуалізації екологічних даних для прийняття рішень в сучасному світі.

Даний урок інтегрує STEM-технології в навчання інформатики, поєднуючи науку (екологічні дані), технології (*Google Docs* і *Google Sheets*), інженерні підходи (структурування та обробка даних) і математику (робота з цифровими даними). Учні використовуючи *Google-сервіси* для створення структурованих звітів, розвивають свої навички в обробці інформації та цифровій грамотності. Такий підхід допомагає зрозуміти значення екологічної інформації та її ефективної візуалізації, що формує комплексне розуміння даних та їх презентації.

Урок №3. «3D-графіка: Моделювання екологічно чистого міста майбутнього»

(Додаток В).

Мета уроку: розвиток навичок 3D-моделювання, формування екологічної свідомості та креативного мислення через створення моделі екологічно чистого міста.

Завдання уроку:

1. Ознайомити учнів з основами 3D-моделювання та його застосуванням.
2. Розвинути навички роботи з онлайн-платформою *Tinkercad* для 3D-моделювання.
3. Сформувані розуміння принципів екологічно чистого планування.

4. Стимулювати креативне мислення та інноваційний підхід до розв'язання екологічних проблем.

Обладнання: комп'ютери з доступом до мережі Інтернет, акаунти на платформі *Tinkercad*.

Хід уроку:

1. Організаційний момент (5 хв):
 - перевірка готовності учнів до уроку;
 - оголошення теми та мети уроку;
2. Актуалізація опорних знань (10 хв):
 - коротка оповідь щодо основних понять 3D-графіки;
 - обговорення екологічних проблем сучасних міст та можливих шляхів їх вирішення.
3. Вивчення нового матеріалу (15 хв):
 - міні-лекція про застосування 3D-моделювання в архітектурі та міському плануванні;
 - демонстрація базових інструментів *Tinkercad* для створення 3D-моделей.
4. Практична робота (35 хв):
 - постановка задачі: створити 3D-модель екологічно чистого міста майбутнього;
 - робота в групах по 3-4 учні над створенням моделей, які можуть включати:
 - а) енергоефективні будівлі з сонячними панелями;
 - б) системи збору та очищення дощової води;
 - в) зелені зони та вертикальні сади;
 - г) інфраструктуру для електротранспорту.
5. Презентація результатів (15 хв):
 - демонстрація створених 3D-моделей;
 - обговорення інноваційних рішень та їх потенційного впливу на екологію міста.
6. Підведення підсумків та рефлексія (5 хв):

- узагальнення вивченого матеріалу;
- обговорення зв'язку між 3D-моделюванням, екологією та міським плануванням.

7. Домашнє завдання (5 хв):

- доопрацювання 3D-моделей та підготовка короткої презентації про їх екологічні переваги;

Методичні особливості:

1. На початку уроку проводиться коротка оповідь про основи 3D-графіки, щоб визначити рівень знань учнів і підготувати їх до виконання практичних завдань.
2. Під час міні-лекції акцентується увага на важливості 3D-моделювання для візуалізації архітектурних і містобудівних проєктів. Наводяться приклади реальних проєктів екологічно чистих міст, реалізованих завдяки 3D-моделям.
3. Перед початком практичної роботи проводиться короткий майстер-клас з використання основних інструментів *Tinkercad*, з акцентом на тих, які найбільше підходять для створення міських об'єктів.
4. Учні поділяються на групи з різноманітними навичками для стимулювання креативного підходу та інноваційних рішень у проєктуванні екологічно чистих міських елементів.
5. Під час презентації результатів звертається увага не лише на якість 3D-моделей, але й на обґрунтування їх екологічної ефективності. Заохочується обговорення реалістичності та практичності рішень.
6. У процесі рефлексії використовується інтерактивна дошка для створення спільних ідей про екологічно чисті міста, що допомагає узагальнити знання та стимулює подальший розвиток теми.

Очікувані результати:

- розвиток базових навичок 3D-моделювання на онлайн-платформі *Tinkercad*;

- формування екологічного мислення та розуміння принципів екологічно чистого планування;
- вміння застосовувати технології для створення реалістичних 3D-моделей;
- покращення навичок роботи в групах, з акцентом на креативність та інноваційні рішення;
- розуміння взаємозв'язку між технологіями, екологією та міським плануванням.

Даний урок націлений на інтеграцію STEM-технологій в навчання інформатики для учнів 9 класу. Він поєднує технічні навички (3D-моделювання в *Tinkercad*) з екологічним плануванням та креативним мисленням, що відображає міждисциплінарний підхід STEM. Учні не лише вивчають інструменти цифрового моделювання, але й застосовують їх для вирішення реальних екологічних проблем, розвиваючи наукове мислення, інженерні підходи та навички роботи з цифровими технологіями.

Отже, впровадження авторської квест програми «ЕкоТех Місія 2030» із застосуванням STEM-технологій створює інноваційне освітнє середовище, яке не лише підвищує ефективність вивчення інформатики, але й сприяє формуванню ключових компетентностей XXI століття, зокрема цифрової грамотності, екологічної свідомості та здатності до інноваційного мислення. Запропонована програма навчання з використанням STEM-технологій на уроках інформатики у 9 класі демонструє комплексний підхід до формування інформатичних компетентностей учнів. Кожен урок інтегрує елементи науки, технології, інженерії та математики, при цьому фокусуючись на розв'язанні реальних життєвих проблем. Це дозволяє не лише розвивати навички учнів, але й формувати розуміння ролі інформаційних технологій у створенні сталого майбутнього.

Така інтеграція STEM-підходу в навчальний процес сприяє не лише глибшому розумінню предмету, але й розвитку навичок критичного мислення, творчого підходу до вирішення проблем та здатності застосовувати отримані знання у практичних ситуаціях. Впровадження цієї програми дозволяє

підготувати учнів до викликів сучасного цифрового світу, сформувати в них екологічну свідомість та інноваційне мислення, а також загалом закласти міцну основу для подальшого професійного розвитку в галузях пов'язаних з інформаційними технологіями та сталим розвитком суспільства.

2.2. Експериментальне дослідження ефективності використання STEM-технології в освітньому процесі середньої школи ЗЗСО (на уроках інформатики у 9 класі)

У сучасному освітньому середовищі, де технологічний прогрес набирає все більших обертів, актуальність використання інноваційних підходів у навчальному процесі стає очевидним. Особливо це стосується впровадження STEM-технологій, які потребують нових методів для забезпечення ефективної взаємодії між вчителем та учнями, а також для створення наочного та зрозумілого навчального процесу. У цьому контексті STEM-підхід відкриває перед педагогами та учнями нові можливості. З метою визначення ефективності застосування таких технологій на уроках інформатики в 9 класі було ініційовано експериментальне дослідження. У даному пункті зосереджено увагу на організаційних аспектах та інструментарії, який був використаний у процесі даного дослідження.

База дослідження: експериментальна робота щодо ефективності використання STEM-технологій на уроках інформатики була організована на базі Тернівської загальноосвітньої школи I-III ступенів смт.Терни, Роменський район, Сумської обл. В експерименті брали участь 30 учнів 9 класу, які були розділені на дві групи. Експериментальна група налічувала 15 учнів, з якими працювали за авторською методикою, активно використовуючи STEM-технології. Контрольна група також мала 15 учнів, проте з нею ведено навчання за традиційною методикою без використання згаданих інноваційних технологій. В обох групах навчання проходило у груповому форматі з індивідуальними

вправами. Особливий акцент в експериментальній групі робився на інтерактивних елементах STEM-підходу, що були інтегровані за допомогою спеціально розробленого квесту та технічних засобів у контексті навчання інформатики.

Дослідження ефективності використання STEM-технологій на уроках інформатики у 9 класі проводилося протягом трьох етапів:

1. *Констатувальний (підготовчий) етап дослідження.* На цьому етапі основна увага була приділена визначенню рівня знань, умінь і навичок учнів за спеціально розробленим тестовим завданням в рамках основного курсу інформатики в 9 класі ЗЗСО, а також їх готовності до навчання з застосуванням STEM-технологій протягом формувального етапу педагогічного експерименту. Здійснено додатковий підбір необхідних застосунків та програмного забезпечення, що відповідають меті дослідження.
2. *Формувальний (основний) етап дослідження* був спрямований на практичне впровадження та перевірку методики використання STEM-технологій в процесі навчання інформатики. Учні експериментальної групи працювали за авторським квестом «ЕкоТех Місія 2030», що інтегрує STEM-підхід, дозволяючи глибоке розуміння складних інформаційних процесів. Основна мета цього етапу – створення найбільш сприятливих умов для вивчення інформатики за допомогою новітніх технологій. Учні контрольної групи в рамках цього ж етапу дослідження навчалися за стандартною освітньою програмою, з використанням традиційних методів навчання.
3. *Контрольний (завершальний) етап дослідження* був організований з метою визначення ефективності використання STEM-технологій. Було проведено повторний аналіз і порівняння результатів учнів контрольної та експериментальної груп до та після формувального етапу за тестовим завданням. Оцінка результативності базувалася на аналізі емпіричного

матеріалу, отриманого під час дослідження, враховуючи як теоретичні знання, так і практичні навички учнів.

Дані етапи передбачали вивчення матеріалу через лекції, практичні заняття, презентації та текстові матеріали. Взаємодія вчителя та учнів відбувалася як у класі, так і за допомогою цифрових інструментів, де учні мали можливість ставити питання та обговорювати незрозумілі моменти матеріалу. Навчальний процес контрольної групи був орієнтований на традиційний підхід до навчання без використання інноваційних технологій, натомість для експериментальної групи застосовувались STEM-технології. Отже, на констатувальному етапі експериментального дослідження ефективності використання STEM-технологій на уроках інформатики в 9 класі ЗЗСО була здійснена конкретна вибірка дослідження. Були встановлені критерії, показники та рівні для оцінювання рівнів сформованості інформатичних компетентностей та готовності використання новітніх технологій. Основні критерії, показники та рівні представлені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Критерії та показники сформованості інформатичних компетентностей учнів 9 класу загальноосвітнього закладу

Критерії сформованості компетентностей	Показники сформованості компетентностей
Мотиваційний	Мотиваційний критерій відображає внутрішню готовність та зацікавленість учнів до вивчення інформатики (зокрема з використанням STEM-підходу), їх ставлення до інтеграції глобальних проблем у навчальний процес
Когнітивний	Когнітивний критерій характеризує глибину знань учнів у галузі інформатики, їх здатність аналізувати, синтезувати, порівнювати інформаційні процеси та використовувати отримані знання для вирішення поставлених проблем
Технологічний	Технологічний критерій оцінює готовність та здатність учнів використовувати сучасні інформаційні технології, зокрема інструменти для створення інфографіки, 3D-моделювання та

	роботи з даними, для вирішення практичних завдань
--	---

Продовження таблиці 2.1

Інтеграційно-інформатичний

Інтеграційно-інформатичний критерій визначає здатність учнів застосовувати інформатичні знання та навички для аналізу та вирішення поставлених проблем, розуміння взаємозв'язку між інформаційними технологіями та сталим розвитком, а також вміння створювати інноваційні рішення на перетині інформатики та інших дисциплін

На основі визначених критеріїв та показників рівня сформованості інформатичних та технологічних компетентностей учнів 9 класів у процесі вивчення інформатики та використання новітніх технологій, було визначено чотири ключові рівні сформованості таких компетентностей:

1. Високий рівень – сформованість в учнів компетентностей вважається високою, коли вони проявляють глибокі знання і розуміння інформаційних процесів та сучасних цифрових інструментів. Учні цього рівня здатні критично мислити, аналізувати, використовувати свої знання в різних ситуаціях та ефективно взаємодіяти з цифровими інструментами.
2. Достатній рівень – учні цього рівня демонструють стабільні знання основних інформатичних понять базове розуміння сучасних технологій. Вони можуть здійснювати аналіз і використовувати свої знання в знайомих контекстах, але можуть поставати перед труднощами при роботі з новим матеріалом або новітніми технологіями без певної підтримки.
3. Середній рівень – учні на цьому рівні мають основне розуміння інформатичних понять та технологій, але потребують додаткової підтримки для розвитку критичного мислення та адаптації до новітніх технологічних засобів. Вони можуть мати труднощі з практичним застосуванням своїх знань у нових ситуаціях.

4. Низький рівень – учні цього рівня демонструють обмежені знання інформатики та технологій. Вони можуть мати значні труднощі з аналізом, вивченням нового матеріалу та використанням цифрових інструментів, потребуючи інтенсивної підтримки та додаткових ресурсів для розвитку своїх компетентностей.

Під час констатувального етапу наукового дослідження, метою якого було визначення стартового рівня компетентності та освітніх досягнень учнів 9 класу обраного ЗЗСО з планових тем курсу «Інформатика», було застосовано методику поточного контролю (тестового завдання).

Тестове завдання констатувального і контрольного етапів експерименту.

Мета тесту: оцінити рівень практичних навичок та компетенцій учнів 9 класу з інформатики до та після проведення формувального експерименту (з можливим застосуванням STEM-технологій).

Структура тесту:

1. Базові знання (5 питань).
2. Практичні завдання (5 завдань).

Частина 1. Базові знання (кожне питання – 1 бал, максимум – 6 балів):

1. Що таке інфографіка? Які основні інструменти має програма для створення векторної графіки?
2. Що таке презентація та для чого вона призначена?
3. Що таке електронна таблиця і які її основні функції?
4. Які типи діаграм можна створити в табличному процесорі?
5. Що таке 3D-моделювання і де воно застосовується?
6. Які основні елементи має інтерфейс текстового процесора?

Частина 2. Практичні завдання (кожне завдання – 4 бали, максимум – 20 балів):

1. *Векторна графіка.* Створіть просту схему, що ілюструє життєвий цикл переробки рослини. Використайте не менше 5 різних фігур та 3 кольори.

2. *Робота з електронними таблицями.* У табличному процесорі створіть таблицю споживання електроенергії за тиждень. Розрахуйте загальне споживання та середнє за день. Побудуйте графік споживання.
3. *Створення презентації.* Розробіть презентацію на декілька слайдів на тему «Інформаційні технології в екології». Використайте різні макети слайдів, додайте зображення та анімацію.
4. *3D-моделювання.* У програмі *Tinkercad* створіть просту 3D-модель екологічно чистого транспортного засобу майбутнього. Модель повинна складатися щонайменше з 5 різних геометричних фігур.
5. *Робота з текстовим процесором.* Створіть документ «Екологічний звіт», що містить:
 - заголовок і підзаголовки різних рівнів;
 - маркований та нумерований списки;
 - таблицю з даними;
 - вставлене зображення з підписом;
 - автоматичний зміст.

Обрані методики та тестування, а також синтезовані висновки за підсумками діагностування допомогли виявити рівні знань та вмінь учнів 9 класу з курсу інформатики та їх готовності до використання STEM-технологій в процесі вивчення інформатики. Результати діагностики стали підґрунтям для проведення формувального етапу педагогічного експерименту з використанням інноваційних технологій навчання.

Для аналізу емпіричних даних в контексті нашого дослідження були визначені рівні сформованості інформатичних компетентностей та адаптовані до особливостей виконання завдань учнями у групі, яка бере участь в експерименті (Табл. 2.2). Для виявлення стану сформованості рівнів знань та вмінь учнів 9 класу з курсу інформатики проведена діагностика за запропонованими методиками та зроблений кількісний і якісний аналіз отриманих результатів. Результати досліджуваних учнів представлені у Додатку Г.

Таблиця 2.2

Показники рівнів сформованості інформатичних компетентностей учнів 9 класу в процесі вивчення інформатики (з можливістю використання STEM-підходу)

Рівні розвитку	За тестовим завданням, в балах	Зміст показників
I рівень (високий)	21-26	Учень самостійно та безпомилково виконує завдання з застосуванням STEM-підходу, аналізує результати, демонструє глибоке розуміння зв'язку між інформатикою та поставленими проблемами; ефективно використовує інструменти для створення інфографіки, 3D-модельовання та аналізу даних
II рівень (достатній)	14-20	Учень потребує деякої допомоги вчителя для правильного виконання завдань; демонструє розуміння STEM-підходу, але може мати труднощі з інтеграцією знань з різних галузей; використовує технологічні інструменти з незначними помилками
III рівень (середній)	7-13	Учень потребує значної допомоги вчителя, здійснює кілька спроб до правильного рішення; має труднощі з застосуванням STEM-підходу та використанням технологічних інструментів; розуміння зв'язку між інформатикою та поставленими проблемами обмежене
IV рівень (низький)	1-6	Учень не може самостійно виконати завдання, допускає багато помилок; не розуміє принципи STEM-підходу; має значні труднощі з використанням технологічних інструментів та не бачить зв'язку між інформатикою та вирішенням поставлених проблем

Виконання завдань тестової роботи дозволило діагностувати рівень знань учнів з тем курсу інформатики. Результати виконання даних завдань наведені в

Таблицях 2.3, 2.4 та на Рисунках 2.1, 2.2, а також загальні дані в Таблицях Г.1 та Г.2 Додатку Г.

Таблиця 2.3

Порівняння результатів виконання діагностичних вправ за тестовим завданням на констатувальному етапі експерименту, експериментальною та контрольною групами учнів 9 класу ЗЗСО (кількість учасників n=30)

Рівні	Експериментальна група (кількість учасників)	%	Контрольна група (кількість учасників)	%
Високий	2	13%	3	20%
Достатній	3	20%	4	27%
Середній	7	47%	6	40%
Низький	3	20%	2	13%

На основі проведеного аналізу завдань за тестовим завданням на констатувальному етапі експерименту можна зробити наступні висновки:

- високі рівні демонстрували лише 13% учнів експериментальної та 20% учнів контрольної групи;
- достатні рівні були зафіксовані в обох групах в межах від 20 до 27%;
- середні рівні виявились у 47% учнів експериментальної та 40% учнів контрольної групи;
- низькі рівні показали учні в межах від 20% до 13% в обох групах.

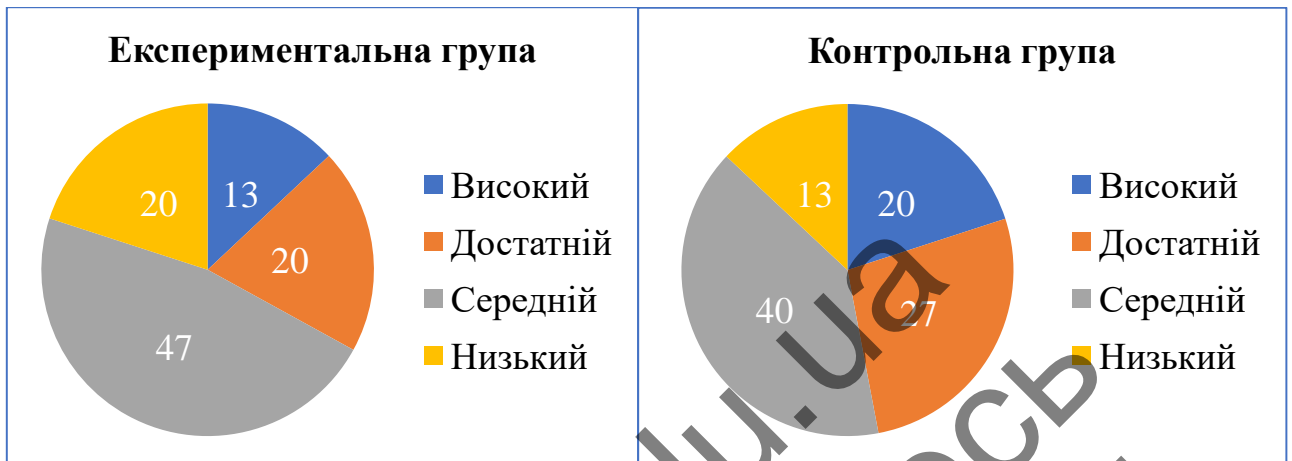


Рис. 2.1. Результати виконання вправ за тестовим завданням на констатувальному етапі (%)

Такі узагальнені результати, отримані під час діагностики на констатувальному етапі педагогічного експерименту, вказують на наявність у більшості учнів 9 класу середніх показників сформованості знань та вмінь з курсу інформатики, що вказує на необхідність застосування формувальної роботи та сучасних педагогічних технологій для подальшого вдосконалення процесу навчання інформатики у середній школі. Також передбачається повторне діагностування після формувального етапу експерименту, де будуть застосовані STEM-технології. Це дозволить порівняти ефективність традиційного та інноваційного підходів щодо формування компетентностей учнів з курсу інформатики.

Таблиця 2.3

Порівняння результатів виконання діагностичних вправ за тестовим завданням на контрольному етапі експерименту, експериментальною та контрольною групами учнів 9 класу ЗЗСО (кількість учасників n=30)

Рівні	Експериментальна група (кількість учасників)	%	Контрольна група (кількість учасників)	%
Високий	4	27%	3	20%
Достатній	8	53%	6	40%
Середній	2	13%	5	33%
Низький	1	7%	1	7%

На контрольному етапі експерименту результати тестового завдання показали значне покращення:

- високі рівні продемонстрували 27% учнів експериментальної та 20% учнів контрольної групи;
- достатні рівні були зафіксовані у 53% учнів експериментальної та 40% учнів контрольної групи;
- середні рівні виявились у 13% учнів експериментальної та 33% учнів контрольної групи;
- низькі рівні показали по 7% учнів в обох групах.

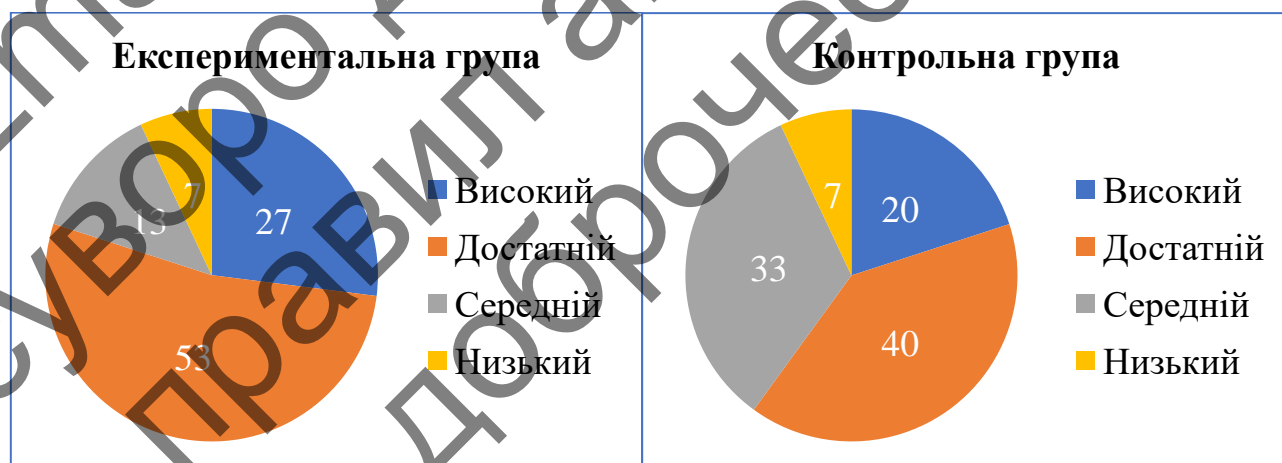


Рис. 2.2. Результати виконання вправ за тестовим завданням на контрольному етапі (%)

Результати дослідження демонструють, що впровадження STEM-технологій сприяло значному покращенню навичок учнів експериментальної

групи у створенні інфографіки. Це підкреслює ефективність інноваційних методів навчання для розвитку візуальної грамотності та здатності представляти інформацію в графічному форматі. Аналіз також виявив, що учні експериментальної групи досягли вищих результатів у роботі з цифровими даними та підготовці звітів, що свідчить про важливість практичного застосування STEM-підходу для розвитку аналітичних навичок та опрацювання великих обсягів інформації. Окрім того, спостерігається значний прогрес учнів у сфері 3D-моделювання та проектування, що підтверджує ефективність STEM-технологій у розвитку просторового мислення, креативності та здатності використовувати технологічні навички для вирішення поставлених проблем.

Отже, експериментальне дослідження ефективності використання STEM-технологій в освітньому процесі середньої школи ЗЗСО на уроках інформатики у 9 класі продемонструвало значні позитивні результати. Порівняння даних констатувального та контрольного етапів експерименту показує суттєве підвищення рівня компетентностей учнів експериментальної групи у всіх досліджуваних аспектах. Це підтверджує ефективність впровадження STEM-підходу для розвитку ключових навичок XXI століття, таких як критичне мислення, креативність, вміння працювати з даними та технологічна грамотність. Результати дослідження свідчать про необхідність подальшого впровадження та розвитку STEM-технологій в освітньому процесі для підготовки учнів до викликів сучасного світу та майбутньої професійної діяльності.

2.3. Рекомендації щодо організації навчання із використанням STEM-технології в освітньому процесі середньої школи ЗЗСО (на уроках інформатики у 9 класі)

На основі проведеного теоретичного аналізу та результатів експериментального дослідження можна запропонувати ряд рекомендацій щодо

організації навчання із використанням STEM-технологій в освітньому процесі середньої школи ЗЗСО на уроках інформатики у 9 класі. Такі рекомендації спрямовані на підвищення ефективності навчального процесу, розвиток критичного мислення, креативності та практичних навичок учнів.

Перш за все, рекомендується здійснювати поступову інтеграцію STEM-підходу в існуючу навчальну програму з інформатики для 9 класу. Це передбачає перегляд та адаптацію навчальних планів з метою включення міждисциплінарних проєктів та завдань, що поєднують інформатику з іншими STEM-дисциплінами. Важливо розробляти інтегровані уроки, які демонструють зв'язок між інформатикою та реальними життєвими ситуаціями. Впровадження проблемно-орієнтованого навчання, де учні вирішують комплексні завдання, використовуючи знання та навички з різних дисциплін, є ключовим аспектом цього підходу.

Для ефективного впровадження STEM-технологій рекомендується використовувати інноваційні педагогічні методи. Проєктне навчання, яке передбачає розробку довгострокових проєктів, що вимагають застосування знань з інформатики для вирішення реальних проблем, є особливо ефективним. Перевернуте навчання, де учні самостійно опрацьовують теоретичний матеріал вдома, а класний час використовується для практичних завдань та обговорень, також має свою ефективність (наприклад, за допомогою сервісів *YouTube* та *Khan Academy*). Гейміфікація та кооперативне інтерактивне навчання сприяють підвищенню мотивації та розвитку навичок співпраці (наприклад, *Kahoot!* або *Quizizz*).

Створення STEM-орієнтованого освітнього середовища є критично важливим для успішного впровадження STEM-технологій. Це включає обладнання кабінету інформатики сучасними технічними засобами, такими як 3D-принтери, робототехнічні набори, VR/AR-пристрої (*virtual reality/ augmented reality* – віртуальна реальність/ доповнена реальність). Забезпечення доступу до онлайн-ресурсів та платформ для STEM-навчання, створення гнучкого простору в класі для групової роботи та проєктної діяльності, а також організація «*Maker*

Spaces» (простори для співпраці над проєктами) для практичного експериментування є важливими компонентами такого середовища.

Особливу увагу слід приділити розвитку цифрових компетентностей учнів. У контексті STEM-освіти це включає навчання програмуванню з акцентом на вирішення практичних завдань, розвиток навичок роботи з великими даними та їх аналізу, формування критичного мислення при роботі з інформацією в мережі Інтернет (наприклад, сервіси *Google Colab*), а також навчання основам кібербезпеки та етичного використання технологій. Інтеграція реальних проблем глобального світу у навчальний процес, як показало експериментальне дослідження, є ефективним способом підвищення мотивації учнів та розвитку їх практичних навичок. Рекомендується розробляти проєкти, спрямовані на вирішення локальних завдань за допомогою інформаційних технологій, створювати інформаційні кампанії з підвищення обізнаності про глобальні проблеми з використанням цифрових інструментів, а також аналізувати дані та створювати візуалізації для результатів досліджень (наприклад, за допомогою *Tableau* та *Microsoft Power BI*).

Впровадження проблемно-орієнтованого навчання є ключовим аспектом STEM-підходу. Рекомендується структурувати навчальний процес навколо вирішення реальних проблем, формулювати завдання, які вимагають інтеграції знань з різних дисциплін, заохочувати учнів до самостійного пошуку інформації та розробки стратегій вирішення проблем, а також організувати дискусії та дебати для розвитку критичного мислення. STEM-технології мають сприяти розвитку ключових навичок XXI століття, таких як критичне мислення, креативність та інноваційність, комунікація та співпраця, інформаційна та медіаграмотність, гнучкість і адаптивність. Для розвитку визначених навичок рекомендується використовувати методи активного навчання, такі як мозковий штурм, рольові ігри, дебати та презентації проєктів.

Використання навчальних онлайн-ресурсів та платформ є важливим компонентом STEM-освіти. Рекомендується активно використовувати освітні платформи для доступу до курсів з програмування, аналізу даних та інших

STEM-дисциплін (наприклад, такі як *Coursera* та *edX*). Інтерактивні симуляції, віртуальні лабораторії та онлайн-інструменти для групової роботи над проєктами, що можуть значно збагатити навчальний процес (наприклад, *Labster* та *Google Workspace*). Залучення партнерства може підвищити практичну цінність навчання. Рекомендується запрошувати експертів з ІТ та ІСТ-індустрії (*information and communication technologies* – інформаційно-комунікаційні технології, ІКТ) для проведення майстер-класів та лекцій, організувати екскурсії до технологічних компаній, встановлювати партнерські відносини з місцевими підприємствами для реалізації спільних проєктів, що допоможе учням краще зрозуміти практичне застосування отриманих знань та познайомитися з реальними проблемами, які вирішують ІТ-фахівці.

Адаптація системи оцінювання до STEM-підходу є важливим аспектом впровадження STEM-технологій. Рекомендується впроваджувати формативне оцінювання для постійного моніторингу прогресу учнів, використовувати портфоліо проєктів як інструмент оцінювання, розробляти рубрики для оцінювання міждисциплінарних проєктів, а також заохочувати самооцінювання та взаємооцінювання учнів за допомогою освітніх онлайн-платформ для спільної роботи (наприклад, такі як *Google Classroom* або *Microsoft Teams*).

Професійний розвиток вчителів є ключовим фактором успішного впровадження STEM-технологій. Рекомендується організувати тренінги та воркшопи зі STEM-методології, створювати професійні спільноти для обміну досвідом та ресурсами, заохочувати вчителів до участі у STEM-конференціях та семінарах, а також підтримувати їх у розробці та впровадженні інноваційних STEM-проєктів. При цьому особливу увагу слід приділити розвитку критичного мислення учнів. Рекомендується навчати методам аналізу та оцінки інформації, розвивати навички аргументації, для заохочення учнів до постановки запитань та пошуку альтернативних рішень, використовувати метод кейс-стаді (*Case Study*) для аналізу реальних ситуацій.

STEM-підхід дозволяє ефективно персоналізувати навчання. Рекомендується використовувати адаптивні навчальні платформи для

індивідуалізації темпу навчання (наприклад, *Smart Sparrow*), надавати учням можливість вибору проєктів відповідно до їх інтересів, використовувати диференційовані завдання для учнів з різним рівнем підготовки, а також впроваджувати систему менторства, де більш досвідчені учні допомагають новачкам.

STEM-освіта має сприяти розвитку підприємницького мислення. Рекомендується включати елементи бізнес-планування в проєктну роботу, організувати конкурси стартап-ідей, навчати основам інтелектуальної власності та патентування, розвивати навички презентації ідей. Розширення STEM до STEAM шляхом включення мистецтва (Arts) може збагатити навчальний процес. Рекомендується використовувати дизайн-мислення при розробці проєктів, інтегрувати елементи візуального мистецтва в створення інфографіки та презентацій, застосовувати принципи дизайну при розробці інтерфейсів (наприклад, *Tinkercad*, *Scratch*, *Canva*), використовувати креативні методи для генерації ідей та вирішення проблем.

STEM-освіта має сприяти формуванню глобального світогляду. Рекомендується заохочувати участь у міжнародних онлайн-проєктах та конкурсах, вивчати глобальні проблеми та шукати технологічні рішення, сприяти співпраці з учнями з інших країн через онлайн-платформи (наприклад, *Moodle*, *Zoom* та *Padlet*), використовувати англійську мову в STEM-проєктах для розвитку мовних навичок. Враховуючи зростаючу роль штучного інтелекту у сучасному світі, рекомендується інтегрувати елементи AI (*artificial intelligence* – штучний інтелект, ШІ) та машинного навчання в навчальний процес. Це може включати знайомство учнів з основними концепціями штучного інтелекту та машинного навчання (наприклад, *Udacity*, *ChatGPT*) для експериментів з AI, розробку простих проєктів з використанням готових AI-моделей.

Важливо також приділяти увагу етичним аспектам використання технологій. Рекомендується обговорювати з учнями етичні проблеми, пов'язані з розвитком технологій, такі як конфіденційність даних, вплив соціальних мереж на суспільство, етика штучного інтелекту. Це допоможе сформувати у учнів

відповідальне ставлення до використання технологій. Нарешті, рекомендується регулярно проводити оцінку ефективності впровадження STEM-технологій. Це може включати аналіз успішності учнів, опитування щодо їх задоволеності та мотивації, оцінку розвитку ключових компетентностей. На основі таких даних слід постійно вдосконалювати та адаптувати підходи до використання STEM-технологій.

Впровадження наведених рекомендацій дозволить створити інноваційне та ефективне освітнє середовище, яке готує учнів до викликів сучасного світу, розвиває їх критичне мислення, креативність та практичні навички, необхідні для успішної діяльності в галузі технологій та інших STEM-сферах. При цьому важливо пам'ятати, що STEM-освіта – це не просто набір технологій або методик, а цілісний підхід до навчання, який вимагає постійного розвитку та адаптації до змінних потреб суспільства та глобального ринку праці.

fizmat@sspi.edu.ua
Суворо дотримуйтесь
правил академічності
Доброчесності

ВИСНОВКИ

У даній кваліфікаційній роботі здійснено теоретичне та експериментальне дослідження STEM-технології та її використання в освітньому процесі ЗЗСО. Отримані результати дослідження засвідчили досягнення мети, вирішення поставлених завдань та стали підставою для формулювання наступних висновків:

1. На основі вивчення науково-методичної літератури визначено поняття та характеристики STEM-технології, де такі технології є інноваційним підходом до організації освітнього процесу, який інтегрує природничі науки, технології, інженерію та математику. Даний підхід відповідає сучасним вимогам до освіти, сприяючи формуванню ключових компетентностей учнів, розвитку їх критичного мислення та практичних навичок. Впровадження STEM-технологій в Україні підтримується на законодавчому рівні та є частиною стратегії модернізації освіти. STEM-підхід забезпечує глибоке розуміння та застосування знань, формує комплексне бачення світу та створює основу для успішної самореалізації особистості учнів в сучасному високотехнологічному суспільстві.

2. Проаналізовано особливості використання STEM-технологій в освітньому процесі ЗЗСО. Підсумовуючи, можна стверджувати, що особливості використання такої технології в освітньому процесі полягають у створенні інтегрованого навчального середовища, яке поєднує теоретичні знання з практичним застосуванням. Ключовими аспектами є міждисциплінарний підхід, проєктно-орієнтоване навчання, розвиток критичного мислення та дослідницьких навичок. Впровадження STEM-освіти здійснюється на різних рівнях – від початкової до старшої школи, з акцентом на поступовий розвиток компетентностей учнів. Важливим є також створення відповідного освітнього середовища та підготовка педагогів до роботи в рамках STEM-підходу. Незважаючи на певні виклики, STEM-технології демонструють значний потенціал для підвищення якості освіти та підготовки учнів до майбутньої професійної діяльності.

3. Описано методи та підходи до використання STEM-технологій в освітньому процесі ЗЗСО, що характеризуються високим рівнем інтегративності, практичною спрямованістю та орієнтацією на розвиток ключових компетентностей учнів. Ефективне впровадження STEM-технологій вимагає комплексного застосування різноманітних методів навчання, включаючи проблемно-орієнтоване, проєктне, експериментальне та інтерактивне навчання. Важливим аспектом є використання сучасних ІКТ, симуляційного навчання, 3D-моделювання та інших інноваційних технологій. Адаптація STEM-методик до різних навчальних контекстів та індивідуальних потреб учнів є ключовим фактором успіху. Такий підхід створює динамічне та інтерактивне освітнє середовище, яке ефективно готує учнів до викликів сучасного світу та сприяє їх успішній самореалізації в майбутньому.

4. Проведено експериментальне дослідження ефективності використання STEM-технологій в освітньому процесі середньої школи ЗЗСО на уроках інформатики у 9 класі. Розроблена програма формувального етапу педагогічного експерименту організації навчання з використанням STEM-технологій на уроках інформатики у 9 класі демонструє комплексний підхід до формування інформатичних компетентностей учнів. Програма, яка включає інноваційний квест, інтегрує елементи науки, технології, інженерії та математики, фокусуючись на розв'язанні реальних життєвих проблем. Такий підхід не лише сприяє глибшому розумінню предмету, але й розвиває навички критичного мислення, творчого підходу до вирішення проблем та здатності застосовувати отримані знання у практичних ситуаціях. Програма створює інноваційне освітнє середовище, яке підвищує мотивацію учнів, забезпечує практичну спрямованість навчання та готує здобувачів освіти до викликів сучасного цифрового світу, формуючи в них екологічну свідомість та інноваційне мислення.

Експериментальне дослідження ефективності використання STEM-технологій в освітньому процесі середньої школи ЗЗСО на уроках інформатики у 9 класі також продемонструвало значні позитивні результати. Порівняння даних констатувального та контрольного етапів експерименту показало суттєве

підвищення рівня компетентностей учнів експериментальної групи у всіх досліджуваних аспектах. Зокрема, спостерігалось значне покращення навичок у створенні інфографіки, роботі з цифровими даними, 3D-моделюванні та проєктуванні. Це підтверджує ефективність впровадження STEM-технологій для розвитку ключових навичок XXI століття, таких як критичне мислення, креативність, вміння працювати з даними та технологічна грамотність. Результати дослідження свідчили й необхідність подальшого впровадження та розвитку STEM-технологій в освітньому процесі для підготовки учнів до викликів сучасного світу та майбутньої професійної діяльності.

5. Розроблено програму та надано рекомендації щодо організації навчання із використанням STEM-технологій в освітньому процесі середньої школи ЗЗСО на уроках інформатики у 9 класі. Підсумовуючи, запропоновані рекомендації охоплюють широкий спектр аспектів, від інтеграції STEM-підходу в навчальну програму до розвитку глобальної свідомості та етичного використання технологій. Ключовими елементами є створення STEM-орієнтованого освітнього середовища, використання інноваційних педагогічних методів, освітніх онлайн платформ, хмарних сервісів та цифрових інструментів для розвитку цифрових компетентностей та критичного мислення учнів, інтеграції реальних глобальних проблем у навчальний процес, персоналізації навчання, а також професійного розвитку вчителів. Впровадження таких рекомендацій дозволить створити інноваційне та ефективне освітнє середовище, яке готує учнів до викликів сучасного світу, розвиває їх критичне мислення, креативність та практичні навички, необхідні для успішної діяльності в галузі технологій та інших STEM-сферах, де. При цьому важливо розглядати STEM-освіту та технології як цілісний підхід до навчання, який вимагає постійного розвитку та адаптації до змінних потреб суспільства і сучасного ринку праці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алексєенко Т. Розвивальний потенціал Case-Study (кейс-технології) у формуванні ключових компетентностей здобувачів освіти: до методичного інструментарію сучасного підручника. Проблеми сучасного підручника, 2023. № 29. С. 5-13.
2. Багрій Г.В. STEM-технології в професійній підготовці фахівців у сфері енергозбереження та енергоефективних технологій. Науковий вісник Львівської академії. Серія : Педагогічні науки, 2019. Вип. 5. С. 391-395.
3. Балик Н.Р., Шмигер Г.П. Підходи та особливості сучасної STEM-освіти. Фізико-математична освіта, 2017. Вип. 2. С. 26-30.
4. Барна О.В., Балик Н.Р. Впровадження STEM-освіти у навчальних закладах: етапи та моделі. STEM-освіта та шляхи її впровадження в навчально-виховний процес : збірник матеріалів І регіональної науково-практичної веб-конференції. Тернопіль: ТОКІППО, 2017. С. 3-8.
5. Бондаренко О.О., Ластовецький В.В., Пилипчук О.П., Шестопапов Є.А. Інформатика. Підручник для 9 кл. закладів загальної середньої освіти. Харків: Видавництво «Ранок», 2022. 237 с.
6. Ботузова Ю. Особливості використання STEM-технологій в навчанні математики. Наукові записки Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка. Серія : Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти, 2016. Вип. 12 (1). С. 3-8.
7. Букатова О. Впровадження STEAM-підходу в освітній простір. VI Дунайські наукові читання. Імператив соціального партнерства в освітньо-науковому просторі: євроінтеграційні та регіональні виклики сьогодення. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. Ізмаїл: РВВ ІДГУ; «ІРБІС», 2020. С. 64-69.
8. Василенко Б., Слюсаренко В. STEM-освіта у роботі вчителя трудового навчання. Технологічна та професійна освіта: Всеукр. зб. наук. праць студентів,

аспірантів, викладачів і вчителів закладів загальної середньої освіти / укл.: К.О. Гавриленко, О.М. Трифонова; за заг. ред. М. І. Садового. Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка, 2018. Вип. 3. С. 131-134.

9. Використання елементів STEM-освіти на уроках математики. Збірник матеріалів роботи творчої групи викладачів математики. Рівне: НМЦ ПТО, 2019. 95 с.

10. Вострікова В.В. Особливості використання STEM-технологій на уроках німецької мови. Педагогічний альманах, 2017. Вип. 36. С. 50-55.

11. Галаєвська Л.В. Особливості застосування інтерактивних методів у навчанні здобувачів освіти в умовах шкільної мовної освіти. Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference «A substantive representation of the system of scientific knowledge». Riga, Latvia by the «InterSci», 2023. P. 40-43.

12. Ганніченко Т.А., Жебко О.О. Освітні тенденції. STEM (STEAM)-освіта. 2018.

URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/5816/1/Ганніченко%20ст.%202.pdf> (дата звернення: 02.06.2024).

13. Головач А.С., Джевага Г.В. Уроки технології у системі STEAM-освіти. Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки, 2018. Вип. 151 (2). С. 15-18.

14. Горбенко С., Лозова О. Спосіб професійного самовизначення учнівської молоді: STEM-уроки. Збірник матеріалів «STEM-школа – 2021» / уклад.: Н.І. Гущина, І.П. Василяшко, О.О. Патрикеева, О.В. Коршунова, Л.Г. Булавська. Київ: Видавничий дім «Освіта», 2021. С. 17-19.

15. Грузін Д.В., Новікова Н.В. Актуальність застосування STEM-технологій в навчальному процесі. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи : Матеріали I Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції з міжнародною участю. Тернопіль, 2017. С. 30-34.

16. Державний стандарт базової і повної загальної освіти : Постанова Кабінету Міністрів України від 23.11.2011. № 1392. Відомості Верховної Ради України.

URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011-п#Text> (дата звернення: 02.06.2024).

17. Державний стандарт початкової освіти. Міністерство освіти і науки України. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/derzhavni-standarti> (дата звернення: 08.06.2024).

18. Іванов С. STEM-освіта в Україні: шляхи впровадження у початковій школі. Учитель початкової школи, 2020. № 5-6. С. 4-5.

19. Інтерактивні методи навчання: навч. посібник. / за заг. ред. П. Шевчука і П. Фенриха. Щецін: Вид-во WSAP, 2005. 170 с.

20. Казанцева О., Стеценко І. Інформатика. Підручник для 9 кл. закладів загальної середньої освіти. Тернопіль: Навчальна Книга – Богдан, 2022. 256 с.

21. Кузьменко Г.В. Від STEM- до STEAM-освіти: ключові аспекти на прикладі ініціатив уряду США. Освіта та розвиток обдарованої особистості, 2020. № 4 (79). С. 18-24.

22. Мартинюк О.О. STEM-технології як засіб формування інформаційно-цифрової компетентності вчителів та учнів. Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського нац. ун-ту імені Івана Огієнка. Серія педагогічна, 2018. Вип. 24. С. 18-22.

23. Марченко І. Впровадження STEM-освіти в закладах загальної середньої освіти: реалії і перспективи. URL: https://znayshov.com/FR/15712/mv_58-431-443.pdf (дата звернення: 02.06.2024).

24. Матвійчук Ю.Ю. STEM-освіта як інструмент реалізації інтегрованого вивчення природничо-математичних дисциплін. Educational Challenges, 2023. № 63. С. 123-135.

25. Методичні рекомендації щодо розвитку STEM-освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти у 2023/2024 навчальному році: Додаток до листа ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти» від 01.08.2023 №21/08-1242. URL: https://drive.google.com/file/d/1XohXNsGS5xfSqFlxyen_QKZJ0ifi1HFj/view (дата звернення: 09.06.2024).

26. Модельні навчальні програми для 5-9 класів Нової української школи – Міністерство освіти і науки України. URL: <https://mon.gov.ua/osvita-2/zagalna-serednya-osvita/osvitni-programi/modelni-navchalni-programi-dlya-5-9-klasiv-novoi-ukrainskoi-shkoli-zaprovadzhuyutsya-poetapno-z-2022-roku> (дата звернення: 02.06.2024).
27. Морзе Н.В., Барна О.В. Інформатика. Підручник для 9 кл. закладів загальної середньої освіти. Київ: УОВЦ «Оріон», 2022. 238 с.
28. Москалюк М.М., Москалюк Н.В., Прокопів І.Б., Кравець М.Я., Ярема А.Р. Актуальність застосування STEM-технологій в навчальному процесі. Actual priorities of modern science, education and practice: Proceedings of the XII International Scientific and Practical Conference. France, Paris, 2022. P. 591-596.
29. Мртинюк Г. Шкільний учнівський експеримент та методика його організації. Наукові записки Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти, 2011. Вип. 2. С. 67-72.
30. Накази МОН України. Інститут модернізації змісту освіти (ІМЗО). URL: <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/normativno-pravovezabezpechennya/nakazi-mon-ukrayini/> (дата звернення: 02.06.2024).
31. Ночевчук М.В. Впровадження елементів STEM-освіти у навчання математики та фізики. Червоногранітнянської ЗОШ I-II ступенів Хорошівського району, 2018. URL: <https://naurok.com.ua/vprovadzhennya-elementiv-stem-osviti-u-navchannya-matematiki-ta-fiziki-47799.html> (дата звернення: 07.06.2024).
32. Оприлюднено план заходів щодо реалізації Концепції розвитку STEM-освіти до 2027 року – Міністерство освіти і науки України. URL: <https://mon.gov.ua/news/oprilyudneno-plan-zakhodiv-shchodo-realizatsii-kontseptsii-rozvitku-stem-osviti-do-2027-roku> (дата звернення: 02.06.2024).
33. Освітня реформа: результати та перспективи: інформаційно-аналітичний збірник. Міністерство освіти і науки України, Інститут освітньої аналітики. Київ, 2019. 228 с.

34. Пандазі А., Станжур Т. Проєктне навчання як засіб формування компетентностей майбутніх менеджерів. Український педагогічний журнал, 2023. № 4. С. 88-95.
35. Пермінова С.О. Створення Edtech стартапів як фактор розвитку онлайн-освіти. Електронне фахове видання з економіки Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету «Ефективна економіка». 2021. №3. URL: http://www.economy.nauka.com.ua/pdf/3_2021/84.pdf (дата звернення: 30.08.2024).
36. План заходів щодо впровадження STEM-освіти в Україні на 2016-2018 роки – Інститут модернізації змісту освіти (ІМЗО). URL: <https://imzo.gov.ua/2016/11/10/plan-zahodiv-shhodo-vprovadzhennya-steam-osviti-v-ukrayini-na-2016-2018-roki/> (дата звернення: 02.06.2024).
37. Про затвердження плану заходів щодо реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 13.01.2021. № 131-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/131-2021-r#Text> (дата звернення: 02.06.2024).
38. Про освіту: Закон України в редакції від 24.09.2022. № 2457-IX. Відомості Верховної Ради України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text> (дата звернення: 02.06.2024).
39. Про повну загальну середню освіту : Закон України в редакції від 01.07.2022. № 2315-IX. Відомості Верховної Ради України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/463-20#Text> (дата звернення: 02.06.2024).
40. Про проведення дослідно-експериментальної роботи всеукраїнського рівня за темою: «Науково-методичні засади створення та функціонування Всеукраїнського науково-методичного віртуального STEM-центру (ВНМВ STEM-центр) : Наказ Міністерства освіти і науки України від 17.06.2017. № 708. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/view/MUS28643?an=1> (дата звернення: 02.06.2024).
41. Про схвалення Концепції реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» на період до

2029 року : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 14.12.2016 № 988-р.
URL: <https://www.kmu.gov.ua/npras/249613934> (дата звернення: 02.06.2024).

42. Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 05.08.2020. № 960-р. Відомості Верховної Ради України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-p#Text> (дата звернення: 02.06.2024).

43. Про утворення робочої групи з питань впровадження STEM-освіти в Україні : Наказ Міністерства освіти і науки України від 29.02.2016. № 188. Відомості Верховної Ради України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0188729-16#Text> (дата звернення: 02.06.2024).

44. Стрижак О.Є., Сліпухіна І.А., Полісун Н.І., Чернецький І.С. STEM-освіта: основні дефініції. Інформаційні технології і засоби навчання, 2017. Т. 62. №6. С. 16-33.

45. Тимофєєва І.Б. Проблемно-орієнтоване навчання як основа формування технологічної компетентності майбутніх педагогів. Нова українська школа: траєкторія поступу: зб. тез доп. III Всеукр. наук.-практ. конф. / за заг. ред. Л.В. Задорожної-Княгницької. Маріуполь: МДУ, 2021. С. 314-316.

46. Уліщенко В.В., Уліщенко А.Б. Удосконалення методичної компетентності науково-педагогічних працівників у контексті STEM-освіти. Медицина та фармація: освітні дискурси, 2024. № 2. С. 49-55.

47. Шарко В. Модернізація системи навчання учнів STEM-дисциплін як методична проблема. Наукові записки Кіровоградського державного педагогічного університету ім. Володимира Винниченка. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти, 2016. Вип. 10 (3). С. 160-165.

48. Шарова Т., Шаров С., Кремінський Б. Освітні ресурси для організації STEAM-навчання. Молодь і ринок, 2023. № 3 (211). С. 52-56.

49. STEM – світ інноваційних можливостей : науково-методичний посібник / уклад. Буряк О.О. та ін. Харків: Друкарня Мадрид, 2019. 64 с.

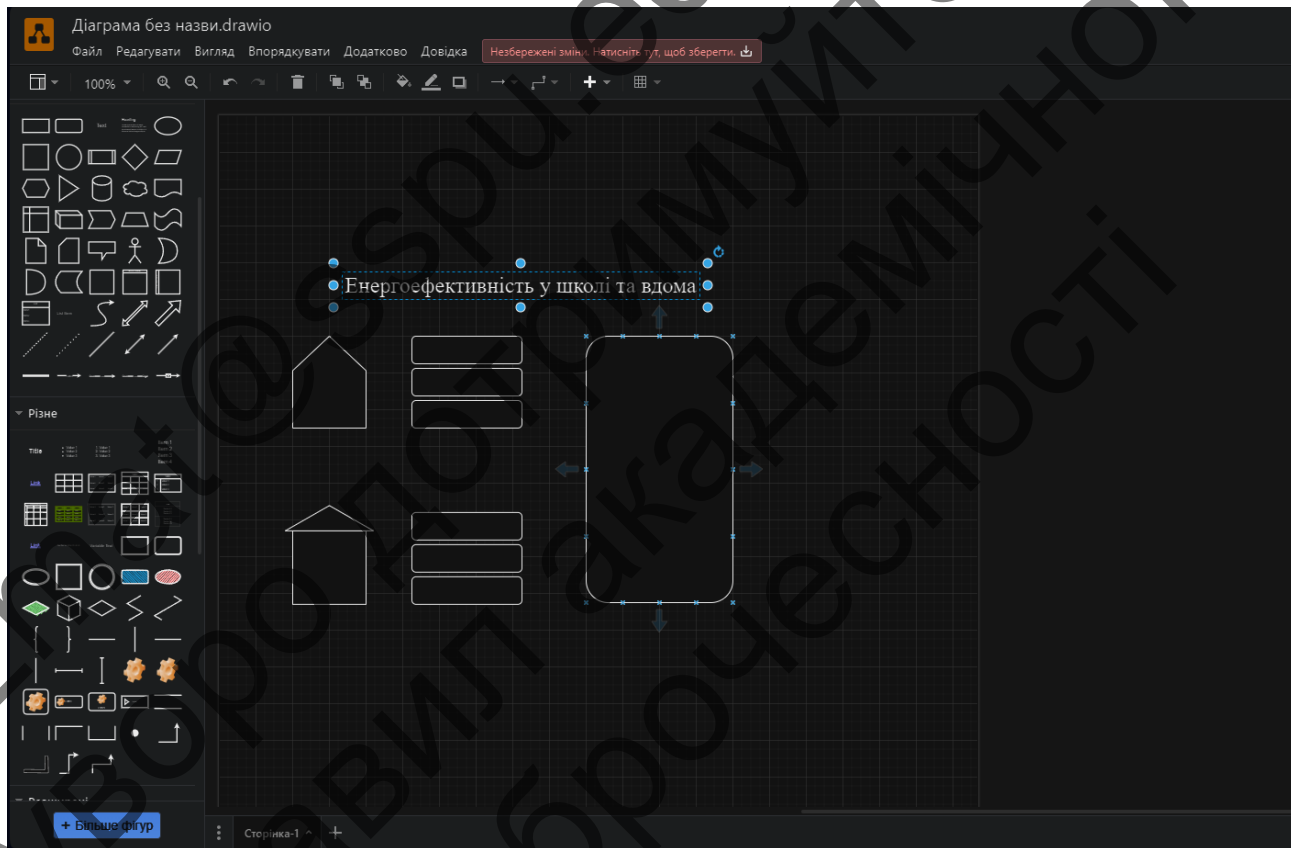
50. STEM-освіта: сучасні підходи та перспективи впровадження: бібліогр. покажч. / уклад.: В.П. Балюк, Н.Н. Кузьміна, С.В. Спірякова (відп. за вип.), О.В. Токміленко ; Полтавський національний педагогічний університет імені В.Г. Короленка, Бібліотека імені М. А. Жовтобрюха. Полтава, 2023. 22 с.

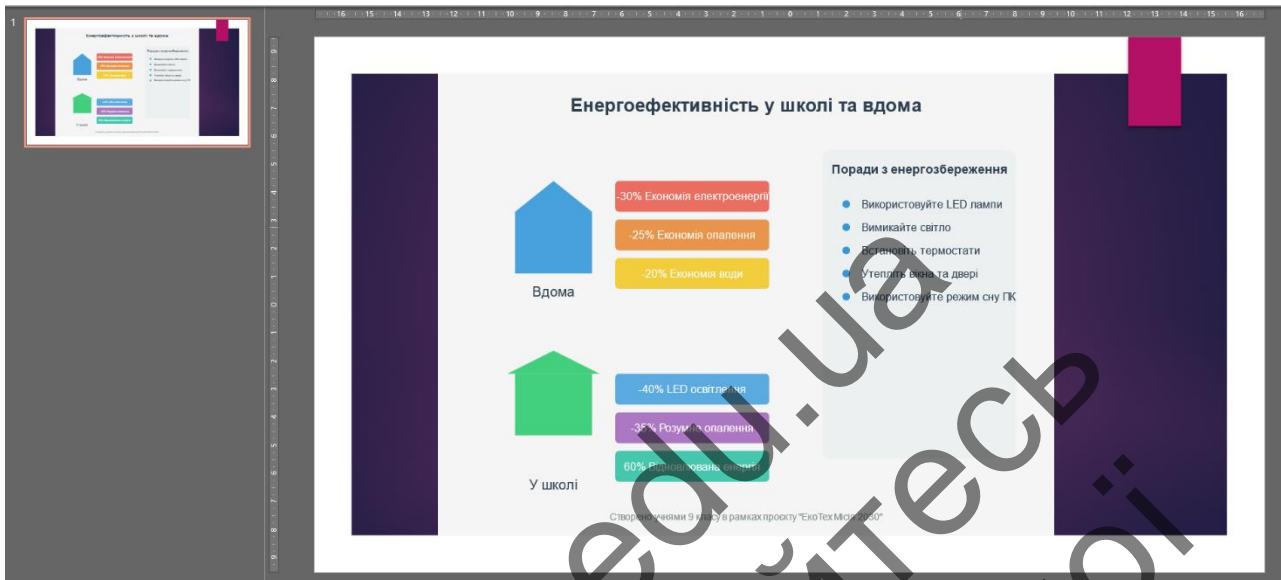
fizmat@sspu.edu.ua
суворо дотримуйтесь
правил академічності
доброчесності

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

**Приклад виконання завдання до уроку №1 авторського квест проєкту
«ЕкоТех Місія 2030: Інформаційні технології для сталого розвитку»
учнями 9 класу ЗЗСО за допомогою онлайн платформи Draw.io для
створення діаграм та інфографіки і Microsoft PowerPoint для підготовки
презентацій**





ДОДАТОК Б

Приклад виконання завдання до уроку №2 авторського квест проєкту «ЕкоТех Місія 2030: Інформаційні технології для сталого розвитку» учнями 9 класу ЗЗСО за допомогою шаблонів документів онлайн сервісу Google Docs та Google Sheets

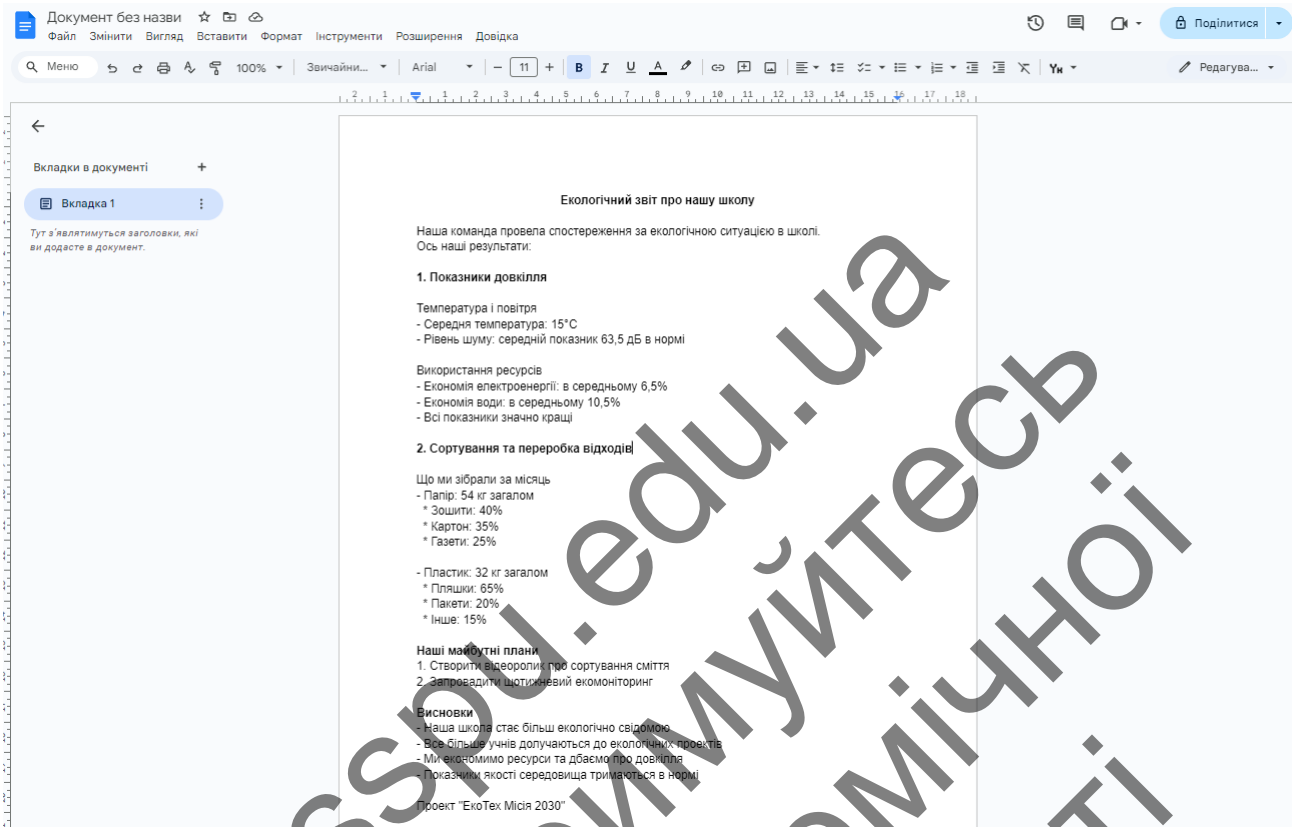
Електронна таблиця без назви

Екологічні спостереження біля нашої школи

Що ми виміряли	1 тиждень	2 тиждень	3 тиждень	4 тиждень	Що означають цифри
Температура повітря	15°C	16°C	14°C	15°C	Градуси Цельсія
Рівень шуму (дБ)	62	65	63	64	Децибели
Папір на переробку	12 кг	15 кг	13 кг	14 кг	Зібрано у школі
Пластик на переробку	8 кг	7 кг	9 кг	8 кг	Зібрано у школі

Наші спостереження:

- Температура тримається стабільно
- Рівень шуму в межах норми (норма до 70 дБ)
- Сортування сміття покращується
- Спостерігається економія ресурсів

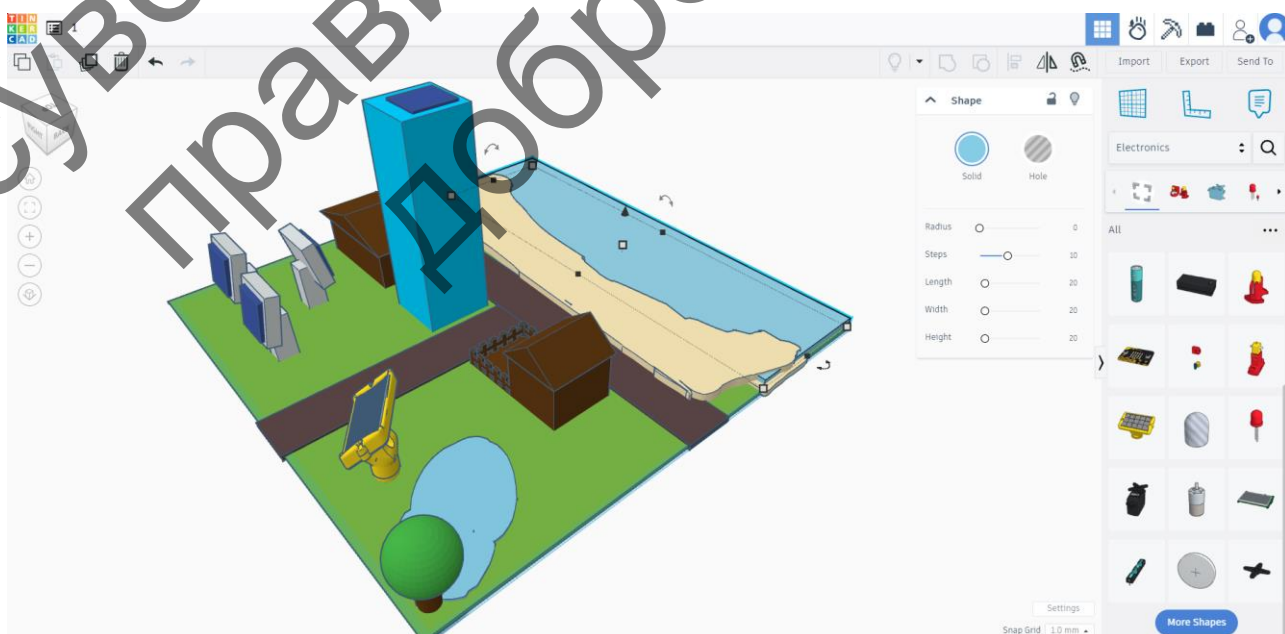


ДОДАТОК В

Приклад виконання завдання до уроку №3 авторського квест проєкту

«ЕкоТех Місія 2030: Інформаційні технології для сталого розвитку»

учнями 9 класу ЗЗСО за допомогою інструментів платформи Tinkercad для створення 3D-моделей





ДОДАТОК Г

Таблиця Г.1

Результати діагностики рівнів сформованості інформатичних компетентностей учнів 9 класів ЗЗСО до впровадження формувального етапу експерименту

№ п/п	Ім'я досліджуваного	Всього (бали)	Рівні
<i>Експериментальна група</i>			
1	Максим	23	Високий
2	Влад Н.	16	Достатній
3	Олена Т.	11	Середній
4	Коля	9	Середній

5	Мирослава	14	Достатній
6	Андрій	7	Середній
7	Денис	4	Низький
8	Настя	12	Середній
9	Діма С.	8	Середній
10	Микита	22	Високий
11	Юля К.	18	Достатній
12	Марія	10	Середній
13	Денис	3	Низький
14	Рома	13	Середній
15	Андрій	5	Низький
	<i>Середній бал по групі</i>	11,7	Середній
	Контрольна група		
16	Артем	22	Високий
17	Дмитро Л.	15	Достатній
18	Наташа	11	Середній
19	Єгор	24	Високий
20	Юля Д.	13	Середній
21	Влад П.	18	Достатній
22	Оля	9	Середній
23	Марія	21	Високий
24	Віка	14	Достатній
25	Женя Н.	5	Низький
26	Саша	17	Достатній
27	Микита	12	Середній
28	Діма Н.	7	Середній

29	Софія	10	Середній
30	Олена С.	3	Низький
	<i>Середній бал по групі</i>	13,4	Середній

Таблиця Г.2

Результати діагностики рівнів сформованості інформатичних компетентностей учнів 9 класів ЗЗСО після впровадження формувального етапу експерименту

№ п/п	Ім'я досліджуваного	Всього (бали)	Рівні
<i>Експериментальна група</i>			
1	Максим	23	Високий
2	Влад Н.	18	Достатній
3	Олена Т.	25	Високий
4	Коля	16	Достатній
5	Мирослава	19	Достатній
6	Андрій	14	Достатній
7	Денис	22	Високий
8	Настя	17	Достатній
9	Діма С.	15	Достатній
10	Микита	24	Високий
11	Юля К.	20	Достатній

12	Марія	11	Середній
13	Денис	5	Низький
14	Рома	14	Достатній
15	Андрій	9	Середній
	<i>Середній бал по групі</i>	16,8	Достатній
	<i>Контрольна група</i>		
16	Артем	22	Високий
17	Дмитро Л.	15	Достатній
18	Нагаша	11	Середній
19	Єгор	24	Високий
20	Юля Д.	13	Середній
21	Влад П.	18	Достатній
22	Оля	9	Середній
23	Марія	21	Високий
24	Віка	14	Достатній
25	Женя Н.	5	Низький
26	Саша	17	Достатній
27	Микита	16	Достатній
28	Діма Н.	19	Достатній
29	Софія	10	Середній
30	Олена С.	12	Середній
	<i>Середній бал по групі</i>	15,1	Достатній