

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

Хіміко-біологічний факультет
Кафедра загальної біології та методики навчання природничих дисциплін

Кваліфікаційна робота

ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ STEM-ОСВІТИ НА УРОКАХ З
НАВЧАЛЬНИХ ПРЕДМЕТІВ ПРИРОДНИЧОЇ ОСВІТНЬОЇ ГАЛУЗІ В
ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

Спеціальність: 014.15 Середня освіта (Природничі науки)

Освітня програма Середня освіта (Природничі науки)

Здобувача другого (магістерського)
рівня вищої освіти
Дозорець Юлії Андріївни

НАУКОВИЙ КЕРІВНИК:
кандидат педагогічних наук, доцент
Жирська Галина Ярославівна

РЕЦЕНЗЕНТ:
кандидат педагогічних наук, директор
академічного ліцею «Українська гімназія
імені Івана Франка»
Федоруц Микола Васильович

Робота захищена з оцінкою
Національна шкала _____
Кількість балів: _____ Оцінка: ECTS _____

Тернопіль – 2024

АНОТАЦІЯ

Дозорець Ю. А. Використання елементів STEM-освіти на уроках з навчальних предметів природничої освітньої галузі в закладах загальної середньої освіти. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» зі спеціальності 014.15 Середня освіта (Природничі науки). ТНПУ ім. В. Гнатюка. Тернопіль, 2024. 85 с.

У магістерській роботі здійснено теоретико-методологічний аналіз підходів до впровадження STEM-освіти в освітній процес із природничих наук. Обґрунтовано необхідність інтеграції науки, технологій, інженерії та математики у шкільне навчання з метою розвитку ключових компетентностей учнів. Розроблено приклади завдань та рекомендації щодо використання елементів STEM-освіти у природничій освіті для підвищення зацікавленості і розвитку практичних навичок школярів.

Ключові слова: STEM-освіта, міждисциплінарний підхід, інтерактивне навчання, освітні технології.

ABSTRACT

Dozorets Y. A. The use of elements of STEM education in lessons on educational subjects of the field of natural education in institutions of general secondary education. Master's thesis for the MA degree in the specialty 014.15 Secondary Education (Natural Sciences). Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University. Ternopil, 2024. 85 p.

The Master's thesis provides a theoretical and methodological analysis of approaches to implementing STEM education in natural science teaching. The necessity of integrating science, technology, engineering, and mathematics into school education to develop key student competencies is substantiated. An empirical study was conducted to assess the impact of STEM methods on students' academic achievements, engagement, and practical skills development.

Key words: STEM education, interdisciplinary approach, interactive learning, educational technologies.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ STEM-ОСВІТИ ТА ЇЇ РОЛЬ У ПРИРОДНИЧІЙ ОСВІТНІЙ ГАЛУЗІ	8
1.1. Визначення поняття STEM-освіти, її принципів та ключових компонентів (Science, Technology, Engineering, Mathematics)	8
1.2. Значення STEM-освіти для формування компетентностей у природничій освітній галузі	11
1.3. Огляд педагогічних підходів та методів, що застосовуються для інтеграції STEM на уроках природничих наук	15
РОЗДІЛ 2. ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ STEM-ОСВІТИ НА УРОКАХ ПРИРОДНИЧИХ НАУК У ЗЗСО	31
2.1. Використання проєктної діяльності як основного методу реалізації STEM-освіти на уроках біології, хімії, фізики	31
2.2. Інтеграція цифрових технологій (віртуальні лабораторії, симуляції, платформи для взаємодії) у навчальний процес	36
2.3. Застосування міждисциплінарного підходу у розробці завдань та проєктів для учнів, що сприяє розвитку критичного мислення та навичок вирішення проблем	42
РОЗДІЛ 3. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ STEM-ОСВІТИ НА УРОКАХ ПРИРОДНИЧИХ НАУК.....	47
3.1. Методика формування умінь і навичок учнів у процесі STEM-освіти з навчальних предметів природничої галузі	47
3.2. Переваги та виклики впровадження STEM-методик на уроках природничої освітньої галузі в ЗЗСО.....	64
3.3. Рекомендації для підвищення ефективності використання STEM-елементів в освітньому процесі ЗЗСО.....	69
ВИСНОВКИ	74
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	76
ДОДАТКИ.....	82

ВСТУП

Актуальність теми: використання елементів STEM-освіти на уроках природничих наук у школах дуже висока, оскільки такий підхід формує необхідні для сучасного світу ключові компетентності. STEM-освіта спрямована на практичне засвоєння знань, що допомагає учням розуміти, як наука працює в реальному житті. Вона дозволяє розвивати критичне мислення, вміння аналізувати, співпрацювати і творчо підходити до розв'язання проблем. Це особливо важливо для навчальних предметів природничої освітньої галузі у закладах загальної середньої освіти (ЗЗСО), які надають глибоке розуміння природи та технологій.

Сучасний ринок праці потребує спеціалістів із технологічними знаннями, тому STEM-освіта стає невід'ємною частиною підготовки школярів до майбутньої професійної діяльності. Вона підвищує інтерес до навчання завдяки практичним заняттям та інтерактивним методам, що дозволяють інтегрувати різні предмети і показати учням зв'язок між наукою, технологіями, інженерією та математикою. Такий підхід готує молодь до викликів сучасного світу і допомагає виховувати нове покоління, здатне мислити глобально та розв'язувати складні проблеми.

На відміну від традиційних підходів, STEM-освіта акцентує увагу на інтеграції різних галузей науки, що допомагає створити більш інноваційний і продуктивний освітній простір. Проблема STEM-освіти є досить новою у педагогіці, вона враховує сучасні потреби і виклики, з якими стикаються учні, та орієнтує на розвиток таких компетентностей, як критичне мислення, навички командної роботи, здатність до розв'язання реальних проблем. Це надає дослідженню новизни, адже воно пропонує шляхи інтеграції STEM не лише як інноваційного освітнього підходу, а й як засобу формування особистісних і професійних якостей, необхідних для майбутнього. Такий підхід дозволяє побачити вплив STEM-освіти в довгостроковій перспективі, що є цінним для сучасної педагогічної практики. Необхідність обґрунтування й розробки конкретних методик і підходів щодо впровадження STEM-

елементів на уроках природничих наук у ЗЗСО, зокрема у поєднанні теоретичних знань із практичним застосуванням у навчальному процесі, зумовили вибір теми дослідження..

Мета дослідження: дослідити ефективність використання елементів STEM-освіти на уроках з предметів природничої освітньої галузі у закладах загальної середньої освіти та їхній вплив на рівень навчальних досягнень учнів, розвиток їхніх практичних навичок і формування ключових компетентностей, необхідних для сучасного суспільства.

Завдання дослідження:

1. Здійснити аналіз наукових праць, методичних рекомендацій та освітньої практики, пов'язаних з впровадженням STEM на уроках з предметів природничої освітньої галузі.

2. З'ясувати, наскільки учні і вчителі знайомі з елементами STEM-освіти та оцінити стан їх застосування в освітнього процесі з природничих наук.

3. Розробити навчальні матеріали і методики з використанням STEM, адаптовані для викладання предметів природничої освітньої галузі в основній школі.

4. На основі результатів дослідження сформулювати пропозиції для вдосконалення навчальних програм і реалізації підходів STEM-освіти у закладах загальної середньої освіти.

Об'єкт дослідження – освітній процес на уроках з предметів природничої освітньої галузі у закладах загальної середньої освіти, зокрема, діяльність учнів та педагогів, залучених у впровадженні STEM-освіти.

Предмет дослідження – методи та форми застосування елементів STEM-освіти на уроках природничих наук у школах, а також їхній вплив на навчальні досягнення, мотивацію та розвиток ключових компетентностей учнів.

Методи дослідження: Для дослідження ефективності застосування STEM-елементів на уроках природничих наук було обрано комплекс

теоретичних та емпіричних методів, що включає аналіз літератури, анкетування, спостереження, моделювання.

На етапі теоретичного дослідження проводиться огляд літератури та нормативних документів, що допомагає глибше зрозуміти принципи STEM-освіти та визначити методи її впровадження у природничих науках. За допомогою анкетування й опитування вивчаються думки учнів і вчителів щодо їхнього ставлення до STEM-методів і готовності до їх використання. Метод спостереження дозволяє безпосередньо оцінити залученість учнів під час уроків із STEM-елементами. Моделювання застосовується для конструювання завдань і методичних розробок занять з метою підвищення ефективності STEM-освіти в природничій галузі.

Теоретичне значення дослідження полягає у розширенні наукових знань про можливості й особливості застосування STEM-методів у навчальному процесі, зокрема на уроках природничих наук. Дослідження сприяє глибшому розумінню того, як інтеграція науки, технологій, інженерії та математики впливає на формування ключових компетентностей учнів і їхній загальний інтелектуальний розвиток. Результати можуть стати основою для подальших досліджень у галузі педагогіки та методики навчання, а також розробки нових підходів до викладання природничих дисциплін.

Практичне значення дослідження відображається в можливості впровадження розроблених STEM-методик у загальноосвітніх школах. Методичні рекомендації та розроблені практичні матеріали можуть бути корисними для вчителів, допомагаючи їм інтегрувати STEM-елементи в навчальний процес, підвищуючи зацікавленість учнів, їхню мотивацію до навчання та здатність застосовувати знання на практиці. Це дозволить зробити навчання більш інтерактивним, цікавим та орієнтованим на реальні життєві виклики, що відповідає сучасним вимогам освіти.

Апробація результатів дослідження.

Результати дослідження за темою магістерської роботи доповідалися впродовж 2024 року на хіміко-біологічному факультеті ТНПУ під час VI

Міжнародної науково-практичної конференції «Підготовка майбутніх учителів фізики, хімії, біології та природничих наук у контексті вимог Нової української школи» 23-24 травня 2024 року. Вони відображені у публікації (у співавторстві).

Публікації. Дозорець Юлія, Жирська Галина. Використання елементів STEM–освіти на уроках з навчальних предметів природничої освітньої галузі в ЗЗСО. *Підготовка майбутніх учителів фізики, хімії, біології та природничих наук у контексті вимог Нової української школи: Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції. 23-24 травня 2024 р., м. Тернопіль. С. 346-348.*

Структура магістерської роботи. Робота містить вступ, три розділи, висновки, список використаних джерел, додатки.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ STEM-ОСВІТИ ТА ЇЇ РОЛЬ У ПРИРОДНИЧІЙ ОСВІТНІЙ ГАЛУЗІ

1.1. Визначення поняття STEM-освіти, її принципів та ключових компонентів (Science, Technology, Engineering, Mathematics)

STEM (S – наука, T – технології, E – інженерія, M – математика) – це освітній напрям, що об'єднує природничі науки, технології, інженерну творчість і математику. Він набирає популярності як пріоритетний вектор у сучасній освіті, спрямований на розвиток ключових компетенцій, необхідних для успішного навчання, професійної діяльності та інноваційної роботи в умовах швидкої технологічної трансформації [15].

Посилення ролі STEM-освіти є важливою складовою стратегії модернізації системи освіти та важливою частиною національної політики щодо посилення конкурентоспроможності економіки та людського капіталу STEM забезпечує формування інноваційних компетентностей, необхідних для досягнення успіху в глобалізованому світі, і відповідає сучасним вимогам суспільства та економіки. Вона розглядається як один із фундаментальних інструментів» [17].

Такий підхід спрямований на всебічний розвиток особистості, її світогляду та наукової картини світу. Використовуючи міждисциплінарний підхід, STEM поєднує теоретичні знання з практичним досвідом, що дозволяє учням ефективно використовувати свої наукові, математичні, технічні та інженерні навички для вирішення практичних завдань і підготовки до подальшої професійної діяльності.

Інтегровані принципи STEM дозволяють модернізувати методи навчання, оновити зміст та обсяг навчальних матеріалів з природничо-математичних дисциплін, технологізувати освітній процес. Це дає змогу розвивати навички розв'язання комплексних проблем, критичне та творче мислення, організаційні та комунікативні навички, підготовку до свідомого вибору професії, фінансову грамотність та цілісний світогляд STEM також

сприяє формуванню математичної та природничо-наукової грамотності, загальнокультурної та технічної компетентності, прагнення до навчання впродовж усього життя також сприяє розвитку бажання вчитися впродовж усього життя.

Цей підхід приділяє особливу увагу математичній грамотності як основі для послідовного, глибокого та якісного набуття STEM-компетентностей. Акцент робиться на стимулюванні допитливості учнів, підтримці процесу навчання, заохоченні самостійних досліджень та експериментів і створенні нових можливостей.

Розвиток STEM-освіти в Україні розпочався у 2015 році, коли Міністерство освіти і науки України організувало круглий стіл; у 2016 році Міністерство затвердило план дій на 2016-2018 роки, який передбачав нормативно-правові зміни, організацію конференцій та розробку інтегрованої навчальної програми спецкурсів, факультативів та гуртків. До нього увійшли.

В Україні діє Інститут модернізації змісту освіти (ІМЗО), який впроваджує сучасні підходи в освітній галузі. 25 лютого 2021 року Міністерство освіти і науки України опублікувало план заходів з реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) на період до 2027 року, яка була схвалена Урядом 5 серпня 2020 року. Документ окреслює низку заходів, спрямованих на розвиток навичок дослідницької та інженерної діяльності, винахідництва, підприємництва, професійного самовизначення та популяризацію науково-технічних та інженерних професій. Документ також передбачає просування інновацій в освіті та підвищення кваліфікації вчителів: у період з 2021 по 2025 роки планується видання методичних рекомендацій, проведення конкурсів, організація семінарів та курсів підвищення кваліфікації для вчителів.

Основою STEM-освіти є STEM-центри та лабораторії, оснащені конструкторами, дослідницьким обладнанням, 3D-принтерами та тренажерами. Багато з них діють у закладах загальної середньої освіти, позашкільних закладах, вищих навчальних закладах та закладах

післядипломної педагогічної освіти. Основні напрямки діяльності включають робототехніку, програмування, інженерію, 3D-моделювання, комп'ютерне моделювання, дизайн, фрезерування, лазерні технології та мехатроніку.

Поширення STEM зумовлене дефіцитом фахівців у галузі математики, природничих наук, інформатики та технологій, особливо в таких країнах, як США, Великобританія та Німеччина. STEM-освіта використовується для підготовки архітекторів, розробників програмного забезпечення, аналітиків даних, інженерів-хіміків, інженерів-електриків, інженерів-механіків, інженерів-технологів, інженерів-технологів, інженерів-механіків, інженерів-технологів. інженери, інженери-електрики, інженери з обробки даних, геологи, фізики та IT-менеджери.

США є одним з найактивніших прихильників STEM-підходів в освіті. Тут STEM-програми впроваджуються на державному рівні та активно впроваджуються в університетах. STEM-освіта була запроваджена у 2001 році Е. Лауб заснував організацію під назвою Initiative Science (пізніше STEM.org), яка вперше використала термін STEM, а в 2009 році програма «Навчати інноваціям» зробила STEM-освіту незалежною галуззю педагогіки в США. Координацію STEM-освіти в країні здійснюють Рада з науки і технологій Національної академії наук США та Комітет з науки, інженерії та державної політики.

У Великій Британії, де немає державного органу, STEM-освітою керують дві неурядові організації: «STEMNet» та «EngineeringUK».

У Фінляндії замість терміну STEM використовується аббревіатура LUMA. Перший центр LUMA було відкрито у 2003 році в Гельсінському університеті в Гельсінкі, і відтоді подібні центри з'явилися по всій країні.

В Ірландії активно діють вечірні курси підвищення кваліфікації для вчителів STEM, які поділяються на блоки, модулі та семінари.

Перспективними напрямками розвитку STEM є використання цієї освіти для сталого розвитку суспільства, боротьби зі зміною клімату та інтеграції природних екосистем в антропогенне середовище.

1.2. Значення STEM-освіти для формування компетентностей у природничій освітній галузі

5 серпня 2020 року Кабінет Міністрів України затвердив Концепцію розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти), реалізація якої планується до 2027 року. «Впровадження STEM-освіти не лише допомагає вчителям ефективніше пояснювати матеріал, а й допомагає учням розвивати критичне мислення та комбінувати знання для вирішення реальних проблем». Однією з ключових компетенцій учнів є логіко-математичне мислення та наукове розуміння сучасних технологій. «Ми прагнемо відновити популярність природничих, технічних, математичних та інженерних професій, але цей процес потрібно починати зі школи», - зазначив Сергій Шкарет, в.о. Міністра освіти і науки.

Концепція спрямована на модернізацію STEM-освіти, її популяризацію на всіх рівнях освіти та створення партнерств з роботодавцями та науковими установами для розвитку природничо-математичної освіти.

Згідно з ініціативою, методика викладання та програми STEM-освіти будуть зосереджені на розвитку компетенцій, необхідних на ринку праці, включаючи критичне мислення, інженерне мислення, алгоритмічне мислення, навички обробки та аналізу даних, цифрову грамотність, креативність, інноваційність та комунікаційні навички. Ми вважаємо, що доцільним є запровадження елементів STEM-освіти під час вивчення різних навчальних предметів, особливо природничих наук.

За даними Міністерства торгівлі США, кількість STEM-професій зросла на 17%, тоді як інші професії - лише на 9,8%. Випускники зі STEM-освітою заробляють значно більше, навіть у професіях, безпосередньо не пов'язаних з цими галузями. У багатьох країнах світу фахівці в галузі науки, технологій, інженерії та математики вважаються основними рушіями економічного зростання та стабільності STEM-освіта не лише надає учням

високі професійні навички, а й навчає важливим життєвим навичкам, таким як критичне мислення, робота в команді та вирішення проблем STEM-освіта є природною STEM-освіта включає природничо-наукові дисципліни в навчальну програму, де отримані знання одразу застосовуються на практиці та в інноваціях. Учні не лише вивчають основи природничих та інженерних наук, а й вчать втілювати ці знання в реальні проекти. Стрімкий розвиток технологій та комп'ютеризації означає, що ІТ-спеціалісти, програмісти та інженери будуть найбільш затребуваними професіоналами майбутнього. Особливо важливими будуть фахівці в галузі нанотехнологій та біотехнологій, оскільки ці професії є основою для STEM-освіти» [9].

STEM-освіта враховуватиме індивідуальний підхід, постійне оновлення змісту освіти відповідно до наукових результатів та потреб ринку праці, формування необхідних компетентностей на всіх рівнях освіти, розвиток спеціалізованих закладів у сфері науки.

STEM-освіта може розвиватися на рівнях початкової, базової, профільної, вищої та спеціалізованої освіти. STEM-освіта буде надаватися через формальну, неформальну та інформальну освіту, включаючи онлайн-платформи, STEM-центри, інститути, екскурсії, турніри, конкурси, фестивалі, семінари та інші заходи.

Уряд України також прийняв План заходів щодо розвитку природничо-математичної освіти (STEM) до 2027 року. Існує багато варіацій STEM-освіти, зокрема STEM («А» - без ініціалів «мистецтво») та STREAM («R» - з ініціалами «читання та письмо»). Провідні країни світу вважають ці концепції ключовими для майбутньої освіти людства.

Хоча термін STEM-освіта широко розповсюджений, не всі до кінця розуміють, що він означає. Ідея інтеграції різних наук в освітній процес та зосередження уваги на практичному застосуванні знань вже давно обговорюється в тестах PISA та фінській моделі освіти. У Фінляндії вважають, що якщо молодь закінчує школу з сучасними знаннями, включаючи новітні комп'ютерні технології та навички пошуку інформації,

вона не тільки досягне успіху, але й зробить свій внесок у суспільство. Наприклад, в рамках нового підходу 15-річні учні вивчають професійні курси, які безпосередньо пов'язані з реальними життєвими ситуаціями. Одним з таких курсів є «робота в кафетерії», який включає такі елементи, як математика для розрахунків, мовні навички тощо"[13].

STEM - це абревіатура від Science, Technology, Engineering and Mathematics (наука, технології, інженерія та математика). Коли до цього поняття додають мистецтво, виходить STEAM. Додайте навички читання та письма (Reading + Writing) і ви отримаєте STREAM. Концепція поєднує в собі науку, технології, читання і письмо, інженерію, мистецтво і математику» [21].

На думку Джонатана В. Герлаха, національного консультанта США з питань STEM-освіти, сучасний світ не поділяється на академічні дисципліни. Він включає в себе численні галузі знань, які пов'язані між собою через повсякденне життя. Як він зазначає, «американці не зупиняються о 9:30 ранку, щоб займатися лише математикою, а о 10:45 переключаються на соціальні науки». Як сказав А. Приншайм, «справжній математик має елементи художника, архітектора і навіть поета», і це відображає інтеграцію науки і Це також відображає інтеграцію мистецтва з наукою в освітньому процесі.

Національний науковий фонд (NSF) і Національний фонд мистецтв (NEA) після консультацій дійшли висновку, що додавання мистецтва до STEM-освіти недостатньо. Вони запропонували включити навички, пов'язані з читанням і письмом, що призвело до появи концепції STREAM. STEAM - це інтегрований підхід до навчання, який поєднує науку, технології, інженерію та гуманітарні науки з проектним підходом і практикою командної роботи. Підхід зародився в Південно-Східній Азії, зокрема в Сінгапурі, і швидко набув популярності в США та інших країнах.

Викладання предметів природничої галузі з елементами STEM забезпечує реальний шлях до успіху, оскільки інтеграція науки, технологій,

інженерії та математики дає практичні навички та можливість застосовувати теорію в реальних життєвих ситуаціях.

Сьогодні впровадження STEM-освіти в школах набуває особливого значення. Зміни в сучасних вимогах до навчання ставлять перед вчителями нові виклики, такі як побудова міждисциплінарних зв'язків та зміна підходів до викладання. Така система освіти вчить учнів жити у світі, що швидко змінюється, реагувати на зміни, критично мислити та творчо розвиватися» [19].

STEM-освіта має особливості, характерні для кожного етапу навчання; STEM-освіта розвиває дослідницькі навички, адаптуючи методи до віку та розумових здібностей учнів. Основним завданням є розвиток знань про STEM-дисципліни та професії, а також стимулювання інтересу до подальших досліджень у цих галузях. Така освіта поєднує науку, технології, інженерію та математику для вирішення практичних завдань і створення проектів. Особливе значення мають технології, які сприяють розвитку критичного мислення, математичних навичок і вміння проводити експерименти та аналізувати результати.

У школах дослідницьким навичкам навчають у доступній формі, яка відповідає віку та інтересам учнів; методологія STEM базується на практичних завданнях і проблемах, які учні вирішують методом проб і помилок, а також на теорії. Дослідницька діяльність учнів покликана допомогти їм пізнавати навколишній світ, здобувати нові знання та навички, розвивати свої інтелектуальні та творчі здібності. Вона також стимулює інтерес до вивчення предмета та сприяє розвитку ключових компетентностей.

Впровадження STEM-освіти є потужним засобом підготовки учнів до майбутнього. Вони можуть стати інноваційними, креативними та надійними членами суспільства. Майбутнє належить технологіям, і розвиток цих технологій залежить від нових форм вчителів, які зможуть виховати наступне покоління творців» [30].

1.3. Огляд педагогічних підходів та методів, що застосовуються для інтеграції STEM на уроках природничих наук

Проектне навчання (Project-Based Learning, PBL) – це сучасний педагогічний підхід, який спрямований на залучення учнів до активного процесу засвоєння знань через роботу над реальними завданнями та проблемами. В основі цього методу лежить ідея, що учні краще опановують навчальний матеріал, коли вони самі беруть участь у процесі дослідження, аналізу, обговорення і вирішення конкретних проблем, які мають практичне застосування в житті. Проектне навчання значною мірою орієнтоване на розвиток критичного мислення, самостійності, креативності та вміння працювати в команді, що робить його особливо ефективним для підготовки учнів до майбутнього в сучасному суспільстві, де ці навички є необхідними.

Особливу цінність проектне навчання має у вивченні природничих наук, де воно дозволяє поєднувати теоретичні знання з практичними навичками та інтуїтивним розумінням наукових явищ. Наприклад, вивчаючи екологію, учні можуть зосередитися на аналізі впливу людської діяльності на навколишнє середовище. Це може включати вивчення таких аспектів, як забруднення повітря, водних ресурсів, знищення лісів або використання хімічних добрив. Працюючи над подібним проектом, школярі можуть дослідити реальні екологічні проблеми свого міста чи регіону, провівши певні вимірювання або аналізуючи існуючі наукові дані. Під час роботи над проектом вони не лише засвоюють знання про вплив різних видів забруднення на екосистему, але й вчаться знаходити і пропонувати рішення, які можуть допомогти зменшити цей вплив [36]. Це може бути розробка рекомендацій щодо скорочення використання пластикових виробів, пропозиція альтернативних джерел енергії або заходів для збереження природних ресурсів. Подібна діяльність не тільки поглиблює розуміння наукових принципів, а й виховує відповідальне ставлення до природи.

Проектне навчання стимулює колективну роботу, оскільки учні часто працюють у групах. Вони вчаться ефективно комунікувати, обговорювати ідеї, розподіляти обов'язки та вирішувати конфлікти, які можуть виникнути під час спільної роботи. Наприклад, у проєкті з вивчення екологічних проблем одна група може займатися збором інформації та підготовкою теоретичної основи, інша – проводити аналіз даних, а третя – займатися пошуком практичних рішень або розробкою моделей. У процесі такої діяльності учні розвивають навички, які виходять за межі академічних знань, а саме: лідерство, вміння слухати і враховувати думку інших, приймати зважені рішення [41].

Колективна робота сприяє розумінню важливості співпраці і дозволяє учням усвідомити, що в реальному житті досягнення найкращих результатів можливе саме завдяки об'єднанню зусиль і знань багатьох людей. Також важливо, що проєктне навчання розвиває аналітичне мислення. Виконуючи проєкт, учні не просто запам'ятовують інформацію, а вчаться аналізувати наукові дані, встановлювати причинно-наслідкові зв'язки, формулювати гіпотези та перевіряти їх за допомогою експериментів або спостережень. Наприклад, у проєкті з вивчення впливу забруднення води на здоров'я людини учні можуть дослідити, як певні речовини впливають на якість води, та оцінити ризики для живих організмів. Вони вивчають хімічний склад забруднюючих речовин, їх вплив на водну екосистему і на людину, а потім можуть запропонувати варіанти фільтрації води або інші методи очищення. Такий процес дозволяє учням розуміти, як працюють наукові методи дослідження, і надає їм практичні навички, необхідні для подальшого навчання або кар'єри в науці.

Проектне навчання також значною мірою стимулює креативність, оскільки діти мають можливість пропонувати власні ідеї та підходи до вирішення завдань. Це особливо цінно в природничих науках, де часто важливо мислити поза рамками, щоб знайти нові способи вирішення складних проблем. Наприклад, при вивченні відновлювальних джерел енергії

учні можуть спробувати створити моделі сонячних батарей або вітряків, які могли б ефективно працювати в умовах їхнього регіону [49]. Під час такої роботи вони експериментують з різними матеріалами, конструкціями, умовами експлуатації, розвиваючи інженерне мислення і навички творчого підходу до вирішення технічних завдань.

Проблемно-орієнтоване навчання (Problem-Based Learning, PBL) є ефективним методом, що ставить учнів перед реальними проблемами, які потребують негайного вирішення і мають безпосереднє практичне значення. На відміну від традиційних підходів, де вчитель надає учням готові знання, цей метод спонукає учнів самостійно шукати інформацію, критично її оцінювати і застосовувати на практиці. Основна мета проблемно-орієнтованого навчання полягає у створенні умов, де учні працюють над конкретними завданнями, що часто мають відкрите рішення, тобто можуть бути вирішені різними способами. Це допомагає формувати у школярів навички самостійного мислення, здатність до пошуку альтернативних рішень, а також розвивати навички колаборації, необхідні для роботи в сучасному суспільстві [50].

Одним із головних елементів цього підходу є групова робота, яка дозволяє учням розподіляти обов'язки, обговорювати різні стратегії вирішення завдань, аналізувати переваги й недоліки кожного варіанту. Наприклад, якщо учням пропонується розробити технологію для очищення забрудненої води, вони можуть об'єднати зусилля для вивчення хімічного складу забруднювачів, дослідити різні способи фільтрації та очищення води, вивчити технології, які застосовуються у світі, і навіть провести власні експерименти, щоб обрати найбільш ефективний метод. У ході такого процесу учні не тільки поглиблюють знання з хімії, фізики та біології, але й формують розуміння екологічних проблем і можливостей для їх вирішення.

Важливим є також те, що учні вчаться критично оцінювати кожен запропонований метод, ставити під сумнів його ефективність і обговорювати, які наслідки він може мати для довкілля. Цей підхід значною мірою розвиває

критичне мислення, адже учні мають не лише знайти вирішення проблеми, але й обґрунтувати його доцільність. Наприклад, якщо група учнів займається пошуком способів збереження енергії, вони можуть досліджувати різні джерела відновлювальної енергії, такі як сонячні батареї, вітряки чи використання біомаси. Вони вчаться оцінювати переваги й недоліки кожного джерела, порівнювати витрати на їх встановлення та обслуговування, аналізувати екологічний вплив та розробляти план зниження енергоспоживання у власній школі або навіть у громаді. Це не лише поглиблює розуміння принципів енергозбереження, а й формує екологічну свідомість, оскільки учні починають усвідомлювати відповідальність за навколишнє середовище.

Проблемно-орієнтоване навчання також заохочує учнів до міждисциплінарного підходу, оскільки для вирішення багатьох проблем потрібно застосовувати знання з різних предметів. Зокрема, для вирішення проблеми забруднення ґрунтів необхідні знання з хімії, щоб розуміти склад ґрунтів і хімічні процеси, які в них відбуваються; з біології, щоб усвідомлювати вплив забруднення на екосистему; з математики, щоб розраховувати концентрації забруднювачів та інтенсивність їх впливу. Такий підхід допомагає учням подолати розрізненість знань, що часто притаманна традиційній освіті, і побачити, як науки взаємодіють одна з одною у реальному світі. Учні починають усвідомлювати, що для вирішення складних проблем потрібен широкий підхід, який включає знання з багатьох галузей.

Крім цього, проблемно-орієнтоване навчання сприяє розвитку навичок дослідницької діяльності, адже діти вчаться ставити питання, формулювати гіпотези, збирати дані і робити на їх основі висновки. Наприклад, при роботі над проблемою сміттєзвалищ учні можуть дослідити різні методи переробки відходів, дізнатися про технології сортування, компостування або спалювання сміття, а також оцінити їхні переваги та недоліки [49]. Вони можуть розробити власні пропозиції щодо покращення системи управління відходами, яка буде як екологічно, так і економічно ефективною. У процесі

дослідження учні набувають навички, необхідні для проведення наукових експериментів, а також вчаться бути відповідальними за власний проєкт та його результати.

Проблемно-орієнтоване навчання робить процес навчання значно більш захопливим і змістовним, адже воно дозволяє учням відчувати реальну цінність своїх знань. Учні бачать, що знання, які вони отримують, можуть мати практичне застосування і допомагати у вирішенні важливих проблем. Це створює глибшу мотивацію до навчання, адже вони починають розуміти, що від їхніх зусиль і від їхнього вміння працювати в команді, критично мислити і шукати альтернативи залежить успіх їхнього проєкту, а іноді й добробут спільноти, в якій вони живуть. У підсумку, проблемно-орієнтоване навчання не тільки сприяє глибокому засвоєнню наукових знань, а й розвиває в учнів важливі життєві навички, формує відповідальне ставлення до навколишнього світу і розширює їхнє уявлення про те, як наука і технології можуть сприяти вирішенню глобальних і локальних проблем.

Дослідницьке навчання (Inquiry-Based Learning) є педагогічним підходом, який ставить акцент на залученні учнів до процесу активного дослідження і самостійного пошуку знань. У центрі цього методу – розкриття природної цікавості учнів, стимулювання їхнього бажання ставити питання і знаходити на них відповіді, що дозволяє досягти глибшого та більш осмисленого засвоєння матеріалу. На відміну від традиційного викладання, де вчитель є джерелом знань і передає учням готові факти, дослідницьке навчання будується на принципі, що учні самі здатні дійти висновків через власні спостереження, аналіз і роздуми. Учні стають активними дослідниками, які вчаться критично мислити, формувати гіпотези і самостійно розробляти шляхи їх перевірки.

Процес дослідницького навчання починається з постановки запитань, які можуть виникати під час обговорення теми або спостережень за природними явищами [47]. Ці запитання служать основою для подальших досліджень і формування гіпотез. Наприклад, під час вивчення процесу

фотосинтезу учні можуть зацікавитися, чому рослини зелені або як впливає інтенсивність світла на швидкість цього процесу. Відповідно, вони можуть сформулювати гіпотезу, що при збільшенні світла фотосинтез прискорюється, і самостійно розробити експеримент для перевірки цієї гіпотези. Виконуючи експеримент, учні вчаться використовувати наукові методи, такі як постановка мети, вибір змінних, контроль за умовами експерименту і збирання даних. У результаті вони не просто засвоюють теорію, а й розвивають розуміння, як саме знання генеруються і підтверджуються в науці.

Дослідницьке навчання також активно заохочує до лабораторних робіт, експериментів і спостережень. Ці види діяльності сприяють засвоєнню теоретичних знань через практичний досвід і дають учням можливість бачити на власні очі, як наукові принципи працюють у реальності. Лабораторні заняття можуть включати як стандартні шкільні експерименти, так і унікальні дослідження, які відповідають інтересам конкретних учнів чи темам, що вивчаються. Наприклад, під час вивчення електромагнітних явищ учні можуть створювати магнітні поля, досліджувати вплив магнітного поля на провідники струму або навіть намагатися побудувати простий електромотор. Така діяльність допомагає учням глибше розуміти складні наукові поняття і розвиває навички роботи з обладнанням, вимірювання та обробки даних.

Ще однією важливою складовою дослідницького навчання є процес самостійного пошуку відповідей на запитання. Учні вчаться ставити під сумнів уже відомі факти, шукати додаткову інформацію, аналізувати альтернативні точки зору і синтезувати отримані дані для формування власних висновків. Цей процес сприяє розвитку самостійності та впевненості в собі, адже учні починають розуміти, що вони здатні самостійно дійти до нових знань і розуміння [48]. Наприклад, під час дослідження явищ у біології вони можуть аналізувати, як певні фактори навколишнього середовища впливають на ріст рослин або розвиток живих організмів, і, замість

отримання готових відповідей від учителя, самі стають першовідкривачами цих закономірностей.

Дослідницьке навчання сприяє розвитку аналітичного мислення та навичок критичної оцінки інформації, що є вкрай важливим у сучасному інформаційному суспільстві. Учні вчаться аналізувати результати експериментів, порівнювати їх з наявними теоріями і робити висновки про достовірність отриманих результатів. Вони мають можливість зіткнутися з проблемами і труднощами в процесі дослідження, що вчить їх бути гнучкими, змінювати плани, адаптувати підходи і вчитися на власних помилках. Така навчальна діяльність допомагає розвинути навички вирішення проблем, що є корисними в будь-якій сфері життя [21]. Наприклад, у випадку невдачі експерименту учні можуть обговорювати можливі причини невдалих результатів, вносити корективи в план дослідження і пробувати ще раз, що також вчить їх не здаватися і йти до кінця в досягненні своїх цілей. Дослідницьке навчання дозволяє учням стати активними учасниками свого освітнього процесу, сприяє підвищенню їхньої мотивації до навчання та робить його більш цікавим і значущим. Вони розуміють, що навчання – це не лише запам'ятовування фактів і формул, а справжній процес відкриття, де є місце для їхніх інтересів, запитань і власних гіпотез. Це створює умови, за яких учні почувуються не просто пасивними слухачами, а рівноправними учасниками наукового процесу, що розвиває у них інтерес до науки та може надихнути на подальше вивчення природничих дисциплін. Завдяки такому підходу навчання стає не просто шляхом до здобуття знань, а шляхом до розвитку особистості, її навичок самостійного мислення, відповідальності і вміння працювати з інформацією.

Інтегративне навчання (Integrated Approach) – це сучасний освітній підхід, який об'єднує знання з різних дисциплін у єдиний навчальний процес, дозволяючи учням сприймати освіту як цілісний досвід, а не як сукупність окремих предметів. Цей підхід особливо ефективний у природничих науках, адже природні явища та процеси рідко можна пояснити лише однією наукою.

Інтегративне навчання дозволяє поєднувати природничі науки, математику, інженерію та інформатику, створюючи зв'язки між ними і демонструючи, як ці знання взаємодіють у реальному світі. Завдяки цьому учні отримують більш глибоке і системне розуміння предметів, навчаються застосовувати свої знання на практиці та бачити їх значущість у повсякденному житті.

Суть інтегративного підходу полягає в тому, щоб виховувати в учнів ширший погляд на проблеми, допомагаючи їм зрозуміти, що будь-яке завдання може мати декілька аспектів і підходів до вирішення [49]. Наприклад, досліджуючи тему зміни клімату, учні можуть застосовувати знання з географії для вивчення природних явищ, використовувати математичні методи для аналізу даних про температуру, вологість і рівень викидів парникових газів, застосовувати інженерні знання для розробки моделей, які дозволять прогнозувати зміни клімату, та використовувати інформатику для створення симуляцій або візуалізації даних. У такому процесі учні не тільки вивчають конкретну тему, але й набувають навичок інтеграції знань з різних галузей, що є важливим в умовах сучасного технологічного прогресу, коли для вирішення багатьох проблем необхідний міждисциплінарний підхід. Інтегративне навчання розвиває у школярів вміння мислити аналітично та системно, оскільки вони вчаться оцінювати проблему з різних точок зору, об'єднувати інформацію з кількох предметів і робити обґрунтовані висновки.

Наприклад, розглядаючи питання забруднення водних ресурсів, учні можуть досліджувати хімічний склад забруднювачів, аналізувати вплив різних речовин на живі організми, вивчати фізичні процеси очищення води та розробляти математичні моделі, які допоможуть оцінити концентрацію забруднювачів у різних умовах. До того ж, вони можуть використовувати програмне забезпечення для візуалізації даних та розробки комп'ютерних моделей, які дозволять побачити, як змінюється якість води залежно від різних факторів. Такий комплексний підхід дає можливість учням не тільки

розвинути знання з кожної окремої дисципліни, а й побачити, як ці знання доповнюють і підсилюють одне одного.

Завдяки інтегративному навчанню діти також отримують навички, необхідні для вирішення складних, багатогранних проблем, що є однією з ключових вимог сучасного ринку праці. У реальному житті професіонали різних галузей часто змушені співпрацювати, щоб знайти найбільш оптимальні рішення, і тому здатність до міждисциплінарного мислення стає незамінною. Наприклад, під час роботи над проєктом зі створення системи моніторингу забруднення повітря учні можуть поєднувати знання з інформатики для написання програмного коду, який буде аналізувати дані, знання з фізики для роботи з сенсорами, що вимірюють рівень забруднення, і математичні методи для обробки результатів. Така робота вчить школярів, як різні сфери знань можуть об'єднуватися для досягнення однієї мети, та допомагає їм зрозуміти важливість колективної праці і взаємодії знань у сучасному суспільстві [33].

Інтегративне навчання також розвиває у школярів технічні навички, які є актуальними для роботи з сучасними технологіями. Наприклад, учні можуть вивчати основи програмування, щоб створювати симуляції природних процесів, таких як зміна пір року або вплив різних екологічних факторів на біорізноманіття. До того ж, вони можуть користуватися спеціальними програмами для моделювання наукових даних, що дозволяє їм краще розуміти статистичний і математичний аналіз, а також отримувати навички роботи з великими обсягами інформації. Це не тільки сприяє розвитку їхніх технічних здібностей, але й вчить застосовувати теоретичні знання на практиці, бачити, як науки і технології взаємодіють між собою, і які можливості для вирішення проблем надає поєднання різних дисциплін.

Інтегративне навчання сприяє формуванню в учнів глобального світогляду, адже в процесі навчання вони починають усвідомлювати, що сучасні проблеми, такі як кліматичні зміни, зникнення видів, енергетична криза чи забруднення навколишнього середовища, не можуть бути вирішені

лише з точки зору однієї науки. Вони розуміють, що для успішного вирішення таких питань потрібен комплексний підхід, що включає знання з екології, фізики, інформатики, економіки, а також соціальні й гуманітарні аспекти. Це допомагає виховувати у школярів відповідальне ставлення до світу, розуміння важливості збереження природних ресурсів і усвідомлення їхньої особистої ролі у захисті довкілля.

STEM-лабораторії та практикуми є важливою частиною сучасної освіти, особливо в контексті підготовки учнів до роботи з новітніми технологіями та розвитку навичок практичного застосування наукових знань. У STEM-лабораторіях створені всі умови для того, щоб учні могли випробувати свої знання на практиці та реалізувати власні ідеї за допомогою сучасного обладнання, як-от 3D-принтери, різноманітні датчики, цифрові мікроскопи та програмне забезпечення для моделювання. Таке обладнання дозволяє учням працювати над широким спектром проєктів, що поєднують науковий підхід з творчістю та інженерними навичками. Завдяки цьому вони не лише отримують уявлення про сучасні технології, а й здобувають досвід, який допоможе їм підготуватися до майбутнього навчання або роботи в технологічній сфері [44].

Один із ключових елементів роботи в STEM-лабораторіях – це можливість застосовувати отримані знання в реальних проєктах, які часто базуються на міждисциплінарних темах. Наприклад, створюючи модель клітини, учні не тільки вивчають біологічні структури, але й використовують 3D-принтер для виготовлення деталей, програмне забезпечення для моделювання об'єктів і навіть основи інженерії для конструювання моделі. Це дозволяє їм одночасно заглиблюватися в біологію, розуміти основи тривимірного друку та оволодівати технічними навичками роботи з сучасним обладнанням. Подібні проєкти часто не обмежуються лише теоретичною частиною, адже вони вимагають від учнів вміння експериментувати, оцінювати результати і знаходити способи покращення власних моделей.

Така практика допомагає закріпити знання і дає можливість краще зрозуміти взаємозв'язок між наукою, технікою та творчістю.

Ще одним важливим аспектом STEM-лабораторій є проєкти з розробки та побудови метеостанцій, які включають в себе кілька етапів дослідження і конструювання. Вивчаючи основи метеорології, фізики і навіть програмування, учні вчаться створювати прилади для вимірювання атмосферного тиску, температури, вологості та інших погодних показників. Знання з фізики допомагають їм зрозуміти принципи роботи датчиків, навички програмування – організувати збір і обробку даних, а математичний аналіз – оцінювати точність і якість отриманих результатів. У такому проєкті учні також вчаться працювати з електронними компонентами і програмами для обробки даних, що дозволяє їм застосовувати одержані результати для прогнозування погодних змін. До того ж, така діяльність вчить дітей працювати в команді, оскільки створення метеостанції зазвичай потребує координації та розподілу завдань між учасниками, що також є важливою навичкою для майбутньої кар'єри.

Практикуми в STEM-лабораторіях сприяють також розвитку інженерних навичок завдяки можливості розробляти та програмувати роботизовані системи. Робота з робототехнікою дозволяє учням зрозуміти основи механіки, електроніки та алгоритмічного мислення. Вони вивчають, як працюють різні типи двигунів, сенсорів та інших компонентів, навчаються створювати власні алгоритми для керування рухом і виконання завдань роботами. Наприклад, учні можуть працювати над проєктом автоматичного сортування об'єктів, розробляючи робота, який розпізнає та сортує предмети за кольором, розміром або вагою. У цьому випадку вони використовують знання з фізики та математики для визначення параметрів, які робот має враховувати, а програмування дозволяє налаштувати його дії. Такі проєкти дають можливість дітям побачити, як науки й технології можуть співпрацювати для вирішення практичних завдань.

Загалом STEM-лабораторії стають місцем, де учні можуть спробувати себе в ролі інженерів, винахідників і дослідників. Вони дають змогу зрозуміти, як теоретичні знання можуть перетворитися на корисні практичні проєкти, що мають реальну цінність. Це формує не лише глибоке розуміння предмету, а й навчає вирішувати проблеми, адаптувати свої знання до нових умов і критично оцінювати власні результати. STEM-лабораторії також сприяють розвитку творчості та інноваційного мислення, оскільки учні мають свободу експериментувати, вносити свої ідеї та тестувати їх на практиці. Це робить навчання більш захопливим і значущим, адже учні бачать реальний результат своєї праці і відчують, що їхні знання мають цінність не лише у класній кімнаті, а й у реальному житті.

Колаборативне навчання є важливою складовою STEM-освіти, де учні активно взаємодіють один з одним, обмінюються ідеями, досліджують різні підходи до вирішення завдань і навчаються співпрацювати для досягнення спільної мети [20]. У процесі колаборативного навчання учні не просто працюють поруч, а створюють динамічний навчальний простір, де кожен учасник може внести свій вклад і розвивати власний потенціал завдяки взаємодії з іншими. Спільна робота стимулює критичне мислення, вчить аргументовано висловлювати свої думки, а також слухати й приймати до уваги інші точки зору. Колаборація допомагає учням зрозуміти, що різні люди можуть мати різні погляди на проблему, і цей різнобій у поглядах часто стає важливою умовою для творчого та інноваційного підходу до завдання.

Оскільки в STEM-освіті часто розглядаються комплексні і міждисциплінарні проблеми, колаборативне навчання дозволяє об'єднати знання й навички з різних областей для створення повнішої картини завдання. Кожен член команди може спеціалізуватися в певній сфері та вносити свою частку у проєкт: хтось займається програмуванням, хтось розробляє математичні моделі, а хтось фокусується на фізичних чи інженерних аспектах. Наприклад, працюючи над проєктом створення системи збереження енергії, одна частина групи може зосередитися на

вивченні джерел відновлювальної енергії, інша – на розробці ефективної моделі її накопичення, а третя – на технічній реалізації цього проєкту. Така співпраця допомагає учням усвідомити важливість командної роботи, оскільки лише синтез знань і зусиль кожного учасника дозволяє досягти кінцевого результату. До того ж, вони навчаються розподіляти завдання та обов'язки, що розвиває в них організаційні здібності та відповідальність за свою частину роботи.

Колаборативне навчання також стимулює учнів до обговорення ідей і спільного вирішення проблем, що є особливо важливим у STEM-освіті, де часто виникають ситуації, коли немає єдиного правильного відповіді, а успіх залежить від того, наскільки команда здатна знайти оптимальне рішення. Учні вчаться підходити до проблем із різних сторін, оцінювати переваги і недоліки кожного рішення, порівнювати свої думки і знаходити компроміси. Вміння ефективно дискутувати, аналізувати різні підходи, висловлювати свої ідеї й аргументувати їх є важливим для майбутнього навчання та кар'єри, оскільки формує навички комунікації та взаєморозуміння, що є цінними у будь-якій професійній діяльності [22]. Колаборація у STEM-проєктах також вчить учнів вирішувати конфлікти і знаходити спільну мову з іншими, що є важливою складовою роботи у будь-якому колективі. Під час спільної роботи можуть виникати різні думки або навіть суперечки, але учні навчаються врегульовувати ці ситуації, висловлюючи свої погляди відкрито, але поважно, а також знаходячи спільні інтереси для досягнення загальної мети. Вони розуміють, що у кожного члена команди є своя роль, і що повага до чужих ідей та праці є ключем до ефективної командної роботи.

Уміння співпрацювати, приймати конструктивну критику та враховувати думки інших допомагають формувати стійкий фундамент для успішної роботи у сучасному світі, де майже кожне велике досягнення є результатом спільних зусиль. Навчання у команді також дозволяє учням розвивати соціальні навички та почуття приналежності до спільноти, що є важливим для формування позитивного ставлення до навчання. Вони

розуміють, що їхній внесок є значущим і що вони працюють над чимось важливим разом з іншими. Це не лише підвищує мотивацію до навчання, а й розвиває впевненість у власних силах, оскільки кожен учень відчуває свою значущість у спільній роботі. До того ж, успіхи та досягнення в команді стають джерелом гордості і натхнення, оскільки учні бачать результати своєї праці та розуміють, що ці досягнення були можливі завдяки спільним зусиллям. Колаборативне навчання у STEM-дисциплінах є незамінним інструментом для підготовки учнів до роботи в сучасному світі, де міждисциплінарна співпраця і командна робота відіграють ключову роль.

Учні здобувають навички організації, комунікації, критичного мислення та відповідальності, що допомагають їм не лише в академічному середовищі, але й у подальшому професійному житті. Спільне вирішення завдань і обмін ідеями роблять навчання більш захопливим і глибоким, адже учні розуміють, що їхні знання та вміння стають частиною спільної роботи, яка має значення для всіх учасників команди. Колаборативне навчання не лише сприяє засвоєнню нових знань, а й допомагає виховати покоління, здатне працювати разом, шукати креативні рішення та підтримувати одне одного у досягненні важливих цілей.

Використання цифрових технологій у навчальному процесі відкриває нові горизонти для вивчення наукових дисциплін, створюючи інтерактивне й захопливе освітнє середовище. Сучасні цифрові інструменти, такі як симуляції, навчальні додатки, програмне забезпечення для моделювання і віртуальні лабораторії, дозволяють учням занурюватися у світ науки на зовсім новому рівні. За допомогою таких платформ, як PhET або Tinkercad, учні можуть експериментувати з науковими явищами та процесами, які у звичайному класі або лабораторії важко або навіть небезпечно відтворити. Цифрові технології, таким чином, дозволяють вивчати природні явища в умовах безпечного і контрольованого середовища, де учні можуть бачити результати своїх експериментів у реальному часі, без ризику нашкодити собі або довкіллю [24].

Цифрові симуляції та моделювання значно полегшують вивчення складних наукових концепцій завдяки візуалізації та інтерактивності. Наприклад, за допомогою симуляцій учні можуть спостерігати за рухом планет у Сонячній системі, змінювати різні параметри, щоб побачити, як вони впливають на орбіти небесних тіл, або досліджувати процеси, які відбуваються на молекулярному рівні. Такий підхід робить наукові концепції доступними та зрозумілими навіть для тих, хто раніше не мав можливості працювати з реальними лабораторними установками. Завдяки візуалізації і можливості керувати процесами учні можуть глибше зрозуміти основи фізики, хімії, біології чи інших дисциплін. Це стимулює їхній інтерес до науки, оскільки вони бачать, як наукові теорії працюють на практиці і які реальні результати можна отримати.

Цифрові технології також дозволяють учням виконувати більш складні обчислення та моделювання, що раніше були доступні лише фахівцям або студентам старших курсів. За допомогою таких інструментів, як математичні програми, учні можуть вирішувати складні задачі, моделювати динамічні системи або навіть створювати власні проекти, засновані на аналізі великих обсягів даних. Це не тільки полегшує розуміння складних тем, але й розвиває важливі для сучасного світу навички роботи з інформаційними технологіями. Наприклад, учні можуть використовувати програму Tinkercad для створення 3D-моделей, що дозволяє їм краще зрозуміти принципи геометрії та просторового мислення. Такий досвід може стати першими кроками у вивченні інженерії або дизайну, що значно розширює освітні можливості.

Доступ до віртуальних лабораторій і навчальних платформ також сприяє розвитку самостійності та ініціативи у навчанні. Учні можуть працювати над завданнями у зручному для них темпі, повторювати експерименти стільки разів, скільки їм потрібно для повного розуміння матеріалу. Наприклад, у віртуальних лабораторіях можна відтворювати хімічні реакції, змінювати концентрацію речовин, температуру, умови і досліджувати, як ці фактори впливають на результат. Вони отримують

можливість безпечно експериментувати, знаходити відповіді на власні питання, формувати гіпотези і перевіряти їх, що є ключовими елементами наукового мислення. До того ж, цифрові технології дають змогу вчителям ефективніше контролювати прогрес учнів, оскільки більшість платформ містять вбудовані інструменти для оцінювання та відстеження виконаних завдань [28].

Ще однією перевагою цифрових технологій є можливість здійснювати колаборацію між учнями в режимі реального часу. Використовуючи хмарні платформи та онлайн-програми, учні можуть працювати над проєктами спільно, вносячи свої ідеї, обговорюючи проблеми і пропонуючи рішення незалежно від фізичного розташування. Це особливо важливо в сучасних умовах, коли дистанційне навчання і робота стають звичним елементом життя. Учні навчаються взаємодіяти з іншими, працювати в команді і спільно вирішувати завдання, що сприяє формуванню важливих для майбутньої кар'єри навичок. Онлайн-інструменти дозволяють об'єднувати зусилля для створення проєктів, обмінюватися інформацією, вивчати ідеї одне одного і таким чином поглиблювати свої знання. Цифрові технології також розширюють доступ до знань, адже через онлайн-курси, відеолекції, інтерактивні завдання та симуляції учні можуть отримувати нові знання незалежно від місця перебування. Наприклад, якщо в школі відсутнє спеціалізоване обладнання, учні можуть користуватися онлайн-симуляціями або 3D-моделями для вивчення певних процесів чи явищ. Це особливо важливо для учнів, які проживають у віддалених регіонах або не мають доступу до сучасних лабораторій і технічного оснащення. Використання цифрових ресурсів дозволяє зменшити освітню нерівність і створює однакові можливості для всіх учнів незалежно від їхнього соціального статусу чи географічного положення.

РОЗДІЛ 2. ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ STEM-ОСВІТИ НА УРОКАХ ПРИРОДНИЧИХ НАУК У ЗЗСО

2.1. Використання проєктної діяльності як основного методу реалізації STEM-освіти на уроках біології, хімії, фізики

Учнівська проєктна діяльність є ефективним інструментом впровадження STEM-освіти. Проєктне навчання дозволяє учням здійснювати дослідницьку діяльність у більш ніж одній предметній галузі, що дозволяє їм досягати самостійних результатів під наглядом вчителя. Незалежність і слабкий взаємозв'язок шкільних предметів ускладнює формування в учнів цілісного розуміння світу. Міждисциплінарна інтеграція в освіті є вирішенням цієї проблеми, оскільки вона спрямована на те, щоб озброїти учнів систематизованими знаннями.

Проєктна діяльність зазвичай розглядається у двох значеннях: як педагогічне проектування і як діяльність учнів, що є частиною основної або додаткової освіти. Відповідно до класифікації, запропонованої в цьому документі, проєкти можна поділити на виробничі, трудові, споживчі, дослідницькі та навчальні, спрямовані на розвиток певних навичок.

Проєктна діяльність у STEM-освіті, зокрема у фізиці, дозволяє учням інтегрувати та застосовувати свої знання з різних природничих наук у повсякденному житті. Одним із прикладів є STEM-ART проєкт «**Вивчаємо науку з картоплею**», який поєднує фізику, хімію та біологію. Проєкт також включає елементи історії, кулінарії та мистецтва. Учні вчать збирати та аналізувати дані, використовувати різні джерела інформації та презентувати свої висновки за допомогою інформаційно-комунікаційних технологій. Проєкт був частиною міжнародного конкурсу STEM Discovery Week 2018, організованого компаніями Scientix та SYSTEMIC.

Проєкт «Картопля може допомогти у природничих дослідженнях» орієнтований на учнів 7 та 8 класів (див. Додаток А). В рамках проєкту учні досліджують властивості картоплі через призму природничих наук,

розглядають ключові фізичні поняття та застосовують свої знання з біології, хімії та фізики в реальних життєвих ситуаціях. Проект документується за допомогою таких платформ, як Google Sites, де учні записують етапи своєї роботи, створюють презентації, проводять фізичні, хімічні та біологічні експерименти і монтують відео.

Мета: Перевірити, чи може картопля бути джерелом електричного струму.

Обладнання: Три картоплини; монети номіналом 5 копійок (3 шт.), монети номіналом 10 копійок (3 шт.); з'єднувальні дроти; гальванометр; вольтметр.

Хід роботи:

1. Учні з'єднують три картоплини послідовно.
2. Підключають гальванометр і фіксують показання.
3. Під'єднують коло до вольтметра, відзначаючи, що відхилення стрілки мінімальне.

На відміну від традиційного навчального процесу, STEM-проекти наближають учнів до практичного застосування знань, стираючи розрив між теоретичними розв'язками та їх реалізацією в реальному житті. Це сприяє кращому засвоєнню матеріалу завдяки усвідомленій потребі в інтеграції знань з різних дисциплін під час виконання проєкту.

Інформатизація біологічної освіти вимагає від учителів високого рівня інформаційної компетентності, яка є важливою складовою професійного розвитку. Це проявляється насамперед у здатності використовувати інформаційно-комунікаційні технології та Інтернет для вирішення різноманітних завдань.

Ефективне використання сучасних технологій дозволяє знизити стрес і змінити форму діяльності, сконцентрувавшись на ключових питаннях, які потребують постійної уваги. Створення єдиного інформаційного простору дозволяє учням здобувати і застосовувати передові знання, що дозволяє їм швидше адаптуватися до мінливого світу, і в той же час залишає час для

читання книг і відвідування семінарів і виставок. Важливо познайомити кожного учня з інформаційними та комп'ютерними технологіями, щоб зацікавити його, організувати його діяльність і переконати в необхідності пошуку та використання інформації.

Сьогодні викладання біології стикається з низкою проблем, таких як складність навчального матеріалу, велика кількість біологічних термінів і понять, брак часу для проведення експериментів і практичних робіт. Якщо вчитель активно працює в цьому напрямку, він може динамічно розвивати пізнавальну діяльність учнів. Сучасні методи навчання дають змогу формувати творчих та мислячих учнів, які здатні вирішувати проблеми, що виникають у повсякденному житті [29].

STEM (science, technology, engineering and mathematics) включає природничі науки, технології, інженерію та математику, які є основою для розвитку навичок, необхідних у сучасному суспільстві. STEM-освіта - це педагогічний процес, який сприяє розвитку розумових, когнітивних і творчих навичок учнів. Вона готує учнів до розв'язання складних проблем та розвитку критичного мислення, креативності, співпраці та інновацій, які є важливими для конкурентоспроможності на ринку праці. Цей підхід розвиває креативність, інтегруючи науку та мистецтво.

Як показує практика, онлайн-ресурси відкритої освіти доповнюють традиційні освітні методи і забезпечують рівний доступ до якісної освіти для молоді різного віку, в тому числі для дітей з особливими потребами. Вони також уможливлюють різні форми навчання, такі як індивідуальне, групове, фронтальне та проектне навчання. Використання освітніх веб-сайтів, віртуальних лабораторій та інструментів моделювання робить експериментальну діяльність доступною та сприяє творчому навчанню. Якісні онлайн-ресурси не лише мотивують учнів до вивчення STEM-дисциплін, а й сприяють колективній навчальній діяльності всіх учасників освітнього процесу.

Працюючи в групах, учні мають можливість вільно висловлювати свої думки, відстоювати їх, а також навчаються чітко формулювати та презентувати свою роботу. Чим більше вони залучені до практичної діяльності, тим більше розвиваються їхні здібності та зростає зацікавленість предметом.

Однією з важливих форм застосування STEM-підходів на уроках біології є інтегровані заняття, які сприяють встановленню міжпредметних зв'язків. Це допомагає учням формувати цілісне сприйняття світу та акцентувати увагу на особистісному ставленні до вивчених тем. У процесі навчання учні розробляють проекти, інколи працюючи в групах, а вчитель підтримує та направляє їх на пошукову діяльність, допомагаючи визначати мету та завдання проекту.

Виконання навчальних проєктів дозволяє вирішувати цілу низку виховних і розвивальних завдань. Використання STEM-підходів дає учням можливість займатися проектною та дослідницькою діяльністю, засвоюючи науково-технічні знання, а також розвивати навички критичного мислення. STEM-навчання об'єднує в собі обладнання, ідеї, явища та методи, що забезпечують проведення дослідно-експериментальної, конструкторської та винахідницької діяльності. Це передбачає інтегровану та творчу співпрацю учнів для досягнення самостійних результатів під керівництвом вчителя.

На уроках природничих наук STEM-підхід має кілька важливих **переваг**:

1. Підвищення пізнавального інтересу до природничих дисциплін, можливість роботи у віртуальних лабораторіях, проведення комп'ютерних експериментів за допомогою моделюючих програм.
2. Різноманітність уроків, які стають більш яскравими та привабливими завдяки використанню наочності, анімацій, музики та відеоматеріалів.
3. Забезпечення доступу до різноманітних інформаційних ресурсів, таких як електронні бібліотеки та довідкові системи, що сприяє підвищенню інформаційної компетентності учнів.

4. Підвищення творчого потенціалу учнів, надання урокам проблемного та дослідницького характеру, що допомагає розвивати розумові здібності, швидкість мислення та пам'ять.

5. Емоційне збагачення уроків: уроки біології перетворюються на захоплюючу подорож у світ незвіданих таємниць, де всі біологічні явища та хімічні процеси можна спостерігати через мультимедійні засоби.

Використання мультимедійних презентацій набуває виразності завдяки демонстрації фотографій, малюнків та графіків. Застосування анімаційних ефектів та відеофрагментів дає змогу показати процеси в динаміці, що значно підвищує ефективність сприйняття інформації. Добре відомо, що ніщо так не привертає увагу та не стимулює активність, як цікавість. Наприклад, можна розпочати урок з загадки або цікавого факту, розгадку (ключ до розуміння) якого учні знайдуть під час роботи з новим матеріалом. Завдяки анімаційним ефектам можна зробити наочними та зрозумілими складні біологічні процеси, такі як біосинтез білка, дихання, фотосинтез та обмін речовин. Аналогічно, у вивченні питань цитології демонстрація мікрофотографій та малюнків клітинних органел і їхнього розташування в клітині значно полегшує процес сприйняття та запам'ятовування складної інформації. Використання анімації дозволяє детально проаналізувати всі етапи поділу клітини.

На уроках біології активно використовуються міжпредметні зв'язки. Наприклад, при вивченні теми «Зорова сенсорна система» учні згадують розділ фізики «Оптика», а урок можна провести в інтеграції з учителем фізики. Уроки з теми «Опорна рухова система. М'язи» можна організувати у співпраці з учителем фізкультури. Також корисним є використання евристичних питань, що містять зв'язок з хімією.

Важливим аспектом навчання є робота в групах. Під час вивчення нових тем учні активно працюють в творчих лабораторіях, наприклад, у проєктах «Вітаміни – помічники» та «Харчування і здоров'я». Учні створюють газети (робота в малих групах) та буклети про травлення (парна

групова робота). Наступного уроку вони презентують свої роботи, зокрема блоки про травлення в шлунку та кишечнику [33].

При вивченні теми «Сільськогосподарські, лікарські, декоративні рослини» учням дається завдання зібрати якнайбільше інформації про ці групи рослин. Клас ділиться на групи, і кожна з них презентує матеріал у формі презентацій чи доповідей.

Мережеві інформаційні технології і, власне, Інтернет дають можливість створювати новий навчальний інформаційний простір, який підвищує якість викладання біології через:

- використання електронних підручників та освітніх ресурсів Інтернету як наочних посібників;
- розробку навчальних проектів та керівництво дослідницькою діяльністю учнів;
- використання програмних ресурсів для створення власних навчальних матеріалів, таких як Microsoft PowerPoint.

Для досягнення потрібно навчити учнів самостійно мислити, знаходити та вирішувати проблеми, застосовуючи знання з різних сфер науки, техніки, технології та творчості, а також розвивати їх здатність прогнозувати наслідки різних варіантів розв'язання проблем.

2.2. Інтеграція цифрових технологій (віртуальні лабораторії, симуляції, платформи для взаємодії) у навчальний процес

У сучасних дослідженнях та педагогічній літературі існують різні підходи до трактування поняття "*цифрові технології*". Початково цей термін використовувався для означення технологій, які оперують двійковим кодом. Проте, з поширенням різноманітних пристроїв та гаджетів (комп'ютерів, ноутбуків, мобільних пристроїв, смартфонів і т.д.), термін "цифровий" набув більш широкого значення і став синонімом словам "електронний" та "комп'ютерний".

Відбувається також еволюція термінології, що використовується для опису технологічних засобів. Термін «*інформаційно-комунікаційні технології* (ІКТ)» поступово виходить з ужитку і замінюється більш відповідним терміном «цифрові технології». Хоча ці два терміни зараз використовуються як синоніми, цифрові технології чітко відображають специфіку нових інформаційних технологій та їх сприйняття суспільством.

Технологічний прогрес не лише змінює термінологію, але й створює більш досконалі технологічні інструменти з великим потенціалом для навчання. Таким чином, термін «цифрові технології» відноситься до цілого ряду інструментів і ресурсів, що базуються на різних пристроях і гаджетах і містять різні форми інформації. Термін «цифрові технології» являє собою сучасний і зрозумілий спосіб поєднання комп'ютерних технологій, електронних технологій, інформаційних технологій, інформаційних і телекомунікаційних технологій» [17].

Педагогічні та методичні функції виконують різноманітні **цифрові ресурси**, серед яких

- 1) електронні підручники, включаючи оригінальні електронні підручники, предметні навчальні системи та середовища.
- 2) електронні засоби навчання, такі як тьютори, тренажери, засоби контролю та управління навчанням, ігри, інтерактивні ресурси, предметні колекції, довідники та словники, практичні та лабораторні комплекси.
- 3) Електронні навчально-методичні комплекси. Включає предметні навчально-програмні та методичні комплекси, предметні навчально-методичні середовища, інноваційні навчально-методичні ресурси.
- 4) Електронні видання з менеджменту, що включають тести, тестові завдання, методичні рекомендації та інструменти.

Орієнтовний перелік інструментів, які можуть використовуватись для впровадження stem-елементів на уроках природничих дисциплін у ЗЗСО подано у *Додатку 1*.

Особливістю розвитку та використання цифрових технологій в освіті є їхня адаптивна здатність сприяти безпосередній взаємодії зі студентами. Викладачі все частіше звільняються від конкретних адміністративних та інформаційних обов'язків, зберігаючи при цьому важливі навчальні функції, такі як

- Поєднання викладання та навчання;
- заохочення розвитку самостійного мислення учнів
- управління та коригування навчального процесу з урахуванням нових науково-технічних досягнень та індивідуальних особливостей учнів
- постановка та визначення нових цілей навчання тощо.

Використання інформаційно-комп'ютерних технологій у навчальному процесі стало необхідним не тільки для підтримки традиційних форм і методів навчання, але й для розробки варіативних методик особистісного розвитку учнів та розвивального навчання. Організація цієї діяльності вчителями з використанням інформаційних технологій вимагає спеціальної професійної підготовки з питань практичного використання та методичного впровадження інформаційних технологій в освітній процес.

Ми зупинимось на основних ***напрямах використання комп'ютерних інформаційних технологій*** у навчальному процесі, звертаючи увагу на його методичну доцільність та компетентність. Серед цих напрямів можна виділити наступні:

- Пошук інформації в глобальних і локальних мережах
- Зберігання, обробка та розповсюдження інформації
- Розробка методичних та дидактичних матеріалів
- Автоматичний контроль навчальної діяльності
- Розробка навчальних програмних засобів різного призначення.
- Створення веб-сайтів навчального призначення.
- Планування та проведення комп'ютерних експериментів з використанням віртуальних моделей.
- Обробка результатів експериментів.

- Дистанційне керування навчальною діяльністю
- Організація інтелектуального дозвілля студентів.

Всі ці напрямки застосування інформаційних технологій використовуються і в навчальному процесі в початковій школі. Зазвичай інформаційні технології використовуються для розробки методичних і дидактичних матеріалів, таких як уроки, дидактичні матеріали, методичні рекомендації, пояснювальні матеріали, картки із завданнями, інтелектуальні ігри, вікторини тощо, а також для створення навчальних програмних засобів та іншого цифрового контенту. Використання цифрових технологій у навчальному процесі може допомогти зробити уроки більш цікавими, дати можливість учням брати активну участь у навчальній діяльності та розвивати їхню мотивацію, особистісні та соціальні навички. Учні можуть стати більш креативними, більш впевненими в собі і легше розуміти складні концепції завдяки подачі чіткого і динамічного матеріалу, в той же час розвиваючи навички успішного функціонування в сучасному інформаційному та віртуальному середовищі» [8].

Використання цифрових технологій також приносить значні переваги викладачам. Це і більш зручна робота з групами учнів, і можливість розширити спектр навчальних матеріалів, і значне збільшення можливостей для творчої діяльності завдяки самостійному плануванню уроків та можливості підбору додаткових навчальних матеріалів. Крім того, використання цифрових технологій дозволяє ефективно демонструвати фрагменти вже проведених уроків та створювати умови для індивідуального та диференційованого підходу до учнів при використанні програмних засобів.

Використання цифрових технологій в освітньому процесі, як описано вище, є не просто модою, а виражає необхідність бути одним з ключових елементів в реалізації завдань і цілей освітнього процесу.

Навіть у ситуаціях, коли підготовка викладачів обмежена, очевидно, що використання цифрових технологій має переваги перед найсучаснішими

комп'ютерами. Це пов'язано з тим, що міжособистісна взаємодія не може бути повністю формалізована алгоритмами. Сучасні погляди, уподобання та уявлення, що формуються у молодого покоління, значною мірою зумовлені впливом засобів масової інформації, комунікації та освітніх інформаційних технологій. З цієї причини питання реалізації комп'ютеризації освіти опинилося в центрі уваги, що визнається як освітніми експертами, так і психологами.

Розглянемо позитивні аспекти використання цифрових технологій:

- Забезпечення високого ступеня взаємодії між учнями та навчальними матеріалами.
- Використання інтерактивного відео для розвитку та вдосконалення різних стилів навчання та взаємодії.
- Велика ємність компакт-дисків полегшує вивчення великих баз даних текстових, графічних і відео форматів.
- Підключення до мережі для економії часу та грошей.
- Підтримка навчання на базі ПК з поєднанням звуку та відео.
- Низькі витрати на обслуговування мультимедійних систем.
- Залучає більше користувачів до навчання.
- Забезпечує зберігання даних у цифровому форматі, збільшуючи можливості для конвертації навчання та інформації в інші формати.
- Легкість оновлення та конвертації даних.
- Забезпечує миттєвий доступ до будь-якого відеокадру або послідовності кадрів.
- Гнучкість інтерактивного відео для створення різноманітних варіантів переміщення статичного та динамічного відео, графіки та аудіо.
- Можливість представляти інформацію в чіткій і структурованій формі, зберігаючи при цьому гнучкість.
- Можливість легко відновлювати або конвертувати інформацію.
- Легкість навчання через електронну пошту та дискусійні форуми.
- Учні можуть обирати темп і час навчання.

- Коротший час занять надає більше можливостей для роботи та дозволяє.

Негативні аспекти використання інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ):

- Кожен учень повинен мати доступ до комп'ютера.
- Для запуску програм потрібне спеціальне обладнання.
- Розробка є дуже дорогою і трудомісткою.
- В Інтернеті є велика кількість інформації, яка може відволікати учнів.
- Стандарти наразі розробляються, і поки що не зрозуміло, хто буде лідером.

- Мультимедійні системи створюють багате інформаційне середовище, але вимагають великої кількості матеріалу для повного використання.

- Доступ до технічної підтримки може бути проблемою, особливо в корпоративних мережах.

- Низька якість зв'язку може вплинути на ефективність використання ІКТ.

- Індивідуальне ставлення та поведінку неможливо передати за допомогою технічних засобів. - Деяким учням важко зрозуміти інформацію з екрану.

- Мультимедійні програми українською мовою недостатньо розвинені.

- Не розроблені методики використання ІКТ в освітньому процесі.

Використання цифрових технологій на уроках має бути методично обґрунтованим. Ці технології слід використовувати лише тоді, коли вони дозволяють досягти більш високого рівня навчання порівняно з іншими методами. Використання цих технологій дозволяє вчителям впроваджувати різні форми і методи в освітній процес, роблячи класні та позакласні заходи більш інформативними, цікавими і живими.

2.3. Застосування міждисциплінарного підходу у розробці завдань та проєктів для учнів, що сприяє розвитку критичного мислення та навичок вирішення проблем

Інтеграція різних дисциплін у навчальний процес є важливим елементом сучасної освіти, який сприяє розвитку в учнів більш глибокого розуміння навчальних предметів, а також формуванню цілісного погляду на навколишній світ. Завдання та проєкти, що поєднують кілька предметів, таких як математика, наука, література або мистецтво, допомагають учням побачити зв'язки між різними галузями знань і краще зрозуміти, як ці галузі взаємодіють і взаємодоповнюють одна одну. Такий підхід дозволяє поглибити усвідомлення того, як теоретичні знання з одного предмету можуть бути використані для розв'язання практичних завдань з іншого [9].

Коли учні працюють над міждисциплінарними проєктами, вони змушені мислити більш комплексно і шукати рішення, які враховують різні аспекти проблеми. Наприклад, при розв'язанні екологічних проблем учні можуть об'єднувати знання з біології для розуміння впливу на довкілля, з географії для оцінки територіальних аспектів, з математики для аналізу статистичних даних і прогнозування майбутніх змін, а також із соціальних наук для оцінки можливих наслідків для людей і суспільства в цілому. Це дозволяє їм не тільки засвоювати матеріал з різних дисциплін, але й застосовувати ці знання на практиці, розвиваючи свої навички аналізу та критичного мислення. Інтеграція різних предметів також дозволяє учням побачити, як знання з різних сфер можуть бути використані для розв'язання реальних життєвих задач [7]. Вони починають розуміти, що кожен предмет не існує окремо, а є частиною ширшої картини.

Завдання, які поєднують кілька дисциплін, також сприяють розвитку аналітичного мислення. Учні вчаться розглядати проблеми з різних перспектив, оцінювати різні варіанти розв'язків і передбачати наслідки своїх рішень. Це вимагає від них не тільки базових знань з окремих предметів, але

й здатності синтезувати інформацію, робити висновки та знаходити найбільш ефективні способи вирішення задач. Таким чином, міждисциплінарні завдання не лише поглиблюють знання учнів, але й розвивають їх здатність критично мислити, що є важливим елементом для досягнення успіху в навчанні і в подальшому житті. Інтеграція дисциплін допомагає учням розвивати креативність, оскільки вони мають змогу поєднувати різні підходи та методи, що розвиваються в різних наукових областях. Креативний підхід до вирішення завдань дозволяє не тільки вдосконалити технічні навички, але й розвивати художній смак, уяву та інноваційні підходи до творчих процесів.

Робота над реальними проблемами є одним із найбільш ефективних способів навчання, оскільки вона не лише дозволяє учням застосовувати теоретичні знання на практиці, але й сприяє розвитку важливих навичок, таких як критичне мислення, креативність та здатність до вирішення складних завдань. Коли учні працюють над проєктами, що відображають реальні життєві ситуації, вони не просто вивчають абстрактні концепції, а мають змогу зрозуміти, як ці концепції можуть бути використані для вирішення актуальних проблем, з якими стикається суспільство, наука, техніка чи навіть окремі люди.

Одним із прикладів такої роботи може бути проєкт, спрямований на розв'язання соціальних або екологічних проблем. Наприклад, учні можуть досліджувати питання зміни клімату, забруднення навколишнього середовища або екологічної стійкості місцевої громади. Вони повинні аналізувати дані, використовувати знання з географії, біології, хімії та математики, щоб зрозуміти, як різні фактори взаємодіють і як ці зміни впливають на навколишній світ. Розв'язуючи таку проблему, учні не тільки отримують уявлення про наукові аспекти питання, а й розвивають здатність до аналізу, планування та прийняття обґрунтованих рішень. Вони навчаються враховувати численні фактори, зокрема соціальні, економічні та політичні, що робить їх підхід до проблеми більш комплексним і реалістичним.

Робота над реальними проблемами допомагає учням також усвідомити важливість їхнього навчання і розуміння того, що знання, які вони здобувають, можуть мати прямий вплив на навколишній світ. Наприклад, учні, які працюють над технологічними проєктами, що включають розробку нових продуктів або рішень для покращення життя в суспільстві, мають змогу безпосередньо застосовувати теоретичні знання з фізики, інженерії, комп'ютерних наук та математики. Це дозволяє їм побачити, як їхні зусилля можуть спричинити реальні зміни у світі, такі як створення екологічно чистих технологій або розробка інноваційних систем, що відповідають потребам сучасного суспільства. Такий підхід не тільки сприяє розвитку практичних навичок, але й стимулює учнів до творчого вирішення проблем. Коли вони стикаються з реальними життєвими ситуаціями, вони повинні розглядати завдання з різних перспектив і знаходити нестандартні підходи до розв'язання проблеми. Це допомагає розвивати креативність, оскільки учні повинні не тільки використовувати вже відомі рішення, але й шукати нові, інноваційні шляхи досягнення мети. Це також сприяє розвитку їхніх навичок роботи в команді, оскільки часто вирішення таких проблем вимагає колаборації та обміну ідеями з іншими людьми, що дозволяє учням розвивати комунікативні навички, а також навички співпраці та управління.

Робота над реальними проблемами також дозволяє учням побачити, як знання з різних галузей можуть бути застосовані разом для досягнення спільної мети. Наприклад, у проєкті, спрямованому на покращення якості життя в громадах, учні можуть об'єднувати знання з соціальних наук, географії, економіки та технічних наук, щоб розробити комплексне рішення для конкретної проблеми, такої як доступність медичних послуг або сталий розвиток місцевої інфраструктури. Це допомагає учням зрозуміти важливість міждисциплінарного підходу та розвиває в них здатність до системного мислення.

Аналіз та прийняття рішень є важливими складовими процесу навчання, особливо коли учні працюють над міждисциплінарними

проектами, які передбачають розв'язання складних і багатогранних проблем. У таких проектах учні мають змогу аналізувати різні варіанти рішень, ретельно вивчаючи їхні сильні та слабкі сторони, і на основі цього обирати найбільш ефективні стратегії для досягнення поставленої мети. Цей процес не лише допомагає розвивати навички критичного мислення, але й дає можливість застосовувати отримані знання в реальних умовах, що є важливим для розвитку самостійності та відповідальності. Кожен проект передбачає певні вибори і компроміси, і учні повинні враховувати різні фактори, такі як ресурси, час, можливі наслідки своїх рішень і вплив на інших.

Наприклад, при роботі над екологічним проектом, учні можуть розглядати різні варіанти вирішення проблеми забруднення, оцінюючи не лише екологічну доцільність кожного з них, а й економічну вигоду або соціальні наслідки. Вони повинні навчитися передбачати, які можуть бути наслідки кожного варіанту, і вибрати той, що принесе найбільшу користь у довгостроковій перспективі [9]. Такий процес сприяє розвитку вміння приймати обґрунтовані рішення. Учні навчаються не лише формулювати можливі варіанти рішень, але й проводити їхній детальний аналіз, використовуючи як кількісні, так і якісні методи оцінки. Це формує у них розуміння того, що кожне рішення має наслідки, і важливо приймати їх з урахуванням всіх обставин і можливих ризиків. Такий підхід до навчання дозволяє учням відчувати себе впевненими у своїх здатностях приймати важливі рішення, що є необхідним навиком як в академічному середовищі, так і в реальному житті.

В процесі вирішення реальних проблем учні навчаються аналізувати ситуацію з різних точок зору – соціальної, економічної, етичної та технологічної. Вони розглядають проблему в комплексі, визначають можливі наслідки різних рішень, а також передбачають їх вплив на різні верстви суспільства. Це дозволяє сформувати в них цілісне уявлення про світ і розуміння того, що більшість проблем не мають простих або однозначних

рішень. Завдяки такому підходу учні вчаться використовувати набуті знання для аналізу конкретних проблем і пошуку найбільш ефективних шляхів їхнього вирішення. Вони застосовують навички з різних дисциплін – від математики до соціальних наук, щоб оцінити варіанти рішень і прийняти обґрунтовані рішення, які враховують усі важливі фактори [11].

Наприклад, при розв'язанні екологічної проблеми учні можуть аналізувати дані з біології, хімії, фізики та економіки, оцінюючи, як вплив на навколишнє середовище може відобразитися на економічній ситуації в країні або на соціальних групах. Вони також розглядають етичні питання, пов'язані з можливими наслідками для громадян або майбутніх поколінь. Учні вчаться шукати альтернативні рішення і прогнозувати наслідки своїх дій. В результаті цього процесу учні не просто набувають нових знань, а й формують здатність адаптуватися до змінюваних умов і оперативно реагувати на нові виклики.

У реальному світі часто доводиться працювати в умовах обмежених ресурсів, різних точок зору та навіть суперечок. Тому здатність ефективно вирішувати конфлікти, знаходити компроміси та приймати колективні рішення є надзвичайно важливою для досягнення успіху у будь-якій професійній діяльності. У процесі навчання через міждисциплінарні проєкти учні мають можливість відточити ці навички, що допомагає їм не лише в навчанні, але й у подальшій кар'єрі.

РОЗДІЛ 3. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ STEM-ОСВІТИ НА УРОКАХ ПРИРОДНИЧИХ НАУК

3.1. Методика формування умінь і навичок учнів у процесі STEM-освіти з навчальних предметів природничої галузі

Основою унікальної освітньої методики STEM є інтегроване вивчення кількох навчальних дисциплін одночасно. За 45 хвилин уроку учні засвоюють нові знання з математики, фізики, природничих наук і практично застосовують їх у реальних умовах.

Загалом, **методологія STEM-освіти** полягає в наступному:

1. формулювання проблеми.
2. практичне вирішення проблеми учнями на основі реальних життєвих ситуацій.
3. аналіз результатів.

Планування STEM-уроку, що має справу з кількома науковими дисциплінами, може здатися складним на перший погляд. Однак застосування простих алгоритмів підготовки може зробити цей процес ефективним і захопливим. Щоб розробити ефективний і цікаво структурований STEM-урок, вам потрібно

- Визначити основні ідеї;
- Визначити проблему, яку потрібно вирішити;
- Визначити часові рамки для дослідження (один урок, один тиждень, один місяць);
- Визначте цілі уроку;
- Поставити чітке завдання, враховуючи вік учнів;
- Підготуйте необхідні навчальні матеріали;
- Записати очікувані результати.

Хоча структура підготовки є дещо фіксованою, кожен STEM-урок є унікальним і може відрізнятися від попереднього. Головне - залучити учнів

до нових способів навчання та заохотити їх до пошуку рішень реальних проблем.

Ефективні STEM-уроки повинні мотивувати учнів ділитися ідеями, використовувати творчі підходи та приймати практичні рішення. Щоб допомогти учням бути продуктивними, можна використовувати кілька простих прийомів:

Таблиця 1

Модель для впровадження STEM-освіти на уроках

Етап	Опис
1. Постановка запитань.	Початок уроку - це можливість залучити учнів і стимулювати нестандартне мислення. Наприклад, поставте запитання про те, що учні хочуть зробити, як це допоможе їм у повсякденному житті і як вони це розроблятимуть.
2. Обговорення.	Важливо створити атмосферу підтримки, де кожен може висловити свої ідеї та бути почутим. Для розвитку навичок слухання та концентрації уваги слід створити зони, вільні від осуду. Мозкові штурми та мапування свідомості можуть допомогти генерувати нові ідеї.
3. Дослідження.	Розмови з викладачами, опитування однолітків, пошук в інтернеті та перегляд відповідних відео є важливими частинами навчального процесу. Такі дослідження допомагають студентам зрозуміти, які подібні продукти та рішення вже існують, і дають можливість втілити свої ідеї в життя.
4. Планування.	Це найскладніша частина для учнів, оскільки їм потрібно вибрати найкраще рішення і спланувати його реалізацію. Важливо, щоб усі учні отримували підтримку у висловлюванні своїх ідей та пропозицій.

5. Практична діяльність.	STEM-уроки повинні включати творчі завдання та практичну діяльність. При цьому учні не тільки отримують нові знання, а й створюють продукти, які є справжньою винагородою за їхню працю.
6. Тестування.	Цей етап передбачає оцінювання ефективності результатів учнів та перевірку того, чи відповідають вони поставленим цілям. Учні можуть підготувати рецензії на свої роботи та відповісти на запитання про те, як створене ними може бути застосоване в реальному житті.
7. Вдосконалення.	Наприкінці уроку учні обговорюють, як можна вдосконалити їхні ідеї. Учні можуть вносити зміни до своїх продуктів і створювати нові прототипи. Цей цикл може тривати доти, доки учні не будуть задоволені результатами.

Існує багато ефективних способів залучити учнів до вивчення STEM. Ось деякі з них, які роблять процес навчання учнів основної школи цікавішим:

Таблиця 2

Способи реалізації моделі впровадження STEM-освіти на уроках

1. Навчання на основі проєктів.	2. Проблемно-орієнтоване навчання.	3. Навчання, засноване на дослідженнях.
Цей метод заохочує учнів використовувати свої знання та навички для дослідження та вирішення конкретних проблем. Вчителі відіграють важливу роль	Цей підхід схожий на проєктне навчання, але головна відмінність полягає в тому, що учні повинні проаналізувати та оцінити проблему, яку потрібно вирішити..	Основна мета цього методу - підкреслити роль учня в процесі навчання, надаючи йому необмежені можливості ставити запитання. Потім вчителі

у заохоченні учнів до самостійного управління проектами від початку до кінця; приклади проектного навчання в STEM включають створення програм та побудову моделей.	Стимулюється творчість, командна робота та лідерство. Наприклад, учні можуть розробляти бізнес-плани для вирішення соціальних проблем.	заохочують допитливість учнів і спонукають їх до пошуку відповідей.
--	--	---

Наведемо приклади можливої реалізації елементів STEM-освіти під вивчення предметів природничої галузі у ЗЗСО.

«STEM-освіта на уроках біології»: мета цього напрямку - показати, як за допомогою простих предметів, таких як повітряні кульки та пластикові пляшки, можна продемонструвати вплив чіпсів та сухариків на шлунок людини. Також пропонується дослідити способи викладання STEM-предметів, такі як створення ноутбуків з учнями та використання проектних методик, таких як міжпредметні зв'язки.

Елементи STEM-освіти на уроках біології – проекти на теми::

1. Біологічні компоненти: вивчення теми «суцвіття» за допомогою зубочисток, сірників та кольорових кружечків.

2. Закон Шарфа: використовуючи картки з літерами А, Т, Г та С, учні вивчають основи генетики.

3. Малюємо науку: подаємо теми з біології у вигляді казок, щоб зробити навчання цікавішим.

4. 3D-модельовання клітин: використання пластику для побудови моделі клітини та вивчення структур і термінології.

Інші приклади STEM-освіти

- Вивчення родини лілійних шляхом виготовлення тюльпанів-орігамі та участі в кампанії «Врятуй первоцвіт».

- Дізнайтеся про висхідний рух води та мінералів, експериментуючи з барвниками, щоб змінити колір квітів.

- Використовуйте дзеркала та геометричні формули, щоб визначити висоту дерева.

Таким чином, STEM-освіта інтегрує різні науки та підходи для розвитку практичних і дослідницьких навичок учнів, а також сприяє формуванню творчого та критичного підходу до розуміння навколишнього світу.

Вивчення рослин:

- Використання пшениці для вивчення впливу препаратів (мінеральних, природних і синтетичних) на ріст рослин.

- Спостереження за розвитком міцелію плісняви в різних середовищах.

За результатами дослідження можна зробити наступні висновки:

1. міцелій пліснявого гриба *Mucor* sp. дуже швидко і активно розвивається в чашці Петрі № 1

2. у чашці Петрі № 2 міцелій пліснявих грибів роду *Mucor* не розвивається; 3. у чашці Петрі № 2 міцелій пліснявих грибів роду *Mucor* не розвивається; 4.

3. в чашці Петрі № 3 міцелій пліснявих грибів роду *Mucor* розвивається повільно.

4. у чашці Петрі № 4 міцелій пліснявих грибів роду *Mucor* не розвивається взагалі.

Учні також дізнаються, що для запобігання розвитку плісняви на хлібобулочних виробах у хлібниці слід додавати суху кухонну сіль. Такі експерименти допомагають підготувати учнів до дорослого життя та розвивають їхні комунікативні навички, використовуючи набуті знання у повсякденному житті.

Під час вивчення тварин:

Цикл розвитку метелика, який включає в себе повну метаморфозу від яйця до личинки (гусениці), лялечки до дорослої особини (гусениці).

Учні створюють 3D-моделі, використовуючи різноманітні матеріали, зокрема пластик, кольоровий папір, картон і пластилін. Один з проектів - «Чотири пори року», де учні малюють на пластикових стаканчиках дерева в різні пори року: з зеленим листям, квітами, фруктами, жовтим листям, безлистим листям і снігом, а також роблять для них аплікації.

Інші STEAM-проекти:

- *«Чудо-звір» - проект, який стимулює дитячу уяву.*
- *«Істоти в морі» - дослідження морського світу.*
- *Створюють модель легені.*
- *Проект «Людське тіло» - це власноруч виготовлена модель, яка ілюструє процеси кровообігу, будову серця та кровоносної системи.*
- *STEM-проект «Моє тіло» вивчає такі складні теми, як будова та функції мозку.*
- *Моделі вуха, використання «макаронної терапії» на уроках біології, моделі скелету людини та амінокислот.*
- *Екологічна кампанія «Блакитна стрічка» з девізом «Захисти чисту воду».*

Використання технології LEGO, зокрема набору «Шість цеглинок», на уроках біології дозволяє учням розвивати низку навичок. Вправа «Українські національні символи», в якій учні використовують Lego для створення символів України та Польщі, може бути використана для рефлексії.

У проєкті «Суцвіття» учні розфарбовують метелика і виконують завдання на тему «Суцвіття - рослини». Потім вони презентують свої міні-проекти у вигляді розмальовки. Наприклад, «Чи ростуть груші на вербі? звучить питання.

Техніка кубування (Cowan and Cowan, 1980) допомагає поступово збільшувати складність завдання. Вона допомагає учням створювати пояснювальні або висновкові письмові роботи, починаючи з простих завдань і поступово переходячи до складніших.

Приклади кубування.

- Лексичне значення слова: «Ведмідь» - це дика тварина, яка живе в лісі, зимує в барлозі і любить мед.
- Етимологія слова: «Ведмідь» означає «медонос».
- Синоніми: ведмідь, ведмежа, ведмежа, ведмежатко, ведмежатко.
- Словосполучення: великий, великий, клишоногий, клишоногий, повільний, старий, голодний, чорний, бурий, гімалайський, білий. Таким чином, STEM-освіта інтегрує різні підходи для розвитку критичного мислення, креативності та наукового підходу до вивчення навколишнього світу.

Приклади читання для себе і читання для інших (джерела: дитячі книжки, журнали, газети, тексти):

Наприклад, тексти, що містять цікаві факти про проблеми навколишнього середовища: Щоденно.

1. читати для себе
2. писати для себе
3. читання для когось іншого
4. робота з мовою
5. аудіювання

Однією з найбільших проблем сучасності є забруднення навколишнього середовища. Особливе занепокоєння викликає забруднення води. У світі існує так званий «смітєвий острів» - величезне звалище в Саргасовому морі, частині Північного Атлантичного океану, обмежене течіями. Цей «смітєвий острів» став настільки відомим, що привернув увагу вчених, які стурбовані забрудненням світового океану пластиковими відходами. Для вирішення цієї проблеми були виведені спеціальні мікроорганізми, які розщеплюють пластик і можуть допомогти полегшити «пластикову проблему» людства.

Приклади зі словами Знайдіть у тексті 20 видів птахів:

Учні пішли на екскурсію до річки зі своєю вчителькою Ольгою Гаврилівною. Під час прогулянки учні побачили багато цікавих рослин і тварин. Біля річки росли акебія, жабрій, акація, великий дуб і кедр. Катя хотіла знайти гніздо бурої ластівки. Це тому, що ластівки часто живуть під дахами будинків. На даху є колесо для лелек, і вони часто там гніздилися, але більше не прилітають. Олег хотів дізнатися про бобрів. Володя сказав, що вовки тут не живуть, бо тут пасуться корови і телята. Хлопці пішли ловити раків, а дівчата залишилися на березі річки і розповіли дітям історію про поїздку Ольги Гаврилівни на річку. Всі були здивовані, коли Олег спіймав великого рака, але йому довелося звернутися до лікаря, тому що він отримав рану від клешень рака.

Цю казку можна використовувати для роботи, де дітям пропонується знайти птахів і тварин з цієї казки.

Екологічні казки як метод навчання

Казки про навколишнє середовище та природу є чудовим інструментом для стимулювання дитячої уяви та фантазії. Вчителі можуть попросити учнів пригадати події, пов'язані з природою, з їхнього власного життя, і через певний час (10-15 хвилин) учні можуть створити свої власні «екологічні казки» (метод сторітелінгу).

Сторітелінг - це мистецтво розповідати історії у захоплюючий та жвавий спосіб. Його найбільша перевага полягає в тому, що він нічого не коштує і ним можна займатися будь-де і будь-коли. У кожного з нас є потреба ділитися власними історіями, власним досвідом і значущими подіями.

Це також чудовий спосіб розвивати наші творчі здібності, оскільки він стимулює уяву, логічне мислення та культурне збагачення. Люди століттями використовували цей метод для створення казок, міфів і легенд.

Алгоритм створення історій.

1. визначтеся з метою та темою уроку і, виходячи з цього, подумайте, які історії будуть доречними.

2. 2. створіть сюжет, пояснивши, які події відбуватимуться і як вони висвітлюватимуть навчальний матеріал.

3. продумайте ім'я головного героя, його зовнішність, звички та риси характеру, а також те, як би він повадився в описаній ситуації.

4. напишіть перший начерк історії.

Етапи створення казки

- Опис: коли, де і що відбувається. Скільки часу минуло? Хто персонажі?

- Зав'язка: те, що сталося раптово. Наприклад, прийшов друг, почалася буря, впав стілець тощо.

- Розвиток подій: опишіть усі значущі події. Які емоції відчувають глядачі? Як змінюються персонажі?

- Кульмінація: яка подія є визначальною для головного героя?

- Висновок: як закінчується історія? Які зміни відбуваються і чого навчається головний герой?

- Висновок: чому ця історія важлива? Чого вона вчить? Мораль чи урок.

Інтрига чи пастка: придумайте несподівані повороти. Чим оригінальніше, тим цікавіше для аудиторії.

Метафора: використовуйте метафори для опису емоцій та станів головного героя. Це робить історію більш виразною та захопливою.

Редагування: прочитайте історію та внесіть необхідні зміни. Якщо історія нецікава, переробляйте її доти, доки вона не стане зрозумілою і такою, що запам'ятовується.

Техніка сенкан:

Метод складання короткого неримованого вірша з п'яти рядків на задану тему:

1. перший рядок - заголовок (іменник). 2.

2. другий рядок - два прикметники, що описують іменник.

3. 3-й рядок - три дієслова, що описують дію іменника.

4. 4-й рядок - коротка фраза, що виражає ставлення до іменника.

5. 5-й рядок - висновок або асоціація до заголовка.

Приклади використання сенкану

- Явища.
- Осінь, зима...
- Вони з'являються, змінюються і прикрашають.
- Хочеться їх вивчати.
- Дива.

Природнича екологічна освіта має бути безперервною і систематичною, з акцентом на цілісний підхід. У такий спосіб можна сформувати в учнів розуміння природи та розвинути усвідомлення екологічних проблем і захисту природних ресурсів. У рамках STEAM-освіти уроки природничих наук допомагають дітям розвивати самостійність, навички прийняття рішень та почуття відповідальності. Вони також заохочують до участі в конкурсах, олімпіадах та різноманітних екологічних акціях.

Наприклад, уроки біології включають в себе:

- Залучення учнів до вирішення реальних проблем.
- Включення елементів інженерного проектування.
- Поглиблене вивчення природи через практичні дослідження.

Викладання за допомогою веб-квестів WebQuest.

WebQuest - це онлайн-ресурс, який дає можливість учням і вчителям виконувати навчальні завдання через спеціальний веб-сайт. Існує два типи веб-квестів: короткострокові (мета: поглибити та закріпити знання, зазвичай один-три уроки) та довгострокові (мета: глибоко зрозуміти та змінити знання учнів, тривалістю від кількох місяців до року).

Характерною особливістю освітніх веб-квестів є те, що під час проходження веб-квесту учням часто потрібна інформація з різних веб-ресурсів. Крім того, в результаті виконання веб-квесту учнівські проекти

можуть бути опубліковані у вигляді веб-сторінок або сайтів, доступних в Інтернеті або локально.

Компетенції, що розвиваються за допомогою веб-квестів.

- Використання ІТ для вирішення професійних завдань (пошук інформації, комп'ютерні презентації, створення веб-сайтів, флеш-відео, баз даних).
- Робота в команді (планування, розподіл ролей, взаємна підтримка та контроль).
- Вирішення проблем шляхом дослідження різних рішень та обґрунтування свого вибору.
- Навички публічних виступів, включаючи презентації проектів, сесії запитань і відповідей та дебати.

Публікація веб-квестів в Інтернеті значно підвищує мотивацію учнів до досягнення високих академічних результатів.

Дослідницька діяльність учнів.

- Дослідження будови кристалів снігу та створення їхніх моделей як «дизайнерів».
- Створення та спостереження за екологічною годівничкою для птахів.
- Орієнтування в маркуванні товарів під час короткої подорожі до магазину та рольової гри «Покупець і продавець».
- Дослідити використання прямих кутів в архітектурі, побудувати піраміду в групі та перевірити її стійкість у грі «Землетрус».
- Використовувати математичні навички для визначення частин їжі під час приготування сніданку.
- Допомагатимуть водіям, геологам і туристам вимірювати відстані за допомогою фізичних карт і масштабів.
- У ролі «інженерів-конструкторів» вони створюють транспортні моделі з паперу.
- Вивчають процес перетворення води з твердого стану в рідкий.
- Досліджують форму Землі та створюють її модель.

Цифрові навички для майбутнього.

- Цифрова грамотність.
- Використання онлайн-платформ.
- Створення відео, презентацій та анімацій.
- Використання хмар слів, створення сторінок у Facebook та QR-кодів.
- Інфографіка, інтелект-карти, печворк, кросворди.
- Створення електронних листів.

Навички для успішної кар'єри.

1. вирішення комплексних проблем.
2. критичне мислення.
3. креативність.
4. лідерство та управління людьми.
5. взаємодія з іншими.
6. емоційний інтелект.
7. мати власну думку та приймати рішення.
8. клієнтоорієнтованість.
9. навички ведення переговорів.
10. гнучкість мислення.
11. вміння жити в громадянському суспільстві.

Громадянська компетентність - це здатність брати участь у суспільному житті та виконувати обов'язки відповідального громадянина. Вона включає розуміння основних ідей, усвідомлення цінностей, повагу до прав людини, підтримку культурного розмаїття та гендерної рівності, інтерес до політичних і суспільних подій.

Креативність не є вродженою, її можна розвивати.

- Заохочуйте дітей бути допитливими та генерувати нові ідеї.
- Заохочуйте моделювання можливих ідей.
- Ставтеся до учнів як до партнерів у навчальному процесі.
- Створюйте ситуації, які додають цінності навколишньому світу.
- Змінюйте навчальне середовище, щоб стимулювати творчість.

Ефективна співпраця та комунікативні навички

Згідно з опитуванням Financial Times «Що роботодавці шукають і чого не шукають у випускниках», понад 70% роботодавців зазначили, що навички співпраці та комунікації є найбільш важливими для кандидатів.

Критичне мислення та навички вирішення проблем

Тактика розвитку критичного мислення.

1. розглядати різні точки зору
2. оцінювати докази та свідчення
3. вирішувати нестандартні та нетрадиційні проблеми.
4. 4. глибоко досліджувати проблеми.

Навички 21 століття.

- Критичне мислення та здатність вирішувати складні проблеми.
- Медіаграмотність та базові знання інформаційних технологій.
- Високий емоційний та соціальний інтелект.
- Управління людьми
- Гнучкість мислення та постійне навчання.
- Здатність працювати віддалено та опрацьовувати великі обсяги інформації.

- Міждисциплінарний підхід

Навички для навчання та інновацій 21 століття

- Креативність та інноваційність
- Критичне мислення та навички вирішення проблем.
- Навички комунікації та співпраці, навички роботи з медіа та комп'ютером.

- Інформаційна грамотність
- Медіаграмотність та ІКТ-грамотність
- Лідерство та відповідальність
- Гнучкість та ініціативність
- Соціальна та міжкультурна взаємодія

Інтеграція STEAM-дисциплін

Інтегрована STEAM-освіта (наука, технології, інженерія, мистецтво та математика) допоможе розвивати майбутніх винахідників, які не бояться працювати над інноваційними проектами та стартапами і презентувати свої знахідки.

Це допоможе країнам перейти від культури споживання до виробництва власних товарів і послуг. Адже розвиток людського капіталу - це основа національного процвітання та добробуту.

Цифрова трансформація освіти

Новий навчальний рік - чудова нагода поставити перед собою нові, амбітні цілі. Немає кращого способу впровадити цифрову трансформацію освіти, ніж використання новітніх STEM- та STEAM-лабораторій. До них належать набори робототехніки, програмовані електронні модулі, 3D-принтери, цифрові верстати, фотостудії та відеостудії.

Як організувати STEAM-лабораторію у вашій школі

Крок 1. Що таке STEAM?

STEAM - це інтегрована освіта, яка поєднує природничі науки з технологіями, інженерією та гуманітарними науками. Це підхід, який активно використовується для практики проектного навчання та командної роботи. Концепція зародилася в Південно-Східній Азії, зокрема в Сінгапурі, і швидко поширилася в США та по всьому світу.

Крок 2: Чому це необхідно?

«Навіщо нам вивчати, як працюють мікропроцесори, серводвигуни та різноманітні датчики?» -так може подумати звичайний школяр, коли стикається з новими знаннями в школі. Але ось приклад: серводвигуни використовуються для автоматичного відкривання вікон «розумної теплиці», коли датчики фіксують підвищення температури і необхідність провітрювання. Процесор керує цією системою, а додаток для смартфона може контролювати теплицю». Таким чином, учні отримують високу мотивацію до навчання, працюючи над реальними проектами. Впроваджуючи STEAM-підхід у навчальний процес, вони можуть

створювати інтегровані курси, гуртки робототехніки, 3D-моделювання та відеопродакшену, а також брати участь у проектах на всеукраїнських та міжнародних конкурсах. Це підвищить престиж школи, надасть вчителям можливості для розвитку потенціалу та заохотить учнів, які раніше просто ходили до школи, почати активно вчитися.

Крок 3. як створити ядро команди Якщо в школі немає хоча б двох-трьох сильних вчителів, які можуть координувати поведінку, і якщо керівництво не бажає цього робити, впровадження STEAM-освіти в школах не буде можливим. Так вважають експерти, які мають досвід впровадження STEAM у навчальних закладах. Основу такої команди можуть скласти сильні інформатики, вчителі трудового навчання, фізики та математики. Вчителі хімії, біології, географії, мов, літератури та мистецтва можуть приєднатися до команди під час проходження курсів підвищення кваліфікації.

Крок 4: Визначтеся зі складом лабораторії.

Після того, як ви вирішили, які вчителі будуть працювати зі STEAM, ви можете обрати структуру лабораторії, яка підходить для вашої школи. Для зручності представники STEAM-лабораторії розробили три основні варіанти.

Набір STEM (Science + Technology + Engineering + Maths) включає програмований електронний модуль вітчизняного виробництва, який можна використовувати для створення моделей розумних пристроїв. Також до набору входить 3D ферма, за допомогою якої можна виготовляти деталі для розумних будинків та метеостанцій, і 3D принтер, за допомогою якого можна виготовляти моделі інших пристроїв та винаходів.

Набір STEAM (Science + Technology + Engineering + Art + Maths) включає все, що є в STEM-наборі, а також лазерний гравер і цифровий фрезерний верстат. Це дає можливість виготовляти деталі з пластику PLA, а також з інших видів пластику, таких як дерево, метал та поліетилен. Цифрові верстати відкривають широкі можливості для творчості в галузі інформатики, мистецтва, математики, технологій та професійно-технічної освіти. Крім того, числове програмування, що є основою сучасного

виробництва, робить цей набір придатним як для середніх шкіл, так і для закладів професійно-технічної освіти.

Найповнішою конфігурацією є рішення STREAM (Science + Technology + Language (Reading) + Engineering + Arts + Maths), яке, серед іншого, включає фото- та відеостудію з голографічним екраном, де учні можуть знімати та презентувати свої проекти. Це приміщення також допомагає вчителям гуманітарних дисциплін долучатися до STEAM-навчання.

На уроках робототехніки кожен комплект оснащений навчальним роботом у вигляді мобільної платформи з вбудованими маніпуляторами.

Важливо замовляти обладнання, виходячи з потреб вчителя, щоб його можна було використовувати максимально ефективно.

Крок 5. Як організувати простір для STEAM.

STEAM-лабораторії можуть розташовуватися в окремому приміщенні, якщо це дозволяє школа. Однак в українських школах набори з робототехніки та електроніки часто зберігаються в кабінетах інформатики або переміщуються з класу в клас; 3D-принтери та інше цифрове обладнання можна розмістити в лабораторії, а фото/відеостудію - в актовій залі. У такому випадку вся школа стає STEAM-лабораторією як концепція навчання, а не окремим приміщенням. Головне, щоб якомога більше учнів мали доступ до цього обладнання одночасно.

Крок 6. як отримати фінансування

Фінансування може здійснюватися за рахунок освітньої субвенції з державного бюджету, залишку минулорічної освітньої субвенції, місцевих бюджетів та міжнародних програм, грантів тощо. Експерти групи компаній «Accord», які розробили концепцію STEAM-лабораторії, мають досвід підготовки заявок до місцевих органів управління освітою та можуть проконсультувати клієнтів щодо можливості отримання державного фінансування на закупівлю обладнання. Консультують клієнтів щодо Вони

також допомагають закладам модифікувати освітні програми та готувати документацію для обґрунтування фінансування.

Крок 7: Методика підготовки вчителів

Обладнання доставляється до шкіл разом з оригінальними навчальними матеріалами, розробленими та опублікованими за підтримки «Accord Group». Ці матеріали офіційно затверджені Міністерством освіти і науки і не орієнтовані на конкретні предмети, а скоріше на конкретні види діяльності. Вони можуть бути використані як вчителями, так і учнями. Зокрема, вони охоплюють такі теми

- 3D-моделювання та 3D-друк
- Основи програмування в S4A
- Цифровий дизайн та фрезерування
- Мультимедійні інструменти в інформаційних технологіях Голографія».

- «Як впроваджувати STEAM-підходи в освітній процес»

Освітня підтримка, яку надає Група компаній «Accord», розрахована на один рік. Окрім посібника, вона включає в себе очне навчання для вчителів, яке організовує Навчальний центр STEAM. Навчання складається з очних зустрічей у школах та серії дистанційних сесій протягом півтора-двох місяців. Учасники тренінгу (до 12 осіб) отримують 30-годинний сертифікат про підвищення кваліфікації від затвердженої установи. Школи також мають можливість залучити зовнішнього консультанта зі STEAM на один рік для підготовки внутрішніх тренерів зі STEAM.

Крок 8: Як я можу бути впевнений в ефективності?

Відключення електроенергії в школі не зупиняє роботу 3D-принтера, який друкує моделі; STEAM-lab передбачив таку можливість і забезпечив лабораторію 3D-принтером, який може продовжити друк, як тільки електроенергія відновиться, без необхідності переробляти моделі. Принтер також має гнучкий магнітний килимок, який дозволяє легко знімати 3D-

модель без необхідності використовувати шпатель, як зазвичай. Це приклад практичного застосування стандарту STEAM-lab як символу якості.

Обладнання для STEAM-лабораторії підібрано максимально зручним і безпечним для використання в шкільному середовищі, щоб діти могли працювати без ризику. У малоймовірному випадку виникнення проблем з технічним обслуговуванням компанія гарантує ремонт або заміну на нове обладнання в гарантійному порядку. STEAM-lab також пропонує річну гарантію та сервісне обслуговування, що дозволяє легко придбати витратні матеріали та деталі.

3.2. Переваги та виклики впровадження STEM-методик на уроках природничої освітньої галузі в ЗЗСО

З метою виявлення переваг та викликів впровадження STEM-методик на уроках природничої освітньої галузі в сучасних ЗЗСО нами розроблено анкету для опитування вчителів (Додаток 2).



Рис. 1. Результати анкетування вчителів

На основі проведеного опитування нами виділені деякі тенденції щодо реалізації проблеми у практиці сучасної школи.

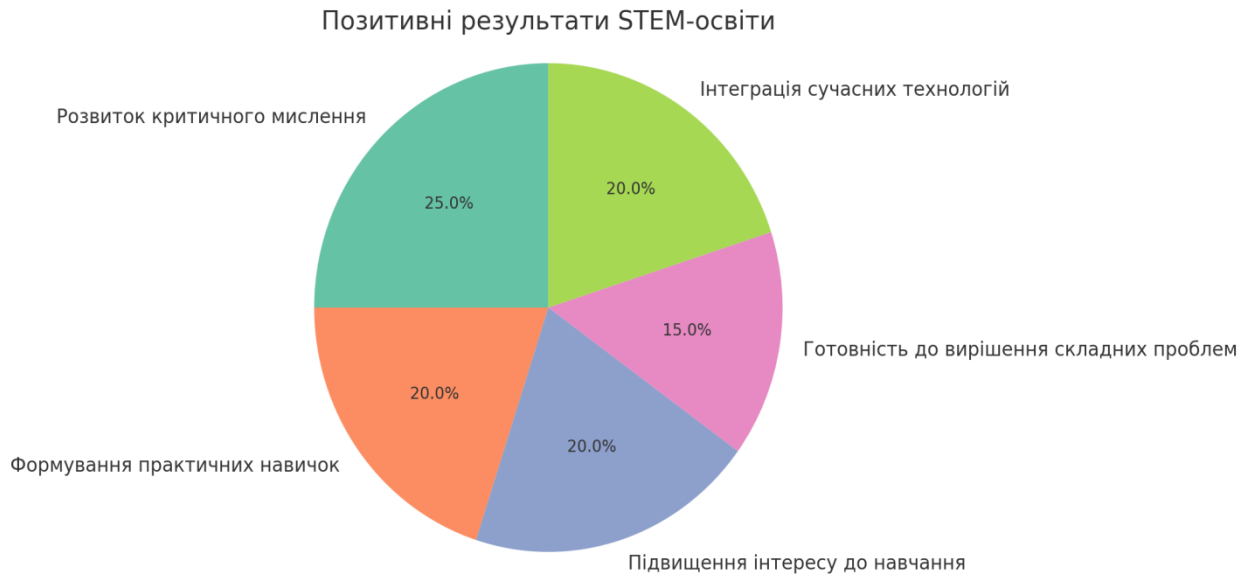


Рис. 2. Результати анкетування щодо значення STEM-освіти

На відміну від традиційної спеціалізованої освіти, основна увага приділяється проблемам і дослідженням.. Учні вирішують проблеми не лише теоретично, а й практично, навчаючись шляхом численних експериментів і помилок. Використання комп'ютерної анімації та інтерактивних дошок на ранніх етапах навчання робить процес більш ефективним.

Головною перевагою STEM-освіти є те, що вона базується на темах, а не на окремих предметах, що гарантує міждисциплінарний підхід і сприяє ефективності навчання. Інтеграція природничих наук з технологіями, математикою та інженерією є важливою зміною в навчальній програмі, оскільки дозволяє створювати та аналізувати нові рішення. По-друге, STEM вчить учнів застосовувати науково-технічні знання в реальних життєвих ситуаціях. Учні працюють над проектами і створюють реальні прототипи, що робить навчання більш захоплюючим і змістовним» [7].

STEM-освіта сприяє розвитку критичного мислення та навичок вирішення проблем і допомагає учням долати виклики реального життя. Учні можуть стати винахідниками та зробити свій внесок у суспільство, вдосконалюючи власні проекти. Реалізація своїх ідей та отримання результатів підвищує впевненість учнів у собі, покращує їхню самооцінку та мотивує до подальшого розвитку. Розробка моделей і прототипів розвиває

уяву та критичне мислення і наближає учнів до реальних результатів у їхніх проектах.

STEM-підхід характеризується активною комунікацією та командною роботою, що дозволяє учням працювати разом, обмінюватися ідеями, обговорювати та відстоювати свої погляди для досягнення спільної мети. Дискусії створюють відкриту атмосферу, в якій учні можуть вільно висловлювати свої пропозиції та думки. Їх заохочують висловлювати будь-яку думку, не боячись помилитися. Учні вчаться активно висловлюватись і презентувати свої ідеї та проводять більшу частину часу за тестуванням і розробкою проектів, а не сидючи за партами. Учні краще вчаться, коли вони активно беруть участь у класі, проектують і консультуються з учителями. STEM-освіта сприяє підвищенню інтересу до технічних предметів, показуючи учням, що математика - це не лише нудні формули та цифри. Навіть у початкових класах такий підхід стимулює інтерес до природничих і технічних наук. Залучення до процесу навчання є важливим фактором успіху: оскільки STEM-уроки є динамічними та інтенсивними, учні ніколи не нудьгують, а іноді навіть втрачають інтерес до процесу [5]. Учні починають з простих завдань і поступово переходять до більш складних проектів, таких як хмарочоси, логістичні мережі, підводні човни та моделі автомобілів.

Проекти в STEM-освіті базуються на шести етапах: виклик, обговорення, проектування, конструювання, тестування та розвиток, створюючи систему організованих підходів до навчання. Поєднання, вдосконалення та проектування різних наук є основою для інновацій; STEM-підхід також забезпечує зв'язок між навчанням та майбутньою професійною діяльністю. Попит на фахівців у цих галузях постійно зростає. Постійним попитом користуються професії, пов'язані з аналітикою, робототехнікою, архітектурою, ядерною медициною, нафтовим машинобудуванням та аерокосмічною інженерією. Дослідження показують, що дев'ять з десяти найбільш затребуваних професій вимагають STEM-освіти.

STEM-освіта як доповнення до шкільної програми; STEM-уроки дозволяють учням застосовувати теоретичні знання, які вони вивчають у школі, на практиці. Наприклад, на уроках фізики та математики діти вивчають формули та розв'язують задачі. Ці уроки включають цікаві експерименти, які допомагають учням краще запам'ятати складні терміни та поняття (STEM, 2018).

Однак STEM-освіта має й недоліки, наприклад, слабкі комунікативні навички. Багато уваги приділяється формулам, рівнянням і матеріальним структурам, де використовується більш формальний і «сухий» науковий стиль. Інженери можуть втратити творчі навички, оскільки зосереджуються на науці та технологіях. Багато важливих винаходів з'явилися завдяки ідеям, які спочатку були поза межами уяви. Інженери також можуть бути досвідченими в технічних аспектах, але їм може бути важко вирішувати повсякденні життєві проблеми. Одним з недоліків є те, що вузька спеціалізація вчителів призводить до фрагментарності знань серед учнів; впровадження STEM-освіти вимагає подальшої підготовки вчителів, які можуть працювати в єдиній системі природничо-наукових дисциплін.

Ефективне впровадження STEM-освіти в Україні потребує створення розвиненої системи підтримки обдарованих учнів та створення творчого середовища для виявлення обдарованих учнів у кожній школі. Школярі повинні мати можливість навчатися у звичайних або заочних школах, а також проходити спеціалізовані навчальні програми незалежно від місця проживання. Важливо також забезпечити економічну доцільність навчання обдарованих і талановитих дітей, а також стимулювати вчителів, пропонуючи їм великі премії за досягнуті результати.

В умовах глобалізації та економічних змін інновації мають велику цінність. Якщо учні хочуть досягти успіху в світі, що швидко змінюється, вони повинні вміти застосовувати отриману інформацію на практиці. Нинішня шкільна програма в Україні є недостатньо ефективною і потребує трансформації; впровадження STEM-освіти є важливим етапом модернізації.

STEM-освіта дає можливість учням розвивати підприємливість, ініціативність, досвід роботи в команді та почуття відповідальності за своє життя. Наразі STEM-освіта в Україні лише починає розвиватися і проводиться через приватні гуртки та позакласні заходи У серпні 2020 року Уряд схвалив Концепцію розвитку STEM-освіти, а згодом прийняв план заходів щодо її реалізації до 2027 року Впровадження STEM-освіти має охопити всі освітні рівні та потребуватиме співпраці з провідними компаніями та роботодавцями з метою формування робочої сили, яка відповідає вимогам ринку праці.

Школи прагнуть оновити свої освітні програми та навчальні плани, щоб забезпечити набуття учнями практичних навичок, а також теоретичних знань, які не завжди можуть бути застосовані в реальних життєвих ситуаціях. Особлива увага приділяється розвитку критичного мислення, інженерних та алгоритмічних підходів, навичок аналізу та застосування інформації. Водночас важливо приділяти увагу розвитку креативності, цифрової грамотності, інноваційності, комунікації та командної роботи.

Проте впровадження STEM-освіти в школах України стикається з труднощами, серед яких необхідність фінансування для оснащення лабораторій сучасним обладнанням. Для цього вчителі повинні швидко освоїти нові технології та технічні засоби, що є великим викликом. 29 квітня 2020 року було видано наказ Міністерства освіти і науки щодо оснащення навчальних кабінетів, що включає перелік необхідних інструментів і технічних характеристик.

До цього списку входять: 3D-обладнання з запасом витратних матеріалів, який покриває весь навчальний рік, цифрові верстати з витратними матеріалами, числовим програмним управлінням, спеціальні захисні окуляри та стіл, програмовані електронні модулі з програмним забезпеченням та методичними посібниками, мехатронні системи і станції для відтворення різних технологічних процесів у вигляді ігор, тренувальні майданчики для занять з робототехніки, конструктори, фото-відеостудія з

відповідним обладнанням і програмним забезпеченням, система віртуальної реальності, машинка для вишивки з комп'ютерним управлінням та додаткові засоби навчання і обладнання для групових експериментів (Stem, 2019).

Впровадження STEM в Україні на початковому етапі зіткнулося з двома основними проблемами. По-перше, необхідність нового обладнання, по-друге, потреба в нових методах викладання, адже старі методики не підходять для використання сучасних інструментів. Необхідний інтерактивний, комплексний підхід, прогресивні вчителі, здатні поєднувати різні наукові галузі та проводити цікаві дослідження з учнями. Ідеально STEM передбачає комплексне навчання, однак корінні зміни потребують значного часу. Впровадження STEM-освіти в Україні має на меті покращити економіку та зробити її більш конкурентоспроможною. На сьогодні в українських школах учні отримують теоретичну інформацію, повторюють її, проходять контроль і отримують оцінки, однак ці знання часто залишаються на теоретичному рівні.

Практичне застосування теоретичних знань можливо в гуртках поза школою, де ці знання набувають прикладного характеру. Однак гуртки доступні не всім учням і є додатковим навантаженням, яке не кожен може витримати. Шкільні уроки потребують оновлення та орієнтованих на практику методик, які розвиватимуть у дітей бажання до креативності та досліджень. Більшість вчителів підтримують впровадження STEM-освіти, але занепокоєні необхідністю освоєння нових навичок. З 2022 року в Україні буде запроваджена нова програма, орієнтована на учнів п'ятих класів і старших, яка включатиме STEM-предмети.

3.3. Рекомендації для підвищення ефективності використання STEM-елементів в освітньому процесі ЗЗСО

Організація STEM-навчання здійснюється згідно з планом заходів для реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року та базується на впровадженні реформи «Нова українська

школа», яка з вересня 2023 року продовжується на рівні базової середньої освіти.

Нова українська школа визначає десять взаємопов'язаних і однаково важливих ключових компетентностей, які формуються наскрізними вміннями. При цьому основними завданнями STEM-освіти є вміння розв'язувати складні практичні проблеми, критичне мислення, креативність, когнітивна гнучкість, здатність оцінювати проблеми та приймати рішення, формування цілісного наукового світогляду.

Ці цілі досягаються шляхом впровадження проблемно-орієнтованого навчання, яке спрямоване на вирішення реальних проблем. Цей процес навчання включає наступні етапи: визначення проблеми, збір інформації, генерування альтернатив, аналіз альтернатив та оцінка результатів, рефлексія результатів.

Розвиток STEM-освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти здійснюється на початковому, базовому та профільному рівнях. На початкових етапах навчання акцент має бути зроблений на проблемному та об'єктно-орієнтованому навчанні, що забезпечує інтеграцію знань і підходів з різних предметів. На основі цього можна виокремити наступні **рекомендації**, які сприятимуть підвищенню ефективності STEM-освіти.

1. Уроки природничо-математичних дисциплін мають бути побудовані з акцентом на дослідження та експерименти, надаючи учням можливість навчатися самостійно через практичні завдання та спостереження.

2. Сучасні форми навчання, такі як ділові ігри, змагання, творчі завдання, конкурси та екскурсії, сприятимуть інтенсивному вивченню інтегрованих предметів; STEM-уроки гнучко структуровані та зосереджені на створенні реальних продуктів.

3. У STEM-освіті особлива увага має приділятися інноваційним методам оцінювання, які враховують реальні життєві ситуації. До них відносяться кейс-стаді, портфоліо, проблемно-орієнтоване навчання,

експерименти, презентації, моделювання, рольові ігри, групові проекти та дискусії.

4. STEM-освіта в основній школі має на меті не лише передачу знань, а й розвиток в учнів важливих навичок, якостей та цінностей. Вчителям необхідно створити умови для особистісного розвитку кожного учня, враховуючи його інтереси, потреби та здібності.

5. Впровадження STEM-освіти на базовому та профільному рівнях є важливим кроком у розвитку науково-технічних навичок учнів. Для цього вчителям необхідно розвивати знання та навички учнів через проєктне навчання (створення навчальних проєктів на основі власного та чужого досвіду), інженерне конструювання (моделювання виробів), навчання винахідництву (пошук творчих рішень), проблемне навчання (допомога учням зрозуміти, як STEM-знання можуть бути застосовані в повсякденному житті через реальні ситуації), ситуативне навчання (навчання, орієнтоване на ситуацію). Заохочується ситуативне навчання (ситуативно-орієнтоване навчання).

6. Водночас особливу увагу слід приділяти інклюзивній освіті, щоб підтримати учнів з різним рівнем підготовки та забезпечити їхній успіх у STEM-освіті. Також слід забезпечити можливості для участі учнів у STEM-проєктах у партнерстві з бізнесом, науково-дослідними установами та громадськими організаціями, щоб підвищити інтерес до STEM-кар'єри.

В умовах воєнного стану особливого значення набуває соціально-психологічна адаптація учнів, яка передбачає відновлення гармонії між особистістю та навколишнім середовищем через внутрішні зміни. Процес адаптації передбачає узгодження індивідуальних і групових ціннісних орієнтацій, засвоєння групових норм, традицій і культури, інтеграцію в рольові структури.

Показниками адаптованості є задовільне самопочуття, благополуччя, психічна врівноваженість, відсутність невротичних симптомів (наприклад, емоційного зриву, агресії, тривоги, страху), задоволеність собою та

взаємодією з іншими STEM-орієнтовані освітні підходи забезпечують ефективну соціальну та психологічну адаптацію, задоволення специфічних освітніх соціально-психологічну адаптацію та специфічні освітні потреби, забезпечують рівний доступ до освіти та створюють сприятливі умови для розвитку учнів з різним станом здоров'я.

Основними чинниками розвитку людини є соціальне, освітнє та виховне середовище, орієнтоване на актуальні та найближчі зони розвитку і сенситивні періоди. Розвиток дітей з особливими освітніми потребами має свої особливості, пов'язані з ураженням нервової системи та аналізаторних органів, ступенем інвалідності, часом настання інвалідності, її структурою та соціальним походженням. Тому інклюзивні навчальні заклади повинні поєднувати спеціальну організацію навчального процесу з елементами STEM-освіти, які стимулюють пізнавальну активність учнів.

STEM-освіта в умовах воєнного часу вимагає нового підходу до організації навчального процесу. Практична частина тренінгу може проводитися як у синхронному (онлайн-навчання), так і в асинхронному режимах. Синхронний режим найкраще підходить для консультацій, обговорення складних проблем, експериментів, лабораторних та практичних занять.

STEM-освіта сьогодні стає безпечним, творчим і важливим простором, де учні можуть відволіктися від суворої буденності війни та отримати знання, необхідні для саморозвитку. Тому важливо створювати безпечне середовище STEM-освіти, в тому числі електронні середовища, які можуть бути використані навчальними закладами різних типів і форм власності. STEM-середовище в закладах освіти формує інтелектуальні, методичні, матеріальні та технологічні умови для проведення досліджень та інтегрованого навчання, що дають змогу учням розвивати свої творчі здібності. Важливим елементом цього середовища є використання цифрових технологій та освітніх ресурсів.

Одним з основних електронних ресурсів для організації STEM-середовища є Всеукраїнський науково-методичний віртуальний STEM-центр.

Центр надає дистанційні та очні консультації з методів і технологій STEM-навчання, проводить дослідження в галузі природничих наук - фізики, хімії, біології, географії, астрономії, екології та мінералогії. Середовище центру включає інформаційно-технологічні елементи (навчальні програми, методичні матеріали, віртуальні лабораторії), матеріально-просторові умови (обладнання українських та іноземних виробників), а також соціальні та особистісні аспекти (учні, науковці, вчителі та волонтери, які підтримують розвиток STEM-освіти в Україні).

Наразі реалізується освітній проєкт «Організаційні та науково-методичні умови створення STEM-центрів», розрахований на період 2022-2027 років. Метою проєкту є розробка науково обґрунтованих умов функціонування STEM-центрів як осередків високотехнологічної освіти в умовах освітньої реформи, впровадження нової української школи та цифровізації. Більше інформації можна знайти на сайті ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти».

STEM-центри допомагають мотивувати до навчання та розвивати навички, необхідні для успішної соціалізації учнів. Важливими аспектами їхньої діяльності є спільне навчання, групова взаємодія, відчуття успіху, впевненість у собі та усвідомлення свого кар'єрного шляху. З метою впровадження STEM-освіти в навчальних закладах в українських закладах післядипломної педагогічної освіти створено відповідні кафедри та лабораторії, що дозволяє залучати вчителів до реалізації цих ініціатив.

ВИСНОВКИ

1. STEM-освіта стає невід'ємною частиною сучасного навчального процесу, надаючи можливість учням розвивати не тільки теоретичні знання, але й практичні навички, що є важливими для вирішення реальних проблем. Визначення поняття STEM, що об'єднує науку, технології, інженерію та математику, дозволяє створити інтегрований підхід до навчання, який сприяє глибшому розумінню природничих наук, підвищує рівень критичного мислення, а також допомагає здобути необхідні для майбутнього знання і вміння.

2. STEM-освіта має величезне значення в природничій освітній галузі, оскільки вона не тільки допомагає учням освоювати основи природничих наук, але й готує їх до вирішення складних задач у різних галузях. Вона сприяє розвитку важливих компетентностей, таких як аналітичне мислення, здатність до дослідження, вміння працювати в команді та приймати обґрунтовані рішення. В умовах постійно змінюваного світу, STEM-освіта допомагає підготувати молодь до викликів, з якими вони зіштовхнуться в майбутньому, зокрема до розв'язання екологічних, соціальних і технічних проблем.

3. Інтеграція STEM у природничі науки через різноманітні педагогічні підходи та методи, зокрема через проєктну діяльність, використання цифрових технологій та міждисциплінарний підхід, є ефективним інструментом, який робить навчальний процес більш захоплюючим та доступним для учнів. Проєктна діяльність дозволяє учням не лише вивчати теорію, а й застосовувати свої знання на практиці, що підвищує їхню мотивацію та інтерес до навчання.

4. Використання цифрових технологій, таких як віртуальні лабораторії та симуляції, робить навчання більш інтерактивним і дозволяє учням працювати з сучасними науковими інструментами, що наближає їх до реальних умов професійної діяльності.

5. Оцінювання ефективності впровадження STEM-освіти є важливою складовою для визначення досягнень учнів та виявлення тих аспектів навчання, які потребують удосконалення. Підходи до оцінювання мають бути комплексними, щоб відображати як знання, так і здобуті навички, критичне мислення та здатність до вирішення практичних задач.

6. Впровадження STEM-методик на уроках природничих наук стикається з певними викликами, зокрема, із необхідністю розвитку відповідних педагогічних навичок у вчителів, а також забезпечення навчальними ресурсами та технологіями. Тому у дослідженні здійснено моделювання завдань для проведення занять із застосуванням STEM-методик на уроках природничої освітньої галузі, які можуть використані педагогами у своїй діяльності.

7. STEM-освіта має великий потенціал для модернізації навчального процесу в природничій галузі. Вона сприяє розвитку сучасних компетентностей у учнів, формує практичні навички та готує їх до вирішення складних проблем. Для підвищення ефективності STEM-освіти в ЗЗСО необхідно активно використовувати новітні методи та інструменти, розвивати професіоналізм педагогів та забезпечувати учнів доступом до якісних освітніх ресурсів і технологій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Engineering // Educational Portal. – URL: <http://education-portal.com/article>
2. Hom E. J. What is STEM Education? / E. J. Hom // Live Science Contributor. – URL: <http://www.livescience.com/43296-what-is-stem-education.html>
3. International Council of Associations for Science Education. – URL: <https://icaseonline.net/web/>
4. Neuroeducation: Learning, Arts, and the Brain Findings and Challenges for Educators and Researchers from the 2009 Johns Hopkins University Summit / M. Hardiman, S. Magsamen, G. McKhann, J. Eilber. – New York; Washington : Dana Press, 2009.
5. Report to the European commission of the expert group on science education // Science education for Responsible Citizenship. – URL: http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_science_education/KI-NA-26-893-EN-N.pdf
6. Riley S. Pivot Point: At the Crossroads of STEM, STEAM and Arts Integration. – URL: <https://www.edutopia.org/blog/pivot-point-stem-steam-arts-integration-susan-riley>
7. Schwab K. The Fourth Industrial Revolution / K. Schwab. – URL: <https://www.weforum.org/about/the-fourth-industrial-revolution-by-klaus-schwab>
8. Science education for Responsible Citizenship. Report to the European commission of the expert group on science education. – URL: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/a1d14fa0-8dbe-11e5-b8b7-01aa75ed71a1>
9. Scott C. An Investigation of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Focused High Schools in the U.S. Journal of STEM Education: Innovations and Research. 2012. Vol. 13, no. 5. pp. 30–39.
10. STEM-education. – URL: <https://teach.com/what/teachers-know/stem-education>
11. STEM-освіта в Україні. Обладнання для освіти. URL: <https://odo.com.ua/blog/sovety-pokupatelyam/stem-osvitav-ukraini/>

12. STEM-освіта. URL: <https://imzo.gov.ua/> (STEM-education. Retrieved from: <https://imzo.gov.ua/>)
13. STEM-освіта. Інститут модернізації змісту освіти. Офіційний сайт. URL: <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/>
14. Sternberg R. Giftedness as developing expertise / R. Sternberg // International handbook of giftedness and talent / Ed. by K. Heller et al. Amsterdam: Elsevier science, 2000. – P. 55–66.
15. Tarnoff J. STEM to STEAM. Recognizing the Value of Creative Skills in the Competitive / J. Tarnoff. – URL: http://www.huffingtonpost.com/john-tarnoff/stem-tosteam-recognizing_b_756519.html
16. The Case for STEM Education as a National Priority: Good Jobs and American Competitiveness. Updated June 2013. – URL: <http://www.stemedcoalition.org/wp-content/uploads/2016/01/STEM-Factsheet-Updated2.pdf>.
17. U. S. Department of Education // Science, Technology, Engineering and Math: Education for Global Leadership. – URL: <https://www.ed.gov/stem>
18. Vilorio D. STEM 101: Intro to tomorrow's jobs / D. Vilorio. – URL: <https://www.bls.gov/careeroutlook/2014/spring/art01.pdf>.
19. Wagner T., Dintersmith T. Most Likely to Succeed / T. Wagner, T. Dintersmith // Preparing Our Kids for the Innovation Era/Scribner. – New York, London, Toronto, 2015.
20. Wynne H. Principles and big ideas of science education / H. Wynne // Association for Science Education. – 2010. – URL: <https://www.interacademies.org/news/iap-announces-publication-working-big-ideas-science-education>.
21. Атлас нових професій для України (Інститут підготовки кадрів державної служби зайнятості України). Навчально-методичний центр професійно-технічної освіти у Донецькій області. URL: <https://don.dcz.gov.ua/novyna/atlas-profesiy-maybutnogo-novyy-trend-u-proforiyentaciyi>.
22. Балик, Н. Р. Підходи та особливості сучасної STEM-освіти. Фізико-математична освіта: науковий журнал. Дніпро: 2021, 2 (12), С.26-30

- 23.Бузько В. Л. Проектна діяльність учнів основної школи як засіб формування пізнавального інтересу до фізики: Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки. – Чернігів : ЧНПУ, 2013. – Вип. 109. – С. 30-32.
- 24.Бузько В. Л. Реалізація STEM-освіти у процесі навчання фізики в загальноосвітній школі: STEM-освіта – проблеми та перспективи : міжнар. наук.-практ. семінар., 28-29 жовтня 2016 р. : збірник матеріалів. – Кропивницький : КЛА НАУ, 2016. – С. 5-8.
- 25.Білик Ж. І., Постова К. Г. Методика та організація навчально-дослідницької діяльності учнів з біології з огляду на STEM-підхід в освіті. Освіта та розвиток обдарованої особистості. – 2017. – № 6. – С. 22–25,
- 26.Білянін Григорій, Юзькова Валентина. Професійний розвиток педагогів з питань STEM-освіти у Чернівецькій області. Методична система навчання основам технології робототехніки як STEM-освіти: збірник тез за матеріалами Всеукраїнської науково-практичної конференції. Чернівці, 2021. С. 6-8.
- 27.Воронкін О. С. STEM як один із напрямків інноваційного розвитку вітчизняної освіти. Неперервна освіта нового сторіччя: досягнення та перспективи : матеріали II Міжнар. науково-практичної конф., м. Запоріжжя, 18– 25 квіт. 2016 р. Запоріжжя: Запорізький ОППО, 2016. URL: <https://vseosvita.ua/library/stem-ak-odin-iz-napramkivinnovacijnogo-rozvitku-vitciznanoi-osviti-296421.html>
- 28.Гончарова Н. О. STEM-освіта в Україні: реалії та перспективи. Гуманітарний вісник. 2017. № 1. С. 89–96.
- 29.Гончарова Н. Понятійно-категоріальний апарат з проблеми дослідження аспектів STEM-освіти. Наукові записки Малої академії наук України. Серія: Педагогічні науки. 2017. № 10. С. 104-114
- 30.Гончарова Н. Ігрові технології в STEM – освіті на уроках технологій. STEM-освіта: стан впровадження та перспективи розвитку. Матеріали III

- Міжнародної науково-практичної конференції, 9-10 листопада 2019 року, м. Київ. К.: ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти», 2019. С.16-19.
31. Демківський А. В. Основи методології наукових досліджень: Київ : Акад. муніцип. упр., 2012. – 276 с.
 32. Елементи STEM-освіти на уроках трудового навчання та технологій як важливий чинник розвитку творчої особистості школяра. URL: <https://vseosvita.ua/library/vprovadzenna-elementiv-stem-osviti-na-urokah-teoreticnogo-i-virobnicogo-navcanna-540717.html>
 33. Журавель Т. О. Інтегроване навчання як основний складник STEM-освіти. Освіта та розвиток обдарованої особистості. К: 2021. № 18 (72). С.32-34.
 34. Картопля допомагає вивчати природничі науки. / укл. Бузько В. Л.. <https://sites.google.com/site/potatoesandthenaturalscienc>
 35. Коломієць Д. І., Бабчук Ю. М., Бірюк О. О. STEAM-проекти на уроках трудового навчання. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми. 2017. № 49. С. 28–32.
 36. Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text> (The concept of development of natural and mathematical education (STEM-education. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text>)
 37. Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти), схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 05.08.2020 №960-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text>
 38. Кузьменко О. Сутність та напрямки розвитку STEM-освіти. Наукові записки Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка. 2016. № 9. С. 188–190.
 39. Методичні рекомендації щодо розвитку STEM-освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти у 2019/2020 навчальному році : лист ІМЗО № 22.1/10- 2876 від 22 серп. 2019 р. – URL: https://osvita.ua/legislation/Ser_osv/65463 .

- 40.Методичні рекомендації щодо розвитку STEM-освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти у 2021/2022 навчальному році. URL: <https://imzo.gov.ua/2021/08/16/lyst-imzo-vid-11-08-2021-22-1-10-1775-metodychni-rekomendatsii-shchodo-rozvytku-stem-osvity-v-zakladakh-zahal-noi-seredn-oi-ta-pozashkil-noi-osvity-u-2021-2022-navchal-nomu-rotsi/>
- 41.Модельна навчальна програма «STEM. 5-6 класи (міжгалузевий інтегрований курс)» (авт. Бутурліна О.В., Артєм'єва О.Є.). URL: https://drive.google.com/file/d/11on1K-_ALTZf2wTRXaM3exqGBpWnl-PC/view
- 42.Поліхун Н. І. Дистанційна підтримка дослідницької діяльності учнів : метод. реком. URL: <http://lib.iitta.gov.ua/9930>
- 43.Поліхун Н. І., Сліпухіна І. А., Чернецький І. С. Педагогічна технологія STEM як засіб реформування освітньої системи України: Освіта та розвиток обдарованої особистості. – 2017. – № 3(58). – С. 5–9.
- 44.Сліпухіна І. А., Чернецький І. С., Меньяйлов С. М. та ін. Сучасний фізичний експеримент у дидактиці STEM орієнтованого навчання : Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. – 2016. – Вип. 22. – С. 325–328.
- 45.Стратегія 2030: Україна – Learning Nation / Ukrainian Institute for the Institute for the Future. – URL: <https://www.slideshare.net/slideshow/2030-148758034/148758034>
- 46.Стрижак О. Є., Сліпухіна І. А., Поліхун Н. І. STEM-освіта: основні дефініції: Інформаційні технології і засоби навчання. – 2017. – Т. 62. – № 6. – С. 16–33.
- 47.Тименко В. П., Меньяйлов С. М. Упровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної і неформальної освіти обдарованих учнів. Київ : Нац. акад. пед. наук України ін-т обдаровано. дитини, 2019. 80 с.
- 48.Типовий перелік навчально-методичного забезпечення, засобів навчання та обладнання для навчальних кабінетів і STEMлабораторій (наказ МОН №574 від 29.04.2020) URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0410-20#n17>

49. Федорчук Е. І. Сучасні педагогічні технології : навчально-методичний посібник / Автор-укладач Е. І. Федорчук. – Кам'янець-Подільський : Абетка, 2006. – 212 с.
50. Чухненко П.С., Юзькова В.Д., Шепенюк І.М. STEM-освіта та медіаграмотність як необхідні компоненти професійного зростання вчителів природничо-математичних дисциплін нової української школи // Матеріали V Усеукраїнської науково-практичної інтернетконференції «Інноваційні технології розвитку особистісно-професійної компетентності педагогів в умовах післядипломної та освіти»: збірник наукових статей (27 травня 2021 року) – Суми, 2021. – С. 631-637.
51. Юзькова В.Д. Методичні рекомендації щодо створення STEM-кабінетів/лабораторій у ЗЗСО. URL: <https://tinyurl.com/2dyf9krl>
52. Як організувати цікавий навчальний проєкт та правильно його оцінити: практичні поради. URL: <https://tinyurl.com/23yn5dl8>

Додаток 1

**ОРІЄНТОВНИЙ ПЕРЕЛІК ІНСТРУМЕНТІВ, ЯКІ МОЖУТЬ
ВИКОРИСТОВУВАТИСЬ ДЛЯ ВПРОВАДЖЕННЯ STEM-ЕЛЕМЕНТІВ
НА УРОКАХ ПРИРОДНИЧИХ ДИСЦИПЛІН У ЗЗСО**

№	Назва	Опис інструмента
1	Проектна діяльність	Учні виконують групові або індивідуальні проекти, наприклад, створення моделей екосистем, розрахунок енергетичних витрат у фізичних процесах чи аналіз хімічних реакцій. Проекти дозволяють інтегрувати знання з кількох предметів.
2	Віртуальні лабораторії	Використання цифрових симуляторів для проведення експериментів у фізиці, хімії чи біології. Дозволяє учням проводити досліди без необхідності використання реального обладнання.
3	STEM-воркшопи	Проведення інтерактивних занять, під час яких учні вирішують практичні задачі, наприклад, створення моделей міст, біологічних систем або пристроїв.
4	Міждисциплінарні уроки	Поєднання кількох предметів (наприклад, біології, математики та інформатики) для вивчення складних тем, таких як моделювання клітинних процесів або дослідження змін клімату.
5	Розв'язання реальних задач	Учні працюють над задачами, які мають застосування у реальному житті,

		наприклад, проєктують екологічні рішення для локальної громади або аналізують місцеву фауну і флору.
6	Інтерактивні платформи	Використання ресурсів, таких як Google Classroom, Edmodo або Kahoot, для організації дистанційного навчання, опитувань і інтерактивних тестів.
7	3D-моделювання	Застосування програм для створення тривимірних моделей, наприклад, клітин, організмів чи фізичних конструкцій, що сприяє кращому розумінню просторових процесів.
8	STEM-змагання	Організація конкурсів і турнірів, де учні змагаються у створенні рішень для інженерних, екологічних чи наукових проблем.
9	Менторство	Залучення фахівців або старшокласників для допомоги учням у реалізації проєктів чи досліджень.
10	Експерсії та польові дослідження	Організація поїздок до наукових центрів, лабораторій чи природних зон для вивчення реальних процесів у живій природі чи техніці.

АНКЕТА

для вчителів навчальних предметів природничої освітньої галузі

1. Чи знайомі ви з концепцією STEM-освіти?

- A. Так;
- B. Ні.

2. Чи використовуєте ви елементи STEM-освіти у своїй практиці?

- A. Регулярно;
- B. Іноколи;
- C. Не використовую.

3. Які методи ви застосовували? (можна обрати декілька варіантів):

- A. Проектна діяльність;
- B. Використання цифрових платформ (симулятори, віртуальні лабораторії тощо);
- C. Міждисциплінарний підхід.

4. Які труднощі виникають під час застосування STEM-методик?

- A. Брак ресурсів;
- B. Підготовка вчителів;
- C. Організаційні виклики;
- D. Мотивація учнів;
- E. Методичне забезпечення;
- F. Вимоги до інфраструктури.

5. Чи хотіли б ви більше дізнатися про STEM-освіту?

- A. Так;
- B. Ні.

6. Які ресурси вам необхідні для впровадження STEM-методик? (оберіть варіанти):

- A. Навчання та тренінги;
- B. Доступ до обладнання (лабораторії, техніка тощо);
- C. Готові методичні матеріали;

D. Цифрові платформи для навчання.

7. Чи вважаєте ви STEM-освіту перспективним напрямком для підвищення мотивації учнів?

A. Так;

B. Ні;

C. Важко відповісти.

8. Що, на вашу думку, може сприяти ефективній інтеграції STEM-освіти в навчальний процес?

9. Інші коментарі або зауваження.