

Міністерство освіти і науки України
Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка
Кафедра біології та хімії

«До захисту допускаю»

завідувач кафедри біології та хімії,
кандидат біологічних наук, доцент

_____ Ірина БРИНДЗЯ

« _____ » _____ 20__ р.

**ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ STEM-ОСВІТИ НА
УРОКАХ БІОЛОГІЇ ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ
КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ**

Спеціальність 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)

Магістерська робота

на здобуття кваліфікації – Магістр середньої освіти.

Вчитель біології та основ здоров'я, вчитель хімії

Автор роботи Пліш Микола Іванович _____
підпис

**Науковий керівник – кандидат педагогічних наук,
доцент Волошин Сузанна Василівна** _____
підпис

Дрогобич, 2025

Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка
Кафедра біології та хімії

Завідувач кафедри _____

(підпис)

(дата)

З А В Д А Н Н Я

на підготовку магістерської роботи

1. **Тема:** *Застосування елементів STEM-освіти на уроках біології як засіб формування критичного мислення*

2. Керівник: *Волошин Сузанна Василівна* кандидат педагогічних наук, доцент кафедри біології та хімії

3. Студент: *Пліш Микола Іванович*

4. Перелік питань, що підлягають висвітленню у магістерській роботі:

- проблема формування критичного мислення як психолого-педагогічна;
- роль і місце STEM-освіти на уроках біології як засобу формування критичного мислення в учнів закладів загальної середньої освіти;
- аналіз Держстандарту базової середньої освіти, чинних програм та навчально-методичне забезпечення для ЗЗСО у межах окресленої проблеми;
- методика проведення констатувального, формувального та контрольного етапів педагогічного експерименту.

5. Список рекомендованої літератури:

1. Сучасні освітні документи базової середньої освіти.

2. Навчально-методичне забезпечення для закладів загальної середньої освіти.

6. Етапи підготовки роботи

№з/п	Назва етапу	Термін виконання	Термін звіту перед керівником, кафедрою
1.	Затвердження теми магістерської роботи	XI. 2024	15.11.2024 р.
2.	Ознайомлення із завданнями та визначення етапів роботи	XII.2024	05.12.2024 р.
3.	I етап. Розкриття теоретичних питань досліджуваної проблеми	I.2025	12.01.2025 р.
4.	II етап. Розкриття методичного аспекту дослідження	IV.2025	20.04.2025 р.
5.	Попередній захист магістерської роботи	XI.2025	Грудень, 2025
6.	Подача магістерської роботи на кафедру	XI.2025	Листопад, 2025

7. Дата видачі завдання 05.12.2024 р.

8. Термін подачі роботи керівнику листопад 2025 р.

9.3 вимогами до виконання магістерської роботи і завданням ознайомлений(а) _____

(підпис студента)

10. Керівник _____
(підпис)

АНОТАЦІЯ

Пліш Микола

Застосування елементів STEM-освіти на уроках біології як засіб формування критичного мислення

У магістерському дослідженні розкрито теоретичні аспекти застосування елементів STEM-освіти в закладах загальної середньої освіти як засобу формування в учнів критичного мислення; висвітлено проблему формування критичного мислення як психолого-педагогічну; простудійовано роль і місце STEM-освіти на уроках біології як засобу формування критичного мислення в учнів закладів загальної середньої освіти; проаналізовано Держстандарт базової середньої освіти, чинні програми та навчально-методичне забезпечення для закладів загальної середньої освіти в умовах впровадження ідей Концепції Нової української школи. Також описано методику проведення констатувального, формувального та контрольного етапів педагогічного експерименту. У процесі написання магістерської роботи окреслено проблему через використання низки теоретичних та емпіричних методів педагогічного дослідження.

ANNOTATION

Plish Mykola

Using STEM education elements in biology lessons as a mean of developing critical thinking

The master's research reveals theoretical aspects of the application of STEM education elements in secondary education institutions as a means of forming critical thinking in students; highlights the problem of forming critical thinking as a psychological and pedagogical one; studies the role and place of STEM education in biology lessons as a means of forming critical thinking in students of secondary education institutions; the State Standard of Basic Secondary Education, current programs and educational and methodological support for secondary education institutions in the conditions of implementation of the ideas of the Concept of the New Ukrainian School. The methodology for conducting the ascertaining, formative and control stages of the pedagogical experiment is also described. In the process of writing the master's thesis, the problem is outlined through the use of a number of theoretical and empirical methods of pedagogical research.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
 РОЗДІЛ I. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ STEM-ОСВІТИ В ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ В УЧНІВ КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ.....	10
1.1. Застосування елементів STEM-освіти в закладах загальної середньої освіти як психолого-педагогічна проблема	10
1.2. Роль і місце елементів STEM-освіти у формуванні критичного мислення в учнів ЗЗСО.....	15
 РОЗДІЛ II. МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ STEM-ОСВІТИ НА УРОКАХ БІОЛОГІЇ ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ В УЧНІВ КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ.....	24
2.1. Формування в учнів критичного мислення засобами STEM-освіти крізь призму аналізу Держстандарту базової середньої освіти та чинних програм для ЗЗСО.....	24
2.2. Аналіз навчально-методичного забезпечення з окресленої проблеми.....	28
 РОЗДІЛ III. ПРАКТИЧНІ ЗАСАДИ ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ STEM-ОСВІТИ НА УРОКАХ БІОЛОГІЇ ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ В УЧНІВ КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ.....	41
3.1. Методика проведення констатувального етапу педагогічного експерименту.....	41
3.2. Методика проведення формувального та контрольного етапів експерименту.....	45
ВИСНОВКИ.....	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	59
ДОДАТКИ	62

ВСТУП

Актуальність дослідження полягає в тому, що оскільки сьогодні освіта має носити випереджувальний характер і в майбутньому відповідати тенденціям розвитку суспільства, проблема формування в учнів самостійності, умінні шукати, знаходити й аналізувати відповідну інформацію та приймати ефективні рішення з метою використання її в практичній діяльності та подальшому житті важливе місце займають нові інформаційні технології, які суттєво змінюють ринок праці [1; 14]. Останнім часом в Україні спостерігається бурхливий розвиток комп'ютерних та нанотехнологій, робототехніки тощо, що, в свою чергу, спричиняє появу нових професій, пов'язаних з високотехнологічним виробництвом у взаємодії з природничими науками та мистецтвом для розвитку в дітей та молоді креативного та критичного мислення.

Одним із напрямків інноваційного розвитку природничої освіти є система навчання STEM (S – science = природничі науки; T – technology = техніка, технології; E – engineering = інженерія; M – mathematics = математика), основними принципами якої виступають інтеграція, дослідження та різноманітні розробки, що допоможуть учням вирішувати поставлені завдання й ставати ідейниками, новаторами, винахідниками. Така освіта стосується організації якісного, ефективного й динамічного процесу навчання в усіх освітніх закладах, зокрема загальної середньої, фахової передвищої та вищої освіти, з метою володіння певною системою знань, формування аналітичного складу розуму, системного й критичного мислення, уміння вирішувати складні життєві ситуації. Така освіта не призводить до стресів та конфліктів, а навпаки викликає радість та задоволення, допомагає оптимістично сприймати життя [29; 30].

На це націлює низка сучасних освітніх документів, затверджених МОН України впродовж останніх років, а саме: Закони України «Про освіту» [10], «Про загальну середню освіту», Концепція «Нова українська школа» [13], Державний стандарт базової середньої освіти [8], Професійний стандарт

«Вчитель закладу загальної середньої освіти» [23] та ін. У межах окресленої нами проблеми цей перелік доповнює й такі документи, як «Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) (№ 960), прийнятий Кабінетом Міністрів України 5 серпня 2020 р. [22] та Методичні рекомендації щодо впровадження STEM-освіти у загальноосвітніх та позашкільних навчальних закладах України на 2017-2018 навчальний рік (лист ІЗМО № 21. 1/10-1470 від 13.07.17 року), в основі яких лежить компетентісно-практичний особистісно-орієнтований підхід до здійснення якісної освіти, зокрема й біолого-природничої [17].

У зв'язку з цим перед педагогами, зокрема й учителями біології, постає дилема: яким чином підготувати здобувачів освіти як майбутніх фахівців – конкурентноспроможних на ринку праці, готових до значних соціальних та економічних змін, пов'язаних із викликами сьогодення у прийнятті відповідальних рішень, оскільки методи й форми навчання стали застарілими, неефективними [1; 7]. Тому як приклад синтезу теорії й практики з метою надання якісної освіти всім учням, підвищення їх інтересу до навчання та формування в них необхідних життєвих компетентностей застосування STEM-освіти в освітньому процесі закладів загальної середньої освіти (ЗЗСО), зокрема й на уроках біології, має бути прерогативним.

Таким чином, теоретична значущість й актуальність розглянутої проблеми, її недостатня розробленість та поверхнєве використання форм, методів та засобів STEM-освіти в освітньому процесі ЗЗСО стало підставою для обрання теми магістерського дослідження ***«Застосування елементів STEM-освіти на уроках біології як засіб формування в учнів критичного мислення»***.

Цю проблему розглядає низка сучасних науковців: О.Безіна, Л.Казакова [1], І.Бех [2], Т. Вагнер [5], Ю.Горбачова [7], Т.Іванюк [11], Т.Кошмарова [14], Т.Полонська [20] та ін.

Метою магістерської роботи було розкрити важливість процесу застосування елементів STEM-освіти як засобу формування критичного

мислення в учнів на уроках біології. Для досягнення мети нами було визначено такі **завдання**:

- розкрити проблему формування критичного мислення як психолого-педагогічну;
- висвітлити роль і місце STEM-освіти на уроках біології як засобу формування критичного мислення в учнів закладів загальної середньої освіти;
- проаналізувати Держстандарт базової середньої освіти, чинні програми та навчально-методичне забезпечення для ЗЗСО у межах окресленої проблеми;
- простудіювати методику проведення констатувального, формувального та контрольного етапів педагогічного експерименту.

Об'єкт дослідження – освітній процес закладу загальної середньої освіти.

Предмет дослідження – застосування елементів STEM-освіти на уроках біології як засобу формування критичного мислення в учнів ЗЗСО.

Методи дослідження:

теоретичні: аналіз, синтез, порівняння, систематизація та узагальнення;

емпіричні: спостереження, бесіди, анкетування, аналіз письмових та усних відповідей з метою перевірки ефективності елементів STEM-освіти на уроках біології як засобу формування критичного мислення в учнів; педагогічний експеримент (констатувальний, формувальний та контрольний етапи).

Теоретична значущість одержаних результатів дослідження полягає у науковому обґрунтуванні змісту та методики використання елементів STEM-освіти на уроках біології.

Практичне значення результатів магістерського дослідження

полягає в тому, що матеріали і висновки дослідження з окресленої проблеми є апробованими, є відображені у збірнику наукових праць XVIII Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції «Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки в країнах Євразії», яка проходила у Переяславі 28 лютого 2025 р. [6], а також основні думки дослідження студіювалися на наукових та методичних семінарах та засіданнях кафедри

біології та хімії Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка.

Структура. Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел (30 найменувань). Текст викладений на 70 сторінки

РОЗДІЛ І. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ STEM-ОСВІТИ В ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ В УЧНІВ КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ

1.1. Формування критичного мислення в учнів ЗЗСО – психолого-педагогічна проблема

Проблема створення на сьогоднішній день здоров'язбережувального освітнього середовища в освітніх закладах, зокрема закладах загальної середньої освіти (ЗЗСО), яке ефективно впливає на формування пізнавальної активності учнів, креативного, системного й критичного мислення та їх мотивації до навчання займає одне з найважливіших місць у психолого-педагогічних дослідженнях сучасних вчених, науковців, учителів-практиків []. Тому формування критичного мислення в учнів ЗЗСО є важливим аспектом у здійсненні якісної освіти, зокрема й біологічної.

Аналіз наукових джерел засвідчує, що своїм корінням технологія формування критичного мислення сягає у глибоке минуле, зокрема в Античні часи, в яких мали місце евристичні (сократівські) бесіди, на проведення яких особливу увагу звертали Сократ, Платон, Аристотель та ін. [2; 28] Таким словесним методам навчання велику роль відводила низка постатей епохи Відродження та Нового Часу, зокрема увага була привернута чеським педагогом Яном Коменським, англійським ученим Джоном Дьюї та бразильським науковцем Пауло Фрейре, а також вітчизняними педагогами Софією Русовою, педагогом-гуманістом Василем Сухомлинським та сучасним грузинським педагогом Шалвою Амонашвілі. Коротко зупинимося на їх ідеях.

Так, у XVII ст. **Я.-А.Коменський** в освітньому процесі пропонував учителям формувати в школярів низку компетентностей, серед яких важливе місце посідає така компетентність, як здатність осмислено сприймати інформацію [2], а у XIX ст. **Дж.Дьюї** акцентував на навчанні в учнів аналізувати факти, явища, події, формувати вміння боротися із конкретними проблемами та знаходити вихід зі складних ситуацій [28].

Зазначаємо, що з метою уникнення дії негативної сугестії допоможе дитині критично сприймати інформацію вказувала і **С.Русова** (поч.- середина ХХ ст.) [27]. Ці ідеї поділяв й **В. Сухомлинський** (ХХ ст.), який, працюючи у Павлівській школі, що на Кіровоградщині, наполягав на проведенні уроків мислення серед природи, на яких, як зазначав він, кожна дитина проходить цікаву школу дитячого мислення [9]. Формуванню такого уміння, як «критичне й системне мислення» учнів у Школі Життя студіює сучасний грузинський педагог **Ш.Амонашвілі** [28].

Отже, як бачимо, погляди педагогів минулого й сьогодення перегукуються з ідеями Концепції Нової української школи, згідно з якими учні, формуючи нову генерацію ХХІ століття, обов'язково мають вміти мислити по-іншому, і в цьому сенсі критичне мислення відіграє прерогативну роль [12]. На основі детального аналізу філософської, науково-педагогічної та психолого-методичної літератури можна стверджувати, що цей напрям сучасного навчання активно розвивається ще зі середини ХХ століття в освіті США та Канади, а в Україні інтерес до технології критичного та системного мислення як освітньої інновації з'явився близько п'ятнадцяти років тому і на сьогоднішній день є «модним» та «сучасним»[1; 2].

Сьогодні проблема формування критичного мислення, що йде у парі зі системним мисленням, розглядається сучасними науковцями як важливий метод наукового дослідження, як інноваційний підхід до навчання у школах предметів, зокрема біології, у процесі проведення яких в сучасних шклярів має формуватися низка так званих «інженерних розумових навичок» [1]. З цією метою, користуючись довідково-енциклопедичною літературою та інтернет-ресурсами, ми виокремлюємо понятійно-категоріальний тезаурус, пов'язаний із формуванням мислячих особистостей: «мислення», «критичне мислення», «критичне та системне мислення», «креативне мислення», який подаємо у розробленій нами таблиці 1.

Таблиця 1

мислення	«процес перетворення фактів, інформації, емоцій тощо на цілісне й упорядковане знання. Мислення є фундаментальною властивістю людини, і через цю фундаментальність йому важко дати означення, спираючись на простіші поняття» [21, с. 105].
критичне мислення	«процес, під час якого людина може охарактеризувати явище або предмет, висловити своє ставлення до нього шляхом полеміки або аргументації власної думки» [20]
критичне мислення	«вміння активно, творчо, індивідуально сприймати інформацію, оптимально застосовувати потрібний вид розумової діяльності, різнобічно аналізувати інформацію, мати особисту незалежну думку та вміння коректно її відстоювати, уміти застосовувати здобуті знання на практиці» [5, с. 122]
критичне мислення	«використання когнітивних технік або стратегій, що збільшують імовірність отримання бажаного кінцевого результату; такий тип мислення, до якого звертаються при вирішенні завдань, формулюванні висновків, здійсненні імовірнісного оцінювання при прийнятті рішень» [28, с 106].
критичне мислення	«комплекс мислительних операцій, що характеризується здатністю людини аналізувати, порівнювати, синтезувати, оцінювати інформацію з будь-яких джерел; бачити проблеми, ставити запитання; висувати гіпотези та оцінювати альтернативи; робити свідомий вибір, приймати рішення та обґрунтовувати його» [21, с. 29].
критичне системне мислення	«розуміння й аналіз зв'язків між ідеями та аргументами; оцінка ідей, аргументів і варіантів; розв'язання проблем і прийняття рішень, значення яких розкрито за допомогою комплексу мисленнєвих операцій – дескрипторів: визначати, ідентифікувати, порівнювати, відрізняти, аналізувати, вивчати, добирати, ставити запитання, порівнювати, урахувувати, інтерпретувати, оцінювати тощо» [20]
креативне мислення	«мислення, за якого знаходять вихід із будь-якої ситуації» [7]

Отже, як бачимо, на сьогоднішній день існує багато визначень, пов'язаних з критичним мисленням учнів ЗЗСО, але суть одна й та сама, яка полягає у самостійному, не нав'язаному кимось незалежного мислення.

Мета та завдання розвитку критичного мислення сучасними науковцями виокреслюється у:

- формуванні пізнавального інтересу в учнів та розумінні мети вивчення обраної проблеми;

- розвитку мотивації до цілеспрямованого навчання;
- підтримки пізнавальної активності учнів;
- спонукання до формування аналітичного судження крізь призму порівняння одержаної інформації відповідно до особистого досвіду [20].

Детальний аналіз науково-педагогічної та психолого-методичної літератури дозволяє виокремити **основні принципи** критичного мислення:

- *принцип мінімалізму* – коли за умови мінімальної кількості засобів можна досягнути максимальних успіхів;

- *принцип універсалізму* – алгоритм критичного мислення може стосуватися будь-якої сфери діяльності [1].

Головні чинники розвитку критичного мислення учнів є такі:

- *час* для збору інформації за заданою проблемою, її обробка та вибір на створення презентації;

- *очікування ідей* у будь-якій формі;

- *спілкування* для обміну думками;

- *цінування думок інших* для знаходження оптимального розв'язування як скоригована «колективна мудрість»;

- *віра в сили* учнів для внесення своїх «цеглинок» у зведенні «будинку» задля розв'язку проблеми;

- *активна позиція*, що стимулює учнів до праці на високому рівні складностей [28].

Отже, для вчителя закладів загальної середньої освіти розвивати в учнів критичне мислення – значить формувати в них допитливість у ході проведення дослідницьких методів; допомагати їм розкривати причини і наслідки фактів; здійснювати планомірний пошук відповідей; формувати уміння виробляти власну точку зору і здатність відстоювати її з логічним доведенням тощо.

Розвивати критичне мислення в освітньому процесі ЗЗСО, зокрема у процесі навчання біології, сприяють нетрадиційні **уроки** зі триступеневою моделлю, в якій мають місце такі процеси, як актуалізація, усвідомлення та рефлексія. Коротко розкриємо їх зміст.

Так, *актуалізація* має поєднувати індивідуальну та групову форми роботи у контексті проведення з учнями таких інтерактивних вправ, як «Асоціювання», «Мозковий штурм», «Кошик ідей та понять», «Створення проблемної ситуації» та ін.

Усвідомлення змісту найкраще реалізується через використання методу «Читання з позначками», наприклад: «+ - я цю інформацію знаю; ?- мені це не відомо; !- це дуже цікаво, хочу знати більше» [21; 28].

Рефлексію як самоаналіз чи розмірковування про набуття нових знань доцільно проводити крізь призму використання таких інтерактивних вправ: «Асоціативний кущ» (швидко перевірити, узагальнити, наприклад у вигляді схеми), «Продовж фразу» (продовжити перелік пропозицій, думок, суджень), «Сенкан» (створення вислову, який складається з п'яти рядків), «Діаграма Вена» (складання порівняльної характеристики об'єктів, що вивчаються, визначаючи спільні й відмінні ознаки). Зауважуємо, що рефлексію здійснюють у вигляді таблиць, малюнків, графіків, діаграм із використанням методів взаємного опитування, взаємного навчання як інтернавчання.

У зв'язку з цим, керуючись опрацьованими доробками сучасних науковців, виокремлюємо основні критерії формування в учнів критичного мислення і представляємо їх у таблиці 2.

Таблиця 2

Критерії формування критичного мислення

перший критерій	критичне мислення є мисленням самостійним, тому має носити індивідуальний характер, формувати свої власні ідеї та переконання, причому має повне право прийняти ідею іншої людини, якщо її аргументація буде вагомішою.
другий критерій	інформація є відправним, а не кінцевим пунктом критичного мислення, у якому головною ознакою виступає процес здобуття знань
третій критерій	критичне мислення починається з постановки запитань та усвідомлення проблем, які потрібно вирішити
четвертий критерій	критичне мислення прагне до переконливої аргументації (докази, контраргументи, визнання інших точок зору тощо).

п'ятий критерій	критичне мислення є мисленням соціальним, оскільки кожна думка перевіряється й обґрунтовується, коли нею діляться з іншими; застосовуються через використання різних видів групової роботи шляхом проведення дебатів, дискусій, різноманітних видів публікацій письмових робіт.
------------------------	---

Отже, критичне мислення потребує використання таких мислительних операцій, як аналіз, синтез, оцінювання в роботі з різними джерелами інформації; ставлення запитань різних видів, ефективного здійснення пошуку інформації, різних текстових джерел, знаходження, розуміння й оцінювання аргументів, побудови власних аргументів й оцінювання їх, активної участі у дискусіях та дебатах, ефективного відстоювання своїх позицій тощо.

Акцентуємо й на тому, що критичне мислення формується поступово завдяки щоденній наполегливій праці вчителя й учня, використовуючи принцип наступності й перспективності з уроку в урок, з року в рік задля вироблення стратегії як перспективи самореалізації особистості в умовах демократичного суспільства. У формуванні критичного мислення на сучасному етапі державотворення важливе місце в освітньому процесі закладів загальної середньої освіти, зокрема й процесі навчання біології, особливе місце займає STEM-освіта як інноваційний напрям формування учнів-новаторів, учнів-раціоналізаторів, учнів-винахідників.

З цією метою у контексті окреслення нашої проблеми у наступному підрозділі ми розкриваємо роль і місце STEM-освіти в закладах загальної середньої освіти крізь призму формування в учнів критичного мислення.

1.2. Роль і місце STEM-освіти в закладах загальної середньої освіти у формуванні в учнів критичного мислення

Сьогодні нагальною потребою сучасної освіти, зокрема базової середньої, є пошук більш дієвіших педагогічних технологій навчання, які отримали назву «інноваційні». Детальний аналіз науково-педагогічної та психолого-методичної літератури дозволяє стверджувати, що поняття *«інновація»* розглядається як

нововведення, що супроводжується змінами не лише в стилях мислення, зокрема критичного, а й в образі діяльності [5]. З цього приводу інноваційні підходи розглядаються як різні моделі взаємодії педагога та учнів, їх позиції під час здійснення освітнього процесу. Одна з таких інноваційних моделей сучасної освіти, зокрема біологічної, виступає модель STEM-навчання, яка з кожним днем стає все більш актуальною, популярною і затребуваною в суспільстві.

Детальний аналіз науково-історичних та психолого-педагогічних джерел засвідчує, що методологічні засади цього освітнього напрямку, пов'язаного із застосуванням STEM-навчання, є співзвучними з ідеями видатного американського педагога ХХ ст. *Джона Дьюї*. Цей педагог вважав, що процес інноваційної STEM-діяльності сприяє активному контакту з предметами, які вивчаються, допомагає розкривати діапазон відкриттів та експериментування, сприяє активному здобуттю учнями нових знань та отримання задоволення від навчання. Ці інновації, на думку вченого, розвивають не конкуренцію, а навпаки – співпрацю, яка в науково-педагогічній літературі відповідно до Концепції Нової української школи отримала назву – «педагогіка партнерство» [12; 28].

Зазначаємо, що на сьогоднішній день в Україні *STEM-технології*, які набирають особливих «обертів» впродовж останніх років, допомагають учням навчатися цікаво, захоплювально, завдяки їм учні мають можливість робити багато корисних речей, які ще донедавна вважалися неможливими. Наприклад, на цифровому мікроскопі можна вивести структуру листочка, а потім переслати її на смартфони іншим учням, щоб вони могли детально їх роздивитися [22].

Таким чином, можна стверджувати, що STEM-освіта виступає унікальним явищем та цінним «скарбом» як для педагогів, так і учнів ХХІ ст. Будь-яка навчальна програма або проєкт, побудовані на її базі, передбачають широкий контекст навчання в ЗЗСО, зокрема навчанні біології, на основі здійснення міждисциплінарного підходу, якому притаманні прикладний характер та інтеграція в єдину дидактичну схему. Тому так важливо, щоб критичне

мислення в учнів перебувало у тісному зв'язку з мисленням системним, і це, як зазначено в Держстандарті базової середньої освіти, є найбільшим ключовим наскрізним умінням XXI ст. [13].

З цією метою ми подаємо понятійно-категоріальний тезаурус, зокрема «STEM-освіта», «STEM-технології», «STEM-середовище», «STEM-навчання», «STEAM-освіта», «STREAM-освіта» тощо і представляємо його у наступній таблиці.

Таблиця 3

STEM-освіта	категорія, що визначає відповідний педагогічний процес формування і розвитку розумово-пізнавальних і творчих якостей молоді, рівень яких відображає конкурентну спроможність на сучасному ринку праці: здатність і готовність до розв'язання комплексних задач (проблем), критичного мислення, творчості, когнітивної гнучкості, співпраці, управління, здійснення інноваційної діяльності [1]
STEM-освіта	ґрунтується на між-, трансдисциплінарних підходах у побудові навчальних програм різного рівня, окремих дидактичних елементів до дослідження явищ і процесів навколишнього світу, вирішення проблемно-орієнтованих завдань [7]
STEM-технології	інноваційні технології із використанням STEM-навчання [29]
STEM-навчання	Science, Technology, Engineering, Mathematics – природничі науки, технологія, інжиніринг, математика [30]
STEAM-освіта	Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics – природничі науки, технологія, інжиніринг, мистецтво, математика [29]
STREAM-освіта	Science, Technology, Reading+WRiting Engineering, Arts, and Mathematics - природничі науки, технологія, читання, письмо, інжиніринг, мистецтво, математика [28]

Головна мета STEM-освіти – реалізація державної політики з урахуванням вимог Законів України «Про освіту» [10], «Про загальну середню освіту» щодо посилення розвитку науково-технічного напрямку в освітньо-методичній діяльності на всіх рівнях; створенні науково-методичної бази з метою підвищення творчого потенціалу дітей та молоді, а також формування професійної компетентності науково-педагогічних працівників.

Сучасними науковцями виокремлено низку *принципів STEM-освіти*, серед яких важливе місце займає провідний принцип – *принцип інтеграції*, завдяки якому осучаснюються методологічні засади, оновлюється зміст, коригується обсяг навчального матеріалу предметів природничо-математичного циклу, здійснюється акцент на технологізацію навчання та формування навчальних компетентностей якісно нового рівня, створюючи компетентнішу модель навчання [11].

Відповідно до окреслених мети та принципів, поданих нами вище, сучасні науковці виокремили такі *завдання STEM-освіти*:

- «оновлення структури та змісту навчальних предметів, спеціальних курсів тощо;
- визначення та оцінювання результатів навчання на основі ключових та предметних компетентностей учня/учениці;
- запровадження наскрізного STEM-навчання, компетентісно орієнтованих форм і методів навчання, системно-діяльнісного підходу» [13];
- «запровадження інноваційних, ігрових технологій навчання, технологій case-study (кейс-технологій), інтерактивних методів групового навчання, проблемних методик із розвитку критичного і системного мислення тощо;
- коригування змісту окремих тем навчальних предметів з акцентом на особистісно-розвивальні, ігрові методики навчання, ціннісне ставлення до досліджуваного питання;
- створення педагогічних умов для здобуття результативного індивідуального досвіду проєктної діяльності та розроблення продукту» [13].

Отже, сьогодні, формуючи в здобувачів освіти критичне мислення, важливі завдання стоять перед закладами загальної середньої освіти, зокрема й учителями біології, а саме: сприяти якіснішій підготовці учнів до успішного працевлаштування та подальшої освіти, формувати технічно складніші навички, зокрема із застосуванням математичних знань і наукових понять, проводити синхронні інноваційні уроки з біології – більш цікаві, змістовні, корисні та креативні.

Зауважуємо, що виконувати учителями такі завдання допоможе створення *ефективного навчального середовища*, яке б мало практичний, міждисциплінарний характер, давало можливість знаходити і культивувати внутрішню мотивацію учнів до навчання [22; 24]. Вважаємо, що таке середовище має бути засноване на довірі та орієнтоване на успіх, завдяки якому важливою запорукою відбувається в учнів формування таких компетентностей, як фінансова та екологічна грамотність, моральна відповідальність, їх пізнавальний інтерес, ініціатива й креативність тощо. У такому середовищі здійснюється STEM-освіта учнів, кожне з букв цієї аббревіатури тлумачить її зміст, який ми подаємо нижче. Користуючись науковими розвідками сучасних науковців, ми розкриваємо ці міждисциплінарні складники.

Так, наприклад, у сфері науки учні проводять різноманітні дослідження з фізики, матеріалознавства, хімії, біології, астрономії;

- у сфері технологій учні ілюструють розвиток високотехнологічних процесів, які пов'язані із робототехнікою чи 3D-друком, що демонструє практичну зорієнтованість учнів та можливість зануритися у «світ майбутнього»;

- у сфері інженерії – учні самостійно конструюють та включають у дію різноманітні механізми й прилади практичного значення;

- у сфері мистецтва здійснюють естетизацію технічних процесів, вибирають дизайн, створюють оптимальні умови для творчого розвитку певного навчального проекту, а красу й простоту спрямовують на пошук гармонії у навколишньому просторі;

- у сфері математики – учні програмують різних роботів, здійснюють обчислювальні дії, співставляють геометричні фігури для розвитку логічного та критичного мислення, покращують засвоєння навчальної інформації, швидко приймають креативні рішення [13].

Як засвідчують наукові доробки сучасних науковців, сьогодні STEM-освіта (STEAM-освіта, STREAM-освіта) активно спрямована на вивчення науки в неформальному середовищі та застосовується в таких зарубіжних освітніх

зкладах, як наприклад Центрі науки «Коперник» (Варшава), Лабораторії робототехніки «STEAM-академія» (Київ), «Місто науки і техніки» (Париж), «Експериментаніум» (Київ), «WOOM – музей наукових відкриттів» (Харків), «Музей цікавої науки» (Одеса), «Музей науки» (Львів), «Музей казок» (Київ) та ін.

Таким чином, STEAM-освіта сьогодні відкриває нові можливості для інновацій в освітньому процесі ЗЗСО, що зумовлює справжню «революцію в навчанні», відкриває перед учнями шанси та можливості у створенні міждисциплінарних проєктів, допомагає експериментувати, бачити й усвідомлювати красу навколишнього світу крізь призму дизайну, а головне – допомагає бути успішними, на високому рівні спілкуватися, бути розкомплексованими, відчувати радість від проведеної діяльності.

Ефективність STEM-навчання, запровадження інноваційних методик Нової української школи залежить від оновлення *матеріально-технічної бази* як предметів природничо-математичного циклу, так і навчального закладу в цілому. Це стосується, зокрема, сучасних інформаційних засобів навчання, різноманітних вимірювальних комплексів, які сприяють формуванню мотивації в учнів їх до навчально-дослідної та інтелектуально-творчої діяльності, розвитку пізнавального інтересу та в майбутньому – для розвитку профільного навчання [13].

Зазначаємо, що найпоширенішими *засобами* для здійснення STEM-навчання є робото-технічні системи, конструктори, різноманітні об'ємні та статичні моделі, вимірювальні комплекси, лабораторний інвентар, низка електронних пристроїв, а саме: 2D- та 3D-принтери, інтерактивні дошки, комп'ютери, цифрові проєктори, проєкційні екрани різноманітних моделей, проєкційні столики тощо. Важливе місце займають *інтернет-ресурси* [11; 17].

Як засвідчують науково-педагогічні та психолого-методичні джерела, такі засоби STEM-освіти стають у пригоді в новій конструкції навчальних *уроків/занять*, в тому числі й уроків біології, на яких учні не бояться помилятися, а творять, досліджують, експериментують, тобто таке навчання

відбувається в русі, у самостійних пошуках відповідної інформації та колективному обговоренню у вирішенні низки завдань, а значить у майбутньому допоможуть учням набуті відповідних професійних компетентностей, як це зазначено у Професійному стандарті «Вчитель закладу загальної середньої освіти» [22].

Ці інноваційні моделі освіти покликані стимулювати пізнавальну діяльність здобувачів освіти, у тому числі й на *інтегрованих уроках біології*, які у контексті вирішення вище окреслених завдань та в межах дослідженої нами проблеми виступають на сьогодні особливою *формою наскрізного STEM-навчання*, у ході проведення яких чітко простежуються міжпредметні зв'язки, що сприяють формуванню в учнів цілісний системний світогляд.

Ми повністю погоджуємося із науковцями-практиками в тому, що інтегровані уроки можна проводити шляхом об'єднання кількох навчальних предметів, схожих за тематикою. *Основою ефективності* таких уроків/занять є чітке визначення мети й відповідне їх планування з використанням навчальних засобів різних предметів. У цьому спектрі важливе місце займають і бінарні уроки, які може проводити як один учитель, який викладає інтегровані предмети, так і декілька учителів. На думку науковців, також доцільно організовувати *«тематичні дні»*, коли всі уроки за розкладом спрямовують одну мету задля досягнення конкретного відповідного результату [22].

Важливе місце у цьому сенсі займають *уроки-дослідження*, які проводяться за таким алгоритмом: оголошується постановка проблеми, здійснюється пошук рішення поставлених учителем завдань-запитань, з якими учні мають справитися самостійно чи з допомогою учителя, а в кінці обґрутовуються відповідні висновки.

Важливе місце займають й *музейні уроки*, на яких учні, наприклад, створюють експозиції спеціальних «робочих станцій», а віртуальна реальність наповнює креативний ігровий простір, що не лише покращує чинну навчальну програму з природничо-математичних дисциплін, а й розкриває знання відвідувачів у високотехнологічних галузях навчання.

Важливими формами організації освітнього процесу з використання STEM-навчання також набувають сьогодні *уроки-квести*, а також *віртуальні екскурсії*, тощо з метою формування ключових та предметних компетентностей, у ході проведення яких учитель має спиратися на систему інтегрованих завдань, спрямованих на застосування учнями способів навчально-пізнавальної діяльності з метою розв'язування відповідних завдань/задач у змодельованих життєвих ситуаціях [1].

Ефективною формою організації освітнього процесу виступає й *дослідно-проектна діяльність*, яка передбачає інтегровану дослідницьку, творчу діяльність учнів, спрямовану на розробку різноманітних навчальних проєктів. У цьому випадку учитель управляє такою діяльністю і спонукає учнів до пошукової роботи задля розв'язання окремих навчально-пізнавальних завдань, які постають перед ними. Як кінцевий продукт учні самостійно або спільно з учителем обирають форму презентації для захисту отриманих результатів.

Вважаємо, що така проєктно-дослідна діяльність сприяє формуванню низки компетентностей, які в майбутньому допоможуть учням набуту соціально-активної, відповідальної, громадянсько-патріотичної та врівноваженої поведінки.

З метою проведення нетрадиційних уроків/занять, екскурсійної та проєктної, дослідницько-пошукової їх діяльності потребує оновлення *форм та методів навчання* як способів навчальної взаємодії учителя та учня. Тому як і на традиційних уроках важливе місце займають *різні форми навчання* – індивідуальне, групове, колективне, парне, кооперативно-групове.

Серед *методів* переважають частково-пошукові методи, зокрема евристичної (сократівської) бесіди, методи проблемного навчання та дослідницькі методи. Використання цих методів допомагає учням здійснювати проєктну та дослідницьку діяльність, реалізувати, наприклад завдання, пов'язані з моделюванням різноманітних природних процесів і явищ та усвідомлено трансдисциплінувати знання.

Також зауважуємо, що різноманітні сучасні освітні сайти, імітаційні тренажери, віртуальні лабораторії, інтерактивні музеї забезпечують доступність у проведенні дослідних експериментів, розвивають творчість учнів, сприяють колективній навчальній діяльності всіх суб'єктів освітнього процесу [30].

Отже, сучасна освіта, зокрема STEM-освіта, має відповідати тенденціям розвитку суспільства в майбутньому, бути одним із напрямків інноваційного розвитку природничої освіти, завдяки якій учні розвивають свою технічну грамотність, вчаться вирішувати поставлені завдання, стають новаторами, винахідниками, експериментаторами.

Використовуючи форми, методи та засоби STEM-освіти, в учнів формуватиметься критичне та системне мислення, своє бачення, незалежна думка, ініціативність, самостійність, творчість, посилюватиметься бажання постійно поглиблювати свій світ знань, що є однією з основних професійних компетенцій, окреслених у Професійному стандарті вчителя [30].

Оскільки наш експеримент складається із трьох етапів – констатувального, формувального та контрольного, на констатувальному етапі, враховуючи поставлені перед нами завдання у ході написання магістерської роботи, ми проаналізували нормативно-правову базу з використання елементів STEM-освіти і студіюємо її в наступному розділі.

РОЗДІЛ II. МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ STEM-ОСВІТИ НА УРОКАХ БІОЛОГІЇ ЯК ЗАСОБУ ФОРМУВАННЯ В УЧНІВ КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ

2.1. Формування в учнів критичного мислення засобами STEM-освіти крізь призму аналізу Держстандарту базової середньої освіти та чинних програм для ЗЗСО

Детальний аналіз Державного стандарту базової середньої школи, укладеного відповідно до Концепції Нової української школи, дозволяє акцентувати на основних ключових компетентностях, а саме: «спілкуванні державною та іноземними мовами, математичній грамотності, компетентності в природничих науках, техніках і технологіях, інформаційно-цифровій грамотності, умінні навчатися впродовж життя, соціальній, громадянській, здоров'язбережувальній компетентності, підприємливості, загальнокультурній та екологічній грамотності та здоровому способу життя» [8] – гармонійно узгоджуються із системою STEM-освіти, створюючи основу для успішної самореалізації особистості як фахівця, так і громадянина [30].

Укладачами – розробниками цього освітнього документу відповідно до цих компетентностей окреслено *мету базової середньої освіти*, яку потрібно реалізовувати через «розвиток природних здібностей, інтересів, обдарувань учнів, формуванні компетентностей, необхідних для їх соціалізації та громадянської активності, свідомого вибору подальшого життєвого шляху та самореалізації, продовженні навчання на рівні профільної освіти або здобутті професії, вихованні відповідального, шанобливого ставлення до навколишнього природного середовища» [8].

У Держстандарті зазначено, що реалізація мети базової середньої освіти у межах окресленої нами проблеми ґрунтується на низці ціннісних орієнтирів, серед яких важливе місце займає й така цінність, як **«розвиток критичного мислення»**. Ця цінність взаємопов'язана з низкою інших цінностей, зокрема

«підтримці самостійності, підприємливості та ініціативності, а також впевненості в собі» [8].

У цьому документі також наголошено, що базова середня освіта містить два цикли: «адаптаційний (5-6 класи) та базове предметне навчання (7-9 класи). Оскільки вимоги до обов'язкових результатів навчання учнів визначено через низку ключових компетентностей, які стосуються нашого педагогічного дослідження, це **«компетентність у галузі природничих наук, техніки і технологій»**, яка «передбачує формування наукового світогляду; здатність і готовність застосовувати відповідний комплекс наукових знань і методологій для пояснення світу природи; набуття досвіду дослідження природи та формулювання доказових висновків на основі отриманої інформації» [6]. Звертаємо увагу і на **«інноваційній компетентності»**, зміст якої полягає у «здатності учня реагувати на зміни та долати труднощі; відкритості до нових ідей» [8].

Детально аналізуючи Держстандарт, ми звертаємо увагу і на **наскрізних вміннях**, таких як «читати з розумінням», «висловлювати власну думку в усній і письмовій формі», «логічно обґрунтовувати позицію» [8], «розв'язувати проблеми (аналізувати проблемні ситуації, формулювати проблеми, висувати гіпотези, практично їх перевіряти та обґрунтовувати, здобувати потрібні дані з надійних джерел, презентувати та аргументувати рішення)» [8], «приймати рішення (обирати способи розв'язання проблем на основі розуміння причин та обставин, які призводять до їх виникнення, досягнення поставлених цілей з прогнозуванням та урахуванням можливих ризиків та наслідків)» [8].

Ми зосереджуємо увагу на такому ключовому наскрізному вмінні XXI століття, як **«критично і системно мислити»** («визначення характерних ознак явищ, подій, ідей, їх взаємозв'язків, уміння аналізувати та оцінювати доказовість і вагомість аргументів у судженнях, зважати на протилежні думки та контраргументи, розрізняти факти, їх інтерпретації, розпізнавати спроби маніпулювання даними, використовуючи різноманітні ресурси і способи оцінювання якості доказів, надійності джерел і достовірності інформації» [8].

До *обов'язкових результатів навчання* учнів з природничої освітньої галузі належать *вміння* «пізнавати світ природи засобами наукового дослідження, опрацьовувати; систематизувати та представляти інформацію природничого змісту; усвідомлювати закономірності природи, роль природничих наук і техніки в житті людини; відповідально поводитися для забезпечення сталого розвитку суспільства; розвивати власне наукове мислення, набувати досвіду розв'язання проблем природничого змісту» [8].

Отже, як бачимо, ключове вміння «критично мислити» реалізується у контексті мети, завдань, компетентностей та програмних результатів навчання.

Державний стандарт базової середньої освіти слугує базою для розробки низки типових освітніх програм, за якими здійснюється освітній процес у закладах загальної середньої освіти, зокрема процес навчання біології у 7 класі, що є темою нашої магістерської роботи [6]. У контексті цієї проблеми ми також детально проаналізували *Типову освітню програму закладів загальної середньої освіти II ступеня* (базова середня освіта), прийняту Міністерством освіти і науки України 20.04.2018 (№ 405) [26]. У цьому освітньому документі розробники рекомендують проводити такі *форми організації освітнього процесу*, а саме такі типи уроків, зокрема й уроків біології: «урок формування компетентностей; урок розвитку компетентностей; урок перевірки та/або оцінювання досягнення компетентностей; урок корекції основних компетентностей; комбінований урок» [26], а також «екскурсії, віртуальні подорожі, уроки-семінари, конференції, форуми, спектаклі, брифінги, квести, інтерактивні уроки (уроки-«суди», уроки-дискусійні групи, уроки з навчанням одних учнів іншими), інтегровані уроки, проблемні уроки, відео-уроки тощо» [26].

Враховуючи автономію кожного навчального закладу, учителеві запропоновано самому вибирати найоптимальніші форми й методи навчання, також впродовж вивчення біології у 7 класі учні мають навчитися критично й системно мислити, а отже: «порівнювати, зіставляти, протиставляти, визначати незрозуміле, вміти шукати вихід зі складних ситуацій; висловлювати власне

ставлення до побаченого, спостерігати, робити правильні висновки; шукати й знаходити літературу з низки питань для формування пізнавальних інтересів; знаходити в довідково-енциклопедичній літературі та сайтах Інтернету потрібну інформацію; здійснювати аналіз висновків з отриманої інформації; розробляти систему доказів на доведення відповідної точки зору, займання чіткої позиції; приймати відповідні рішення, яке ґрунтується на наукових твердженнях та доказах» [5; 26].

Зауважуємо, що ми також проаналізували й *Модельну навчальну програму з біології 7-9 класи для закладів загальної середньої освіти, розробниками якої є Балан П.Г., Кулініч О.М., Юрченко Л.П.* [16], яка є нормативним документом, розробленим на підставі Державного стандарту базової середньої освіти та затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 30 вересня 2020 р. № 898 та відповідає нормативному документу «Концептуальні засади реформування середньої школи «Нова українська школа» (2016 р.), а також статті 12 Закону України «Про освіту», в якому окреслені завдання щодо формування в учнів ключових компетентностей, серед яких компетентність у галузі природничих наук займає особливе місце, а також є корелятивною стосовно Типової освітньої програми для 5-9 класів ЗЗСО, затвердженої наказом № 235 від 19.02.2021 року МОН України [10; 16].

Як зазначено у цьому документі, *метою* навчального предмета «Біологія. 7–9 класи» є «формування в учнів / учениць знань про основні закономірності живої природи та її ролі у розвитку суспільства, умінь досліджувати живі організми на основі здобутих знань і пізнавального досвіду, ціннісного ставлення до живої природи» [16]. Головним очікуваним результатом усього предмета є «сформована дослідницька і навчальна компетентності як важливі складники ключової компетентності у галузі природничих наук, техніки і технологій, а також низки ключових компетентностей» [16]. Також окреслені основні *завдання*, які полягають у забезпеченні «знайомства учнів з об'єктами живої природи, існуванням життя на різних рівнях організації, біологічною номенклатурою та біологічними поняттями» [16]. Автори модельної програми

зазначають, що *метою предмета* «Біологія. 7-9 класи» є досягнення очікуваних результатів навчання шляхом проведення «численних досліджень: спостережень, вимірювань, класифікації, моделювань, експериментів, пошукових та дослідницьких робіт, лабораторних досліджень, практичних робіт, дослідницьких практикумів тощо» [16].

У межах окресленої проблеми ми акцентуємо на тому, що реалізацію завдань модельної навчальної програми забезпечує формування в учнів ключових *компетентностей та наскрізних умінь*, зокрема: «чітко і лаконічно формулювати запитання; працювати з таблицями, схемами, графіками, діаграмами, інфографікою, пояснюючи та доповнюючи їх; активно працювати та спілкуватися в групі у процесі обговорення чи розв'язання проблемних завдань» [16]; «розв'язувати біологічні задачі з використанням математичних обчислень, графіків, діаграм; компетентності в галузі природничих наук, техніки і технологій: використовувати сучасні методи біологічних досліджень, технічні прилади, обладнання; самостійно чи в групі проводити дослідження та презентувати результати досліджень» [16].

Структура навчального предмету «Біологія» спирається на основні таких принципів пізнання, як «науковості; зв'язку навчання із життям; принципу наочності; емоційності та взаємодії, навчання через діяльність [16].

Усе вище викладене дає підстави зробити висновок, що в нормативно-правових документах, зокрема Держстандарті та навчальній програмі, за якою здійснюється освітній процес навчання біології, чітко проостудійовано наскрізне уміння – критично мислити та окреслено низку форм, методів та методичних прийомів, дотичних до використання елементів STEM-освіти.

2.2. Аналіз навчально-методичного забезпечення з окресленої проблеми

Використовуючи низку теоретичних методів педагогічного дослідження, на констатувальному етапі написання нашої магістерської роботи ми також опрацювали підручники, за якими здійснюється

навчання біології у 7 класі, з метою виявлення, наскільки авторами – укладачами цих навчальних книг зосереджено увагу на формування в учнів критичного мислення, наскільки підібрані запитання та завдання на реалізацію цієї мети.

Таким чином, ми детально проаналізували *підручник «Біологія»* для 7 класу загальноосвітніх навчальних закладів автора – *Валерія Соболя*, виданого у м.Кам'янець-Подільський видавництвом «Абетка» у 2015 р, в якому налічується 288 с. [23].

Детальний аналіз цього підручника дозволяє стверджувати, що у вступі цієї навчальної книги зазначено: «Підручник ознайомить вас з надзвичайно різноманітним, вражаючим, повчальним світом тварин. Ви дізнаєтесь про їхні особливості життєдіяльності, будови, поведінки, про їхню різноманітність, взаємозв'язки між собою та іншими організмами, про вплив природи на них і про їхні можливості у зміні самої природи. Цей підручник дасть вам не лише нові знання, але й допоможе сформувати власні способи діяльності й творити власні освітні продукти» [23, с. 5].

Детальний аналіз цієї навчальної книги засвідчує, що вступна частина містить такі рубрики, як «Знайомтеся», «Основне поняття і ключові терміни», «Пригадайте», «Поміркуйте», «Новини науки», «У світі цікавого», а також з метою формування мотивації навчання – запропоновано ілюстративні завдання, вправи, класичні експерименти тощо. «У цій частині задля зацікавлення і стимулювання діяльності, - зазначено у підручнику, - є завдання, кольорові ілюстрації, відомості про тварин, рекорди тваринного світу, кросворди тощо» [23].

Зазначаємо, що зміст підручника охоплює матеріал, який спрямований на організацію засвоєння й формування способів діяльності, знань, умінь, навичок та ставлень і переконань, тобто відповідних компетентностей, які вчитель буде формувати через такі дії, як пояснення, демонстрування, ілюстрування, наведення прикладів на розпізнавання, створення характеристик, описів тощо.

Детальний аналіз підручника «Біологія» дозволяє стверджувати, що ця навчальна книга націлена на самостійне виконання семикласниками низки завдань та створення власних освітніх продуктів, що є дотичним до теми нашого магістерського дослідження, а саме створення міні-проектів, описів тварин, малюнків, рисунків, висновків, досліджень, здобутої інформації тощо.

Працюючи з підручником, автори радять розробляти презентації та власні рекомендації тощо. Як зразок, ця частина містить теми міні-проектів, творчі завдання, міжпредметні завдання відповідно до рубрики «Біологія+...». Для формування практичних й дослідницьких умінь укладачі пропонують скористатися матеріалом рубрики «Навчаємось пізнавати».

Зазначаємо, що у додатках підручника сформульовані правила формування практичних умінь: «правила виконання рисунків у біології, роботи з ручною лупою, роботи з мікроскопом та визначення назв тварин» [23], а з метою розвитку пізнавальних умінь та навичок учнів наведені конкретні правила-орієнтири із використанням емпіричних методів дослідження (науковий опис, вимірювання, спостереження, проектування, порівняння та експеримент) [23].

Детальний аналіз змісту підручника «Біологія» автора В.Соболя у межах окресленої проблеми дозволив нам розробити таблицю і наповнити її змістом, який безпосередньо стосується розкриття теми магістерського дослідження крізь призму тем та рубрик із відповідними вміщеними завданнями для реалізації STEM-освіти.

Таблиця 4

<i>Тема уроку</i>	<i>Рубрика</i>	<i>STEM-завдання</i>
Тварини та життєдіяльність	Біологія +Техніка	«Біоніка – це наука, яка використовує принципи побудови тіла організмів й організацію життєвих функцій для створення технічних систем. Особливу увагу біоніки приділяють вивченню механізмів пересування тварин з метою створення пристроїв, роботів, які б ефективно переміщалися в різноманітних умовах: по морському дні, в печерах, горах, висотних спорудах. Запропонуйте свій варіант технічного пристрою, у якому було б використано один із різноманітних способів активного руху тварин» [23, с. 12].

	Біологія + Фізика	«Учені виявили, що кров у тваринному світі може мати різне забарвлення. Наприклад, у певних багатошетинкових червів – фіалкового, у окремих морських зірок – зеленого, у жука-сонечка – жовтого, а у восьминогів вона має красивий блакитний колір. Як пишуть у дитячій енциклопедії, «кров у тварин буває всіх кольорів веселки». А що таке веселка і які сім кольорів вона має? Спробуйте пояснити, від чого ж залежить забарвлення крові тварин» [23, с. 14]
Тварини та їх будова	Мистецтво + Фантазія	«У художника не знає меж. Саме завдяки цій фантазії на папері іноді народжуються абсолютно неймовірні істоти, які не позбавлені шарму, життя і краси. Застосуйте свої знання про органи тварин і створіть зображення будь-якої фантастичної тварини, пам'ятаючи принцип взаємозв'язку між органами й системами органів в організмі» [23, с. 18]
Різноманітність тварин	Біологія + Мистецтво.	«На картині художниці-анімаліста Бонні Марріс зображено сірого ведмеда, або грізлі. Це підвид бурого ведмеда, що мешкає переважно на Алясці й у західних районах Канади. Будовою тіла й зовнішнім виглядом грізлі схожий на бурого ведмеда, але більший і сильніший за нього (розміри 2,4–2,5 м і вага до 450 кг). Його тіло покрите темно-коричневою із світлими кінчиками шерстю, що надає хутру сивуватого відтінку. Звідси назва «grizzly», що означає «сірий, сивий». Визначте місце цього підвиду в системі тваринного світу» [23, с. 25]
	Біологія + Космос	«Тварини в космос відправлялися на космічних кораблях різного типу з науково-дослідницькою метою. До виходу людини в космічний простір (1961 р.) польоти тварин мали за мету перевірити, чи можуть майбутні космонавти вижити після польоту, і якщо так, то як політ вплине на їх здоров'я. СРСР запускав у Космос собак, піщанок, США – пацюків і мавп, Франція – котів, Іран – черепах» [23, с. 25]. «Люди літають у Космос понад 50 років, проводять на орбіті більше року, проте науковці й досі не отримали достатньо даних, щоб до кінця зрозуміти, як впливає на живі організми сила тяжіння. Що таке невагомість і які зміни будови й життєдіяльності можуть виникнути в тварин-космонавтів?» [23, с. 25]
Тварини, їхня різноманітність та поширення	Діяльність Навчаємося пізнавати	«Міні-проект «Тварини – рекордсмени» Світові рекорди здатні встановлювати не тільки люди, але і представники тваринного світу. Підготуйте міні-проект про тварин, які ставлять рекорди у швидкості, рості, масі, кількості тощо. § 6. Тварини, їх різноманітність та поширення» [23, с. 29]

	Біологія Географія	+	«Маріанський жолоб – найглибоководніший серед відомих географічних об’єктів. Найбільша його глибина – 11 022 м, довжина – приблизно 2 500 кілометрів, а ширина – майже 80 кілометрів. Це дно найглибшої океанської западини у світі, туди не потрапляє сонячне світло. Крім того, там мало кисню й дуже високий тиск. Промені сонця не сягають таких глибин, але освітлені істоти є такими ж барвистими, як і їх родичі там, котрі живуть вище. Де розташований Маріанський жолоб? Які тварини живуть у цій западині? Іл. 19. Галіцефалобус – представник круглих червів» [23, с.30]
	Біологія Геологія	+	«Нематода галіцефалобус знайдена в 2011 році в руді, яку добувають у золотоносних шахтах «Беатрікс» та «Дріфонтейн» у ПАР на різній глибині (0,9 км, 1,3 км та 3,6 км). Черви живуть у невеликій кількості води, температура якої близько 48 °С. Ця знахідка є важливою, тому що до цього часу не було виявлено жодного багатоклітинного організму на глибині, більшій за 2 км під поверхнею Землі. А що таке «руда»? Які ж пристосування мають ці черви до життя на таких глибинах?» [23, с.30]
Жалкі тварини	Навчаємося пізнавати		«Міні-проект «Як утворюються коралові острови» Мадрепорові корали, маючи добре розвинений вапняковий скелет, беруть участь в утворенні коралових берегових і бар’єрних рифів та кільцеподібних островів – атолів. Коралові рифи можуть бути перешкодою для судноплавства, інколи є причиною катастроф кораблів. А як утворилися коралові острови та рифи?» [23, с. 32].
Кільчасті черви, особливості їхньої будови	Біологія Сільське господарство	+	Червоний каліфорнійський черв’як (<i>Eisenia fetida</i>) – вид дощових черв’яків. Ці створіння переробляють органічні відходи на біогумус. Цінність цього добрива полягає в тому, що вирощена на ньому продукція є екологічно чистою. За своїми властивостями біогумус значно переважає компости й у 8–10 разів гній тваринного походження, підвищує врожайність картоплі та овочів на 30–50%, фруктів і ягід – на 25–40%, технічних, зернових, кормових культур – на 20–40%. Нині є ферми з розведення цих черв’яків, а саме вирощування називається вермикультурою. За якими ознаками можна відрізнити каліфорнійського черв’яка від дощового черв’яка звичайного?» [23, с. 36].
Членистоногі, їхні особливості й різноманітність	Біологія Фізика	+	У раків-богомолів очі складніші за будовою, ніж у інших представників тваринного світу. Їхні складні фасеткові очі розрізняють 12 основних кольорів, а це в чотири рази більше, ніж очі людини. Окрім того, вони здатні розрізняти ультрафіолетові, інфрачервоні й поляризовані промені світла. Очі розташовані на стебельцях і можуть незалежно одне від одного повертатись на 70°. Що ви знаєте про ультрафіолетові промені світла? Які очі є фасетковими? У

			чому переваги й недоліки таких очей?» [23, с.37]
	Біологія Хімія	+	«У хітиновій оболонці ракоподібних є особливі забарвлюючі речовини – пігменти. Найпоширенішим пігментом у покривах ракоподібних є атаксантин, що має червоний колір. При поєднанні з певними білками він може утворювати сині, бурі пігменти. У вигляді зерен вони містяться в хроматофорах. Коли пігменти концентруються в центрі хроматофора, тварина світлішає, а коли пігменти розташовуються у відростках – темніє. Так, ваблячий краб змінює забарвлення залежно від припливу чи відпливу. Розкажіть про пігменти як хімічні речовини. Яке їх значення для ракоподібних?» [23, с.. 40]
Ракоподібні, їхня різноманітність та значення	Біологія Кулінарія	+	«Крабові палички (імітація крабового м'яса) – вид продуктів штучно створених із обробленого рибного білка або подрібненого м'яса океанічних риб (минтай, хек). За формою та кольором нагадують м'ясо крабової клешні. Усупереч назві, крабові палички зовсім не містять м'яса крабів. Чому ж крабові палички займають четверте місце у списку шкідливих продуктів харчування?» [23, с. 42.]
Павукоподібні, їхні особливості	Біологія Фізика	+	«При ультрафіолетовому освітленні скорпіони світяться зеленим кольором. Причина цього явища – тонкий шар органічної речовини хіаліна на кутикулі скорпіона. Що таке флуоресценція і яке значення для скорпіона має це явище?» [23, с. 57]
	Біологія Хімія	+	«Павутиною користуються не тільки павуки, але і їх найближчі родичі – псевдоскорпіони й павутинні кліщі. Але важливе значення павутина має лише в еволюції павуків. Як уже зазначалося, павуки постійно використовують її, і не тільки під час полювання. Причиною цього є хімічний склад та властивості цього натурального шовку. З яких речовин складається павутина і для чого її використовують павуки?» [23, с. 65].
Павукоподібні, їхня різноманітність та значення	Біологія Відпочинок	+	«Під час роботи на присадибній ділянці, походів, відпочинку біля озер, ставків необхідно пам'ятати про кліщів і дотримуватися певних правил, щоб запобігти їх укусам. Якщо кліщ все ж таки присмоктався до тіла, необхідно змастити його олією, яка закриє дихальце» [23, с. 66]. «Кліща легше буде видалити пінцетом, похитуючи з боку в бік, або ниткою, перев'язавши та легенько посмикуючи. Можна обхопити кліща шматочком бинта або марлі та намагатися «викрутити» його зі шкіри за ходом годинникової стрілки. Кліщів, яких ви «впіймали», треба обов'язково знищити! Поясніть, чому?» [23, с.66].
Комахи, особливості	Біологія Релігія	+	«У Біблії часто описуються комахи, що мають певне символічне значення. Так, в одній із книг Біблії, Виході,

їхнього способу життя			розповідається про десять єгипетських кар. Фараон тримав у неволі юдеїв. Мойсей кілька разів просив фараона відпустити невільників, але він постійно відмовляв. Тому Бог вирішив покарати фараона, насилаючи страшні кари. Для покарання Бог використав і комах: третя кара – рої маленьких мух, четверта – собачих мух, восьма – сарани. Чому ж комахи є найстрашнішими для людини істотами?» [23, с. 74]
Комахи, їхня різноманітність та значення	Біологія Музика	+	«The Beatles («Бітлз») – британський біт-рок-гурт, створений 1960 року в Ліверпулі. Це найпопулярніший музичний гурт за всю історію людства та найуспішніший, з комерційної точки зору, в історії популярної музики. Кількість проданих платівок гурту перевищує один мільярд примірників, що є рекордом світової музичної індустрії.» [23. с. 80] «Членами гурту були: Джон Леннон (вокал, ритм-гітара), Пол Маккартні (вокал, бас-гітара), Джордж Харрісон (вокал, соло-гітара) і Рінго Старр (ударні). Яка ж група комах причетна до назви цього рок-гурту?» [23, с. 80]
	Біологія Сільське господарство	+	«Біологічний метод боротьби зі шкідниками – знищення шкідливих комах за допомогою їхніх природних ворогів. Багато природних ворогів є в шкідників і серед комах: сонечка знищують попелиць та інших шкідників, хижі жуки (жужелиці, скакуни) полюють на гусениць непарного шовкопряда, хижі клопи (подизус, перилус) є ворогами колорадського жука, їздці знищують личинок біланки капустяної, шовкопряда непарного, попелиць» [23. С. 83]. У «спеціальних лабораторіях розводять деякі види сонечок, трихограм й інших комах та випускають у тих районах, де спостерігається масове розмноження шкідників (совок, яблуневих плодожерок, листовійок тощо). Які переваги й недоліки має біологічний метод боротьби з шкідниками в порівнянні з хімічними чи фізичними?» [23, с. 83].
Молюски їхні особливості	Біологія Історія	+	«Фінікійські фарбувальні виготовляли колись чудовий одяг різних кольорів. Фарбу отримували з молюсків: мурекса пурпурового – червону, мурекса обрубаного – фіолетову. Особливістю цих молюсків є наявність у мантиї особливої залози, яка виробляє пурпур. Цей натуральний барвник був дуже дорогим, але й дуже стійким» [23, с. 73].
Паразитичні безхребетні тварини	Діяльність Навчаємося пізнавати		«Зіставте між собою та визначте правильну послідовність етапів життєвого циклу аскариди людської. Сформулюйте основні правила для попередження зараження цим паразитом. Основні етапи життєвого циклу аскариди людської: А – підняття личинок з легенів у глотку й після ковтання повторне потрапляння в тонку кишку, де відбувається перетворення на дорослі аскариди; Б – вивільнення личинки з яйця в тонкій кишці; В – статевозрілі аскариди» [23. С. 90]; «Г – проникнення

		личинки у кровоносні судини і пізніше в легені; Д – запліднене яйце; Е – інвазійне яйце (після дозрівання в ґрунті); Є – зараження людини (через немиті овочі або забруднену воду, брудні руки)» [23, с. 90]
	Біологія + Фітотерапія	«Насіння гарбуза використовують для очищення організму від різноманітних паразитів. Воно містить речовину (кукурбітин), що згубно діє на нервову систему черв'яків та призводить до смерті. Гарбузове насіння – це універсальний засіб, оскільки він не має жодних протипоказань та не подразнює слизову травного каналу, на відміну від багатьох аптечних ліків. А які ще рослини рекомендуються для профілактики й боротьби з паразитичними тваринами?» [23, с. 99]
Хордові, їхні особливості та різноманітність	Біологія + Геометрія	«Термін «хорда» застосовується в декількох галузях науки. У зоології цим терміном називають внутрішній осьовий скелет, а в медицині під хордою розуміють додаткову сполучнотканинну нитку між стінками серця. А що означає це поняття в геометрії? Що спільного між цими поняттями? Які особливості будови хорди забезпечують її функції в тваринному організмі?» [23, с. 100]
	Біологія + Хімія	«У крові асцидій є клітини, що містять ванадій і сульфатну кислоту, концентрація котрої сягає 9%. Цікаво, що асцидії можуть накопичувати цей елемент, і в Японії їх спеціально вирощують на підводних фермах для отримання Ванадію. Також у крові асцидій є клітини, що містять зелені тільця із Феруму та білкових сполук» [23, с.103]. «У крові та тканинах асцидій містяться також Титан, Хром, Сіліцій, Натрій, Алюміній, Кальцій, Купрум, Нікель у великій кількості. Запишіть хімічні символи згаданих хімічних елементів. Чому в більшості хордових кров червона?» [23, с. 103].
Риби, їхні особливості	Біологія + Екологія	«Тривалість життя різних риб неоднакова. Для визначення віку луску беруть з середини тулуба. На лусці помітні широкі та вузькі кільця. За рік, як правило, формується одне широке й одне вузьке кільце, тому кількість таких подвійних зон відповідає віку риби, вираженому в роках. Відлік років ведуть від центра луски. А від чого залежить наявність цих широких і вузьких кілець?» [23, с. 109].
Риби, їхня різноманітність та значення	Біологія + Фізика	«Виробляти електричний струм можуть електричний сом (1), електричний вугор (2), електричний скат (3) та ін. На сьогодні відомо понад 50 видів прісноводних і морських риб, здатних генерувати слабкі й сильні електричні розряди» [23, с. 111]. «Найпотужнішим джерелом струму озброєний електричний вугор. Його електричні органи, що займають більше 2/3 довжини тіла, здатні давати струм напругою до 500 вольт! Що таке електричний струм? Як влаштовані електричні органи риб?» [23, с. 111]

Амфібії, їхні особливості	Біологія Фізика	+	«Амфібії володіють унікальною здатністю до замерзання, про що свідчать факти. Лісова жаба Аляски замерзає до такої міри, що стає подібною до шматка льоду. Але з настанням тепла жаба оживає і повертається до нормального життя. Сибірського кутозуба знайшли у вічній мерзлоті на глибині 11 м, після чого знахідка відтанула й ожила. Радіовуглецевий аналіз показав, що кутозуб пролежав у мерзлоті близько дев'яноста років. Від чого залежить температура замерзання води?» [23, с. 116]
	Біологія Техніка	+	«Око жаби має цікаву особливість – воно бачить лише ті предмети, які рухаються. На основі вивчення будови і функціонування ока жаби біоніки створили прилад ретинатрон, який на аеродромах разом із радіолокаторами дає змогу добре розрізняти рухомі об'єкти (літаки), стежити за ними. Які ж особливості ока жаби дозволяють їм бачити рухомі предмети?» [23, с. 119]
	Біологія Наука	+	«На Землі є пам'ятники жабі, створені на знак подяки і визнання її значення в медичних, фізіологічних й фармакологічних дослідженнях. Один з пам'ятників побудований на території Паризького університету ще в ХІХ ст., а другий зведений у Токіо за кошти студентів-медиків на честь мільйонної жаби, яка була використана для потреб медицини. Які ж важливі відкриття в біології було здійснено завдяки дослідженням жаб та інших амфібій?» [23, с. 135]
Рептилії, їхні особливості	Біологія Фізика	+	«Цікавий орган чуття виявлений у ямкоголових, або гримучих змій, поширених переважно на території США й Мексики. У них перед очима є заглиблення з дуже чутливими терморцепторами, що сприймають зміни температури й визначають джерело тепла. Розмір цього органу – всього декілька міліметрів, проте він дуже важливий для життя змій. Крім ямкоголових змій, ці органи чуття знайдено в пітонів і удавів на губах, в африканської та перської гадюк над ніздрями. Що ж таке термолокація і яке значення вона має для змій?» [23, с. 123]
	Біологія Географія	+	«У назвах багатьох рептилій містяться назви географічних територій, звідки походять або на яких мешкають. Наприклад, кобра єгипетська, алігатор міссісіпський, гадюка габонська, гекон кримський, ящірка кавказька та ін. Зіставте ілюстрації та назви запропонованих рептилій з географічними назвами островів, на яких вони мешкають. Визначте географічне розташування названих островів і сутність понять «ендеміки» і «релікти»» [23, с.124]
Птахи, їхні особливості	Біологія Література	+	«Соловейко... Кому в Україні не відома ця дзвінкоголоса пташка? Хто не насолоджувався неперевершеним співом солов'я? Прилітають солов'ї з вирію тихо і непомітно.

Ссавці, їхні особливості	Біологія + Інформатика	Вони не галасують про свій приліт, як дикі гуси чи журавлі. Їх не чути й не видно до того часу, поки тихого травневого надвечір'я навколишній світ не наповниться солодким неперевершеним співом». (Зі шкільного твору). Які види солов'їв поширені в Україні? А як виникають звуки у птахів?» [23, с. 129].
		«Сформулюйте висновки. Що спільного й відмінного в зовнішній будові рептилій та ссавців? Які причини цієї подібності та відмінності?» [23, с. 134] «Міні-проект «Зуби ссавців» Що таке зуби? Які тканини їх утворюють? Скільки зубів може бути у тварин? На ці та інші запитання ви зможете відповісти, якщо підготуєте міні-проект» [23, с. 138]
Живлення тварин	Біологія + Океанографія	«Вестиментифери – це двометрові черви з яскраво-червоними щупальцями, належать до типу Погонофори. Ці дивні глибоководні тварини живуть на поверхні «чорних курців», де тиск становить майже 260 атмосфер і відсутній кисень» [23, с.149]. @Науковці стверджують: «У них відсутні рот, кишечник і легені, живляться вони автотрофно за рахунок сіркобактерій-ендосимбіонтів, які населяють їхню трофосому». Що таке «чорні курці»? Розкрийте суть цього наукового опису живлення вестиментифер» [23, с. 149]

Детальний аналіз науково-педагогічної та психолого-методичної літератури дозволяє стверджувати, що відповідно до Типової навчальної програми для ЗЗСО є розроблено цілу низку підручників, які відповідають Концепції НУШ та вимогам і змісту Державного стандарту базової середньої освіти. Ми детальніше зупинимося й проаналізуємо підручник для 7 класу закладів загальної середньої освіти **«Біологія» під авторським керівництвом автора Павла Балана**, який виданий в м.Київ видавництвом Генеза у 2024 із загальною кількістю сторінок 304 [3].

Під час вивчення **розділу 2 теми 7 «Різноманітність тварин» § 60 «Копитні. Китоподібні. Хижі. Примати»** учні приступають до виконання **практичної роботи на тему «Визначення особливостей зовнішньої будови ссавців у зв'язку з пристосуванням до різних умов існування»**, вміщеної на С. 250.

Метою такої практичної роботи є «виявити особливості будови ссавців, що забезпечують їм пристосування до різних умов існування», а обладнанням та матеріалами послуговуються опудала ссавців, фотографії, відеоматеріали ссавців у природі.

У ході роботи учні спочатку розглядають ссавців на світлинах, звертають увагу на місця їх існування, які вони можуть побачити на поданих світлинах:



Вечірниця руда



Кріт європейський



Сліпак східний



Афаліна чорноморська



Козуля європейська



Бобер європейський

Потім звертають увагу на форму тіла, зокрема голови, ший, тулуба, хвоста, форму та довжину кінцівок, щільність та довжину волосся, наявність волосяного покриву та визначають середовища існування для кожного ссавця, об'єднують їх у групи за спільним середовищем існування, використовуючи для уточнення ознак ссавців Інтернет-джерела. Після цього результати своїх спостережень записують у таблицю:

Ознаки	Середовище існування					
	Наземно-повітряне		Ґрунтове		Водне	
Вид тварини						
Форма тіла						
Форма та довжина кінцівок						
Наявність волосяного покриву, щільність та довжина волосся						

[3]

Учні роблять висновок, зазначаючи виявлені ними подібні пристосування до способу життя у представників ссавців.

У ході вивчення **розділу 2 теми 9 «Гриби гетеротрофні організми» § 67 «Які шапинкові гриби їстівні, а які – отруйні»** учні приступають до виконання такої **практичної роботи, як «Розпізнавання їстівних та отруйних грибів своєї місцевості»**. На С. 280 є поданий авторами QR-код:



Практична робота 8

Розпізнавання їстівних та отруйних грибів своєї місцевості. <https://cutt.ly/ZwKNyc4H>



Мета практичної роботи – «сформувати вміння розпізнавати їстівні та отруйні гриби, з'ясувати особливості зовнішньої будови їстівних та отруйних грибів своєї місцевості», а обладнаннями та матеріалами є «малюнки, картки, муляжі, фотографії грибів своєї місцевості» [3, с. 66].

У ході роботи учні пригадують особливості будови шапинкових грибів, розглядаючи нижче поданий малюнок:



Білий гриб



Лисичка звичайна



Сироїжка зелена

Потім описують «особливості форми їх шапинки (опукла, увігнута, куляста, конусоподібна, плоска) та ніжки (циліндрична, розширена донизу, розширена доверху, діжкоподібна)» [3, с. 70]. Дані записують у таблицю.

Зауважуємо, що учні також детально розглядають на малюнках, картках, фотографіях 3-4 отруйні види таких грибів:



Бліда поганка



Червоний мухомор



Опеньок сірчано-жовтий

Вони звертають увагу на особливості будови їх шапинок та ніжок, наявність кілець на ніжці як залишків покривала і записують дані у таблицю:

Назва гриба	Отруйний чи їстівний	Форма і колір шапинки	Трубчастий чи пластинчастий	Особливості будови ніжки

Вкінці роблять висновок, що потрібно мати вміння розпізнавати їстівні та отруйні гриби та обов'язково звертати увагу на ознаки, щоб відрізнити, наприклад, білу поганку від сиріжки зеленої.

Отже, як бачимо, автори проаналізованого навчально-методичного забезпечення добре подбали про низку цікавих завдань, пов'язаних з формуванням критичного мислення в учнів 7 класу засобами рубрик, які безпосередньо стосуються елементів STEM-освіти. Частину опрацьованого матеріалу ми використали на наступному етапі нашого експерименту – формувальному.

РОЗДІЛ III. ПРАКТИЧНІ ЗАСАДИ ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ STEM-ОСВІТИ НА УРОКАХ БІОЛОГІЇ ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ В УЧНІВ КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ

3.1. Методика проведення констатувального етапу педагогічного експерименту

Експеримент проходив у три етапи – констатувальний, формувальний та заключний (експериментальний).

Так, на *теоретичному (констатувальному) етапі* нами було визначено сферу дослідження, ми систематизували й аналізували зібрану психолого-педагогічну і навчально-методичну та довідково-енциклопедичну літературу, Інтернет-ресурси, детально проаналізували низку нормативно-правових документів, описаних нами у попередньому розділі, сформувавши гіпотезу, мету й завдання дослідження, а також, використовуючи такі емпіричні методи, як анкетування, бесіди з учителями, учнями, вели спостереження за освітнім процесом, з учнями писали контрольну роботу № 1 (Додаток А), вивчали досвід роботи вчителів з проблеми формування критичного мислення в учнів 7 класу засобами використання STEM (STEAM-. STREAM-завдань).

На *формувальному етапі* з учнями експериментального класу ми провели низку нестандартних уроків з метою формування в них критичного мислення, оформляли магістерську роботу. На *третьому – (заключному) контрольному етапі* – з учнями обох класів писали контрольну роботу № 2 (Додаток Б), проводили перевірку результатів дослідження та писали висновки з використання елементів STEM-освіти на уроках біології з метою в учнів критичного мислення. Коротко зупинимося на окремих видах описаної роботи.

Так, наприклад, у процесі проведеного *інтерв'ювання* з учителями-біологами та учителями природничих наук, які проходили курси підвищення кваліфікації у Центрі післядипломної освіти та довузівської підготовки Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка, нами було опитано 24 учителі (Додаток В).

Детальний аналіз відповідей респондентів дозволяє стверджувати, що більшість учителів (56,6%) дали ствердну відповідь, що використовують інтегровані уроки, оскільки вважають, що такі форми організації освітнього процесу спрямовані на встановлення міжпредметних зв'язків та формування в здобувачів освіти системного й цілісного світогляду. 16 % респондентів з цього приводу стверджували, що особливо ефективними в їх досвіді роботи виявилися бінарні уроки, які вони часто проводили з іншими учителями-предметниками. Половина опитаних (50 %) вважають за доцільне у навчанні біології використовувати кейс- та квест-технології з метою здійснення дослідницько-пошукової діяльності.

Виокремлюємо й той позитивний факт, що третина учителів вважає, що одним з найефективніших підходів STEM-освіти на уроках біології є використання асоціативних, структурно-логічних і опорних схем, які вони використовують з учнями. Ще 30 % опитаних стверджують, що вони поділяють думку про те, що STEM-освіта є на сьогодні потрібною, оскільки розуміють її роль у підвищенні інтересу школярів до освітнього процесу, однак у закладах, в яких вони працюють нема належної матеріально-технічної бази. 12 % респондентів бажали б, щоб у школах були, наприклад 2D і 3D принтери, більша кількість мікроскопів та інших засобів навчання, завдяки яким освітній процес був би набагато ефективніший, зокрема й з використанням елементів STEM-освіти.

У ході проведення інтерв'ювання нами також з'ясовано, що третина учителів (33 %) на уроках біології використовує проблемно-пошукові методи навчання, зокрема часто створює проблемні ситуації; низка учителів залучає учнів до проведення інтерактивних вправ, таких як «Асоціативний куш», «Мозкова атака», до оформлення таблиць «Знаємо-хочемо дізнатися-дізналися», частими інтерактивними вправами є також «Метод-прес», «Займи позицію», учні компетентні у створенні діаграми Венна та з допитливістю й цікавістю беруть участь у проєктах, їм подобається писати твори-есе, а вдома з батьками складають дидактичні казки про представників тваринного світу,

використовуючи матеріал довідників, енциклопедій та Інтернет-ресурс. На думку опитаних, використовуючи такі форми та методи навчання, спостерігається більша креативність учнів, свобода думки, яку вони зможуть втілити в життя.

Також зауважуємо, що проведене інтерв'ювання з учителями біології дає підстави стверджувати, що усі учителі поділяють думку про те, що роль STEM, STEAM- та STREAM-освіти є суттєвою, так як в учнів у процесі їх застосування формується власна точка зору, здобувається вміння приймати виважені рішення впевнено та вести дискусії, самостійно здобувати знання та орієнтуватися у великому інформаційному просторі, вчитись відкрито аргументувати, логічно мислити, спілкуватися тощо.

Також зазначаємо, що більша частина учителів (63 %), формуючи в учнів критичне мислення, крім уроків-проектів, проводить нестандартні уроки з біології, зокрема здійснює віртуальні екскурсії та подорожі в музеї. Однак, усе це проводиться фрагментарно, несистематично, непослідовно.

Зазначаємо, що на початку експерименту (констатувальному етапі) з метою визначення рівня сформованості в учнів вміння «критично та системно мислити» обох груп ми провели *опитування учнів*, розробивши завдання-запитання контрольної роботи № 1, які мали емоційно-ціннісний та діяльнісний характер (додаток А).

Зокрема, ми з'ясували в учнів, які елементарні знання вони мають з біології, наскільки для них в житті відіграють такі цінності, як впевненість в собі, бути успішним і вміти працювати в команді, оптимістично сприймати життя; через призму розроблених нами завдань учні продемонстрували, наскільки важливо для них не боятися помилятися, підтримувати думку товаришів, не стресувати від незнання, а вміти виходити з будь-якої скрутної ситуації та наводити конкретні приклади щодо своєї участі у формуванні інженерних навичок, відстоювати власну думку і формулювати висновки.

Зауважуємо, що усе це ми визначили за такими *компонентами*, як пізнавально-когнітивний, емоційно-ціннісний та поведінковий *та рівнями*

оцінювання знань – високий, середній і низький (за якістю засвоєння програмового матеріалу з біології, за якістю виконання запропонованих нами завдань; за змінами, що відбувалися у їх загальному розвитку. Отже:

а) «високий рівень» отримали учні, які повністю справилися із запропонованими нами завданнями контрольної роботи, ілюструвавши конкретними прикладами, вміли шукати й знаходити відповідну інформацію з різних медіаджерел – енциклопедій, довідників, гаджетів; вміли аналізувати проблеми та пропонували шляхи їх вирішення; класифікували та систематизували матеріал, порівнювали факти й явища природи, будували схеми, моделі, розробляли рекомендації, писали твори-есе;

б) «середній рівень» отримали учні, які допускали незначні помилки при розкритті понять, але не могли продемонструвати відповідь конкретними прикладами з життя; на середньому рівні ілюстрували моделі, не вміли аналізувати ситуації, їм важко було запропонувати шляхи виходу з них, виникали труднощі у написанні творів-есе та пошуку шляхів вирішення;

г) «низький рівень» отримали учні, які розкривали свої знання надто поверхнево; не вміли аналізувати й порівнювати факти, явища, з великою трудностю висловлювали свої судження, не могли запропонувати шляхів вирішенні складних ситуацій.

Отже, враховуючи продемонстровані знання учнів, їх способи мислення, моральні позиції та практичні дії, що в кінцевому розумінні забезпечують оцінювання були такими: 5 учнів продемонстрував «високий рівень», 16 учнів – «достатній», а 5 учнів – показали «середній рівень» (наведено у таблиці 4 та діаграмі 1).

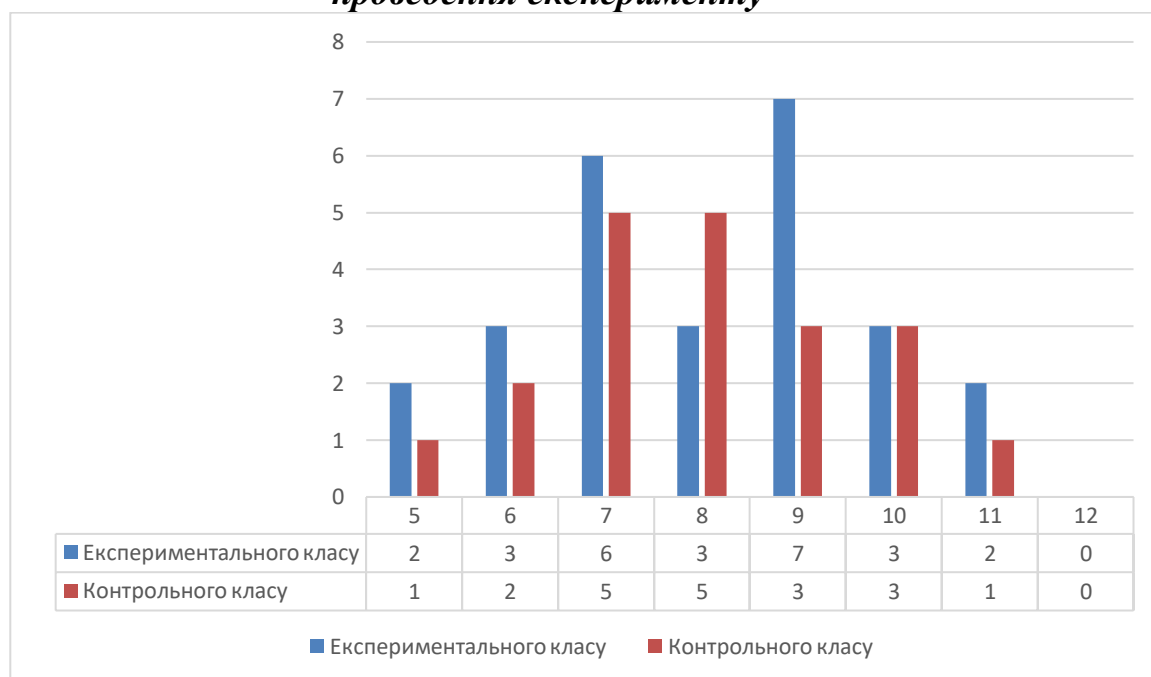
Як видно, середній рівень знань учнів з формування в них критичного мислення засобами STEM-осіти представлений найбільшим відсотком учнів обох груп – як експериментальної, так і контрольної, а високий рівень – найменший. Варто зауважити, що до цих результатів ми поверталися і на контрольному етапі нашого дослідження, які описали у наступному підрозділі.

**Успішність учнів з виявлення рівнів критичного мислення
до проведення експерименту**

Успішність (бали)	Кількість учнів	
	Експериментального класу	Контрольного класу
5	2	1
6	3	2
7	6	5
8	3	5
9	7	3
10	3	3
11	2	1
12	-	—

Діаграма 1

**Успішність учнів з виявлення рівнів критичного мислення на початку
проведення експерименту**



Діаграма 1 – рівень знань учнів 7-А класу
та 7-Б класу до проведення формувального експерименту

3.2. Методика проведення формувального та контрольного етапів педагогічного дослідження

Оскільки експериментальне дослідження проводилося на базі 7 класів ліцею № 3 імені Вячеслава Чорновола Дрогобицької міської ради Львівської

області, ми їх поділили на – контрольний (20 учнів) та експериментальний (26 учнів). Одержані результати порівнювали із аналогічними показниками учнів контрольного, які працювали з вчителем біології за традиційною методикою навчання.

Враховуючи дані констатувального експерименту, нами було розроблено педагогічні умови та методику проведення нестандартних уроків із використання різноманітних форм та методів формування критичного мислення засобами STEM-освіти. Тому мета **формуального експерименту** полягала в розробці й апробації розроблених уроків.

Тому на формуальному етапі нашого педагогічного дослідження ми використали цілу низку інтерактивних вправ, цікавих завдань-запитань, які зібрали у ході опрацювання довідково-енциклопедичної літератури та сайтів Інтернету, частину з них ми розробляли й самостійно. Ці завдання в системі проведених нами уроків біології були запропоновані учням 7 класу (експериментального) ліцею № 3 імені Вячеслава Чорновола Дрогобицької міської ради Львівської області, в якій ми проходили педагогічну практику. Інша частина класу – учні контрольної групи, були залучені до традиційного проведення уроків біології, на яких не використовувався розроблений та систематизований нами матеріал, пов'язаний із формуванням в них критичного мислення із використанням елементів STEM-освіти.

Таким чином, ми ставили мету з'ясувати, на скільки розроблений нами матеріал виявиться ефективним у формуванні в учнів 7 класу критичного та системного мислення. У контрольній групі в цей час прерогативними виступали традиційні пояснювально-ілюстративні методи, без використання форм та методів STEM –освіти.

Так, з учнями експериментального класу ми провели **бінарний інтегрований урок** (біологія+хімія) за методикою нестандартного уроку-умовної подорожі на **тему «Розчини. Вода – мандрівниця, вода – чарівниця, вода – трудівниця»**, на якому учні разом з нами умовно рухалися від однієї станції до іншої, поступово оволодіваючи навчальним матеріалом. Так,

наприклад на **станції** «Загадкова молекула» учні виконували випереджувальне домашнє завдання – будували просторову модель молекули води. Це був яскравий приклад реалізації однієї зі складових STEM-освіти – Інженерії. На станція «Вода – аномальна речовина» учні розглядали кластери води, переглядали відео за посиланням <https://www.youtube.com/watch>, набуваючи знань з природничої науки – фізики. На станції «Вода – джерело життя» ми організовували гру, у процесі якої учні складали пазл на тему «Які функції виконує вода в живому організмі», за допомогою якої учні мали змогу засвоювати знання з природничої науки – біології. На станція «Вода – унікальна сполука» учні виконували інтерактивну вправу «Властивості води» за посиланням <https://learningapps.org/>, що в кінцевому результаті сприяло вивченню природничої науки – хімії. І на станції «Вода – універсальний полярний розчинник» учні розв’язували задачу, зміст якої полягав в тому, що «для підживлення рослин треба приготувати 4%-й розчин амоній нітрату масою 40 г» [25], у процесі розрахунків закріплювалися знання учнів з предмету «Математика».

Зазначаємо, що на домашнє завдання ми запропонували учням зняти відеоролик а тему «Розчини довколо нас» і розмістити його в соціальній мережі Тік Ток. Таким чином, зреалізовувався ще один складник STEM-освіти – технології.

Оскільки важливим та на сьогодні найперспективнішим елементом STEM-освіти метод **проектного навчання**, ми створювали комфортні умови учнім з метою їх творчого саморозвитку та самореалізації, залучивши їх до виконання групового проекту на тему «Кава – мій улюблений напитек», який передбачав дослідження за допомогою створення різних груп учнів-експертів, зокрема:

- *група соціологів* досліджувала, як впливають реклами про каву на купівельну свідомість людини;

- *група географів* отримала завдання - вивчити кліматичні умови вирощування кави і дати ґрунтовну відповідь на таке питання: «Чи росте кава в Україні?»;

- *група хіміків* досліджувала хімічний склад кави;
- *група технологів* вивчала, як можна виготовити розчинну каву;
- *група біологів та медиків* з'ясовувала, як впливає кава на організм людини;
- *етнографічно-кулінарна група* отримала завдання – вивчити культуру вживання кави у різних народів.

Варто зауважити, що урок проводився як нестандартний урок-прес-конференція, учні в класі створили атмосфери зали засідань, одні виконували роль кореспондентів, інші були представниками вище описаних груп. На уроці мали місце інтерактивна вправа «Карусель», були питання евристичного характеру, виконувалися завдання на швидкість, також підготовлені учні демонстрували мультимедійні презентації, залучали інших до обговорення, учні писали твори-есе, а в кінці на ватманах паперу, використовуючи інтерактивну вправу «Сенкан», записували все, що вони дізналися за допомогою п'яти рядків – іменник, два прикметники, три дієслова, слова-асоціації і як висновок – резюме одним словом чи словосполученням [21; 24].

Варто зазначити, що захист проєкту супроводжувався дегустацією кави. Учні ділилися враженнями про отримані знання цілісно, комплексно, «як пазли» складали отриману інформацію, що в кінцевому результаті вийшло слово «кава». У ході проведеної нами бесіди ми з'ясували, що в учнів актуалізувалися інтегровані знання з таких наук, як географії, соціології, технології, етнографії, кулінарії, біології та медицини.

Оскільки використання ідей STEM-освіти дає можливість здобувачам освіти – учням 7 класу здійснювати **дослідницьку діяльність**, а відтак, сприяти в стимулюванні в них пізнавального інтересу до природничих наук – біології, хімії, фізики, астрономії, географії, екології, медицини, ми, працюючи у віртуальних лабораторіях, проводити комп'ютерні експерименти за допомогою моделюючих програм, використовували різноманітну наочність, анімацію, включали музику, демонстрували відеоматеріали. Користуючись сервісом Classkick, учні створювали інтерактивні аркуші для виконання практичних

робіт та лабораторних дослідів. Ці завдання ми з учнями переважно виконували на основі відео уроків. Зазначаємо, що такі види робіт добре б прислужилися і в умовах дистанційного або змішаного навчання [4; 7].

Оскільки одним з найважливіших завдань біології, екології та хімії є *розв'язування задач* різних типів, прикладних й інтегрованих з різних наук. Так, наприклад, учні вирішували задачу на визначення, скільки міліграмів кожного мінералу міститься в одній таблетці полівітаміну, маса якої 25 г, якщо в організм людини разом з їжею повинно надходити на добу 0,5-0,8 г кальцію?

З метою ефективного застосування елементів STEM-освіти на домашнє завдання ми пропонували учням провести *експерименти* «Міні-проєкт «Як утворюються коралові острови», «Тварини – рекордсмени», «Зуби ссавців» та ін. Оскільки при застосуванні елементів STEM-освіти важливе місце займає проблемно-пошукове навчання крізь призму *науково-дослідницької діяльності*, ми залучали учнів до написання науково-дослідницької роботи, у процесі якої вони ніби «проживали» її від першого до останнього слова, потім самостійно шукали теми, які їх зацікавлювали, розв'язували низку дослідницьких задач.

Так, наприклад ми запропонували учням спробувати пояснити, від чого ж залежить забарвлення крові тварин, опрацювавши матеріал з енциклопедії про те, що учені виявили, що кров у тваринному світі може мати різне забарвлення, що кров у тварин буває всіх кольорів веселки. Завдання: знайти інформацію з цього приводу, пригадавши, що таке веселка і які сім кольорів вона має. Учням було цікаво дізнатися, що, наприклад у певних багатощетинкових червів кров є фіалкового кольору, у жука-сонечка – жовтого, у окремих морських зірок – зеленого, а у восьминогів вона має красивий блакитний колір.

Також хочемо зазначити, що на формувальному етапі нашого дослідження значну увагу ми приділяли процесу *моделювання*. Так, зокрема, як приклад такої текстової моделі слугував опис загальної характеристики конкретних груп живих організмів, які ми досліджували. З цією метою у ході проведення уроків біології ми демонстрували учням відео, у процесі перегляду якого вони повинні

відтворити в пам'яті пропущені слова, а потім записати їх у тексті замість крапок [1; 21].

Також ми з учнями складали *табличні моделі* за такою методикою: учні спочатку обробляли текстову інформацію, яку вони зібрали з довідково-енциклопедичної літератури чи сайтів Інтернету, а потім складали таблиці із демонстрацією про той чи інший процес, який має місце у природі. Учні виділяли головне, акцентуючи на важливих ознаках, а потім робили відповідні висновки. Це був яскравий приклад проблемного навчання біології та формування в учнів критичного мислення [29; 30].

Також варто зауважити, що у процесі навчання біології з учнями 7 класу ми розробляли *графічні моделі* із зображенням живих організмів у контексті картинок, схем, схематичних малюнків, графіків, діаграм тощо. У ході проведення з ними бесіди ми з'ясували, що вони захоплювалися таким видом роботи. А скільки на сьогодні важливе місце відведено інформаційно-комунікаційним технологіям навчання, процес навчання біології ми урізноманітнювали *комп'ютерним моделюванням*, використовуючи 2D та 3D принтери.

Акцентуємо на тому, що цей вид роботи був цікавий учням, вони були особливо активними. Ми використовували анімацію, учні здійснювали моделювання з використанням програми PowerPoint. У процесі проведення бесіди зі семикласниками учні розповідали, що такі уроки їм є цікаві і найбільше запам'ятовуються. Варто зазначити, що завдяки анімації учні моделювали, наприклад, такі біологічні процеси, як «екологія лісу» та «ланцюги живлення».

Наголошуємо й на тому, що на формувальному етапі педагогічного дослідження ми проводили *урок-уявну подорож на тему «Організми і середовище існування мурах»*, на методиці проведення якого зупиняємося більш детально.

Так, на етапі «Актуалізація опорних знань» ми запропонували учням дати відповідь на запитання: «Яка тварина в світі є найсильніша?». Учні на моніторі

комп'ютера розглядали малюнки із зображенням зубра, бурого ведмедя, слона, мурашки, бджоли. Із перелічених представників учні приходили до висновку, що це мурашка, оскільки на своїй спині вона може переносити великий багаж – у 850 раз більший, ніж важить сама [29; 30].

Потім ми залучили учнів до інтерактивної вправи «Мозкового штурму», запропонувавши їм подати якомога більше ідей про мурашок. В уявний «мікрофон» учні «ланцюжком» висловлювали свої думки та робили відповідні записи на дошці. Таким чином, у вигляді промінчиків сонечка на дошці появилася інтелектуальна карта на тему «Все про мурашки»: мурашина сім'я, мурашник, санітари лісу, дружба, працьовитість, сила, розум, родинні стосунки, сусідство тощо. Зауважуємо, що нашим завданням було також урізноманітнити ці ідеї відповідною інформацією, зібраною з різних джерел, і залучити учнів до процесу створення моделей та процесу моделювання [30].

Так, втілюючи особистісно-орієнтований підхід до навчання учнів біології, ми залучили учнів до проведення інтерактивної вправи «Карусель», яку ми проводили в групах, а потім у парах учні висвітлювали інформацію про те, де мурашки люлять робити свої будиночки – мурашники. Зазначаємо, що ми були вражені, оскільки учнів активно включалися в таку дослідно-пошукову діяльність, оскільки їх відповіді були цікавими, різноманітними, підсилені малюнками та мультимедійними презентаціями.

Таким чином, учнів в класі розкривали цікаву інформацію про мурашине життя, у парах розповідали один одному про, наприклад, глибину і будову звичайного мурашника, яка нагадує дивовижну споруду з безліччю галерей, камер як особливо складний пристрій.

Учні також збагачувалися повідомленнями про те, що висота споруди може варіюватися від 30 см до 2 м. Мурашник влаштований таким чином, щоб усередині постійно підтримувалася плюсова температура (26-29 градусів), що дуже важливо для мурашок. Учні також знаходили матеріал про те, що мурашники знаходяться переважно на поверхні землі, однак можуть і до 2 метрів – глибоко під землею. Через мультимедійний проєктор учні розглядали

великий лісовий мурашник, який науковці, що досліджували мурашине життя, називають мурашник «величезним містом».

Далі перед учнями ми ставили завдання: порадитися у групах і спрогнозувати, що може знаходитися у мурашнику. Під легеньку мелодію учні висловлювали свої припущення, а потім з екрану телевізора з уст диктора дізнавалися, що у мурашниках може проживати до 1.5 млн. його жителів.

Далі ми запропонували учням таку цікаву роботу – на великому ватмані паперу змодельовали так звані камери, кімнати, палати, які мають місце усередині мурашника, а потім макет мурашника вони виготовляли на 3D принтері. Далі ми на дошці записали ключові слова і запропонували учням знайти у вікіпедії тлумачення їх: «солярій», «зимувальна камера», «кімната королеви», «хлібна комора», «дитячий садок», «ясла», «м'ясна комора», «корівник», «кладовище».

Учні зачитували значення слів, а потім ознайомлювалися із таким матеріалом, який висвітлювався на моніторі комп'ютера, а саме:

- *«солярій»* - невелика камера під верхнім куполом мурашника, комахи гріються в ній в теплу пору року;
- *«зимувальна камера»* - розташовується нижче рівня ґрунту, в ній мурахи переживають холод, занурившись в анабіоз;
- *«царська камера»* або *«кімната королеви»* - у ній знаходиться матка, що займається відкладанням яєць (пологова кімната?);
- *«дитячий садок»* або *«ясла»* - камери, в яких дозрівають яйця і з'являються на світ личинки мурах;
- *«корівник»* – у ньому мурахи містять і вирощують попелиць;
- *«хлібна комора»* або *«зернохранилище»* - призначена для зберігання насіння трав і дерев;
- *«м'ясна комора»* або *«холодильник»* - в них зберігаються трупи комах, черв'яків і гусениць.

- «кладовище» - це місце, де знаходяться відходи і померлі особи. Воно значно віддалене від мурашника, так як мурахи розуміють, що трупи і відходи – це джерело різноманітних хвороб [23; 31].

Далі можна пропонувати учням розмістити ці «кімнати» на розданих аркушах паперу і «побудувати» на їх розсуд внутрішню частину мурашника. Зауважуємо, що цю роботу учні експериментального класу проводили в групі і приходили до висновку, що мурахи є досить специфічними комахами. Таким чином, на ватманах паперу А3 учні зможуть продемонструвати макет будинку мурашника із вище зазначеними «кімнатами». Це можуть бути кімнати, які рухаються, тому їх можна пересувати відповідно до розробленого макету, здійснюючи такий процес моделювання.

У розповідях учні мають наголошувати, що мурахи, як і бджоли, є суспільними комахами, а також про те, що процес будови вулика є аналогічний до мурашників.

Потім на моніторі комп'ютера можна продемонструвати колонію мурашників і запропонувати учням створити довідник наукових термінів: *«загарбники»* – здійснюють напади на сусідні колонії, захоплюють території; *санітари* – ізолюють хворих і поранених мурах, при необхідності грають роль хірургів – пошкоджену кінцівку часто ампутують (відгризають); *будівельники* – займаються ремонтом приміщень, зовнішнього покриття житла. Впродовж усього життя риють нові тунелі, переносять хвою і гілочки, підтримують мікроклімат всередині мурашника; *няні* – піклуються про потомство, починаючи від появи яйця до дорослішання особини: постійно перебувають поруч з личинками, перевертають, контролюють процес вилуплення з яєць і годують підростаюче потомство; *охоронці* – займаються охороною входів і виходів мурашника, в разі нападу атакують ворога і не дають йому пробратися всередину житла; *добувачі-фуражири* – видобувають їжу для всього мурашника; *пастухи* – у них є своєрідні домашні тварини – медвяна падь, яку збирають мурахи; *перевізники* – працюють разом з пастухами, переносять

медвяну падь в спеціальні камери, та *комірники* – відповідають за збереження запасів всередині камер» [19; 31].

В кінцевому результаті кожна група одержала шаблони мурах, учні записували їх професії й здійснювали наступну модель – розставляли їх у відповідних камерах, кімнатах чи палатах і пояснити, чому вони прийшли до такої думки.

У кінці уроку учні висловлювали думки про те, що вони збагатилися дуже цікавою інформацією, розуміючи те, що мурашник не є якимось безладним нагромадженням гілок чи землі, а це справжнє «місто», у якому кожний його мешканець має своє місце й своє доручення.

Отже, у процесі проведення формувального експерименту ми прийшли до висновку, що застосування на уроках біології елементів STEM-освіти – метод моделювання дає позитивний результат, створюючи відповідний комфортний психологічний клімат та моделюючи навчальне середовище, у якому учні отримують позитив та налаштовують себе на успіх.

На цьому етапі нашого дослідження ми знову провели анкетування з учнями обох класів, розробивши ще одну *анкету для учнів* (Додаток Д).

На *контрольному етапі* експерименту ми провели виховний захід на тему «Що? Де? Коли?». Учні експериментального класу на відміну від контрольного були набагато обізнаніші, активніші, вони швидше включалися в роботу запропонованих груп, у їх висловлюваннях простежувалися впевненість та рішучість.

Також наголошуємо, що з метою ефективності залучення учнів до використання елементів STEM-освіти нами було проведено дослідження рівня критичного мислення учнів через написання контрольної роботи №2 (Додаток 2). Результати порівняння описані нами під час проведення контрольного етапу.

Аналіз анкетних даних констатувального та формувального експериментів засвідчують про збільшення кількості учнів з високим рівнем критичного мислення засобами елементів STEM-освіти на фоні зменшення кількості учнів з низьким рівнем в експериментальному класі. Рівень критичного мислення

засобами елементів STEM-освіти в учнів експериментального класу виявився значно вищим за рівень учнів з контрольного класу. Отже, проведене експериментальне дослідження підтвердило ефективність використання елементів STEM-освіти з метою формування в учнів критичного мислення.

Аналізуючи та порівнюючи успішність у контрольному та експериментальному класах, ми прийшли до висновку, що у класі, де проводився експеримент, успішність учнів з біології набагато краща, ніж у контрольному класі.

Провівши спостереження за навчальною діяльністю учнів 7 класів впродовж проведення експерименту, ми побачили, що завдяки нетрадиційним урокам у семикласників підвищився рівень інтелектуального розвитку, тобто учні почали краще засвоювали новий матеріал, менше втомлювалися. Рівень знань учнів на кінець експерименту збагатився не лише програмовим, а й позапрограмовим матеріалом, отриманим під час проведення низки нестандартних уроків, залучення учнів до дослідницько-пошукової роботи, використання елементів STEM-, STEAM- та STREAM-освіту.

Отже, на основі проведеної *контрольної роботи* серед учнів 7-х класів аналіз результатів нами представлений на таблиці 5 діаграми 2.

Таблиця 5

**Успішність учнів з виявлення рівнів критичного мислення
після проведення експерименту**

Успішність (бали)	Кількість учнів	
	Експериментальний клас	Контрольний клас
5	-	-
6	2	1
7	7	4
8	5	6
9	6	3
10	4	4
11	2	2
12	-	—



Діаграма 2 – рівень знань учнів 7-А класу
та 7-Б класу після експерименту

Загалом результати дослідження підтвердили гіпотезу про зростання рівня критичного мислення учнів 7 класу за умови ефективного використання елементів STEM-, STEAM- та STREAM-освіти під час навчання біології. З цією метою ми розробили *пам'ятку* до використання елементів STEM-, STEAM- та STREAM-освіти з метою формування в учнів критичного мислення під час вивчення ними біології.

Уміння критично мислити потрібне людині, щоб бути свідомим громадянином своєї Батьківщини; уміти сумніватися; усвідомлено сприймати навколишню дійсність; обстоювати свою думку; не стати об'єктом маніпуляцій і сліпим знаряддям у чужих руках; не бути втягнутим у сумнівні групи; не стати жертвою шахраїв; вміти її аргументувати, формулювати, обговорювати проблеми з іншими людьми, учитися не лише на своїх помилках, а й на помилках інших; твердо оцінювати свої слабкі й сильні риси; постійно розвиватися, самовдосконалюватися, намагатися ставати кращим; усе життя пізнавати істину, усвідомлюючи, що це процес безперервний; знайти прекрасне й захопливе хобі на все життя.

Вважаємо, що ці поради добре прислужаться учителям біології та природничих наук у здійсненні ефективності навчання біології у 7 класі з використання STEM-освіти.

ВИСНОВКИ

Актуальність дослідження полягає в тому, що оскільки сьогодні освіта має носити випереджувальний характер і в майбутньому відповідати тенденціям розвитку суспільства. Останнім часом в Україні спостерігається бурхливий розвиток комп'ютерних та нанотехнологій, робототехніки тощо, що, в свою чергу, спричиняє появу нових професій, пов'язаних з високотехнологічним виробництвом у взаємодії з природничими науками та мистецтвом для розвитку в дітей та молоді креативного та критичного мислення. Одним із напрямків інноваційного розвитку природничої освіти є система навчання STEM.У зв'язку з цим перед педагогами, зокрема й учителями біології та природничих наук, постає завдання активно застосовувати елементи STEM-освіти в освітньому процесі ЗЗСО, зокрема й на уроках біології.

У першому розділі розкрито проблему формування критичного мислення в учнів ЗЗСО як психолого-педагогічну й доведено, що ця проблема своїм корінням сягає у глибоке минуле, починаючи Античними часами. Виокремлено понятійно-категоріальний тезаурус, пов'язаний із формуванням мислячих особистостей: «мислення», «критичне мислення», «критичне та системне мислення», «креативне мислення». Окреслено мету та завдання розвитку критичного мислення, його головні чинники розвитку, описано методику проведення нетрадиційних уроків зі триступеневою моделлю, в якій мають місце такі процеси, як актуалізація, усвідомлення та рефлексія. Зроблено висновок, що у формуванні критичного мислення на сучасному етапі державотворення важливе місце в освітньому процесі закладів загальної середньої освіти, зокрема й процесі навчання біології, особливе місце займає STEM-освіта як інноваційний напрям формування учнів-новаторів, учнів-раціоналізаторів, учнів-винахідників.

У цьому розділі також розкрито роль і місце STEM-освіти в ЗЗСО крізь призму формування в учнів критичного мислення, зокрема, подано понятійно-категоріальний тезаурус, зокрема «інновація», «STEM-освіта», «STEM-

технології», «STEM-середовище», «STEM-навчання», «STEAM-освіта», «STREAM-освіта».

Здійснено детальний аналіз Держстандарту базової середньої освіти, чинних програм для ЗЗСО та навчально-методичного забезпечення. Зроблено висновки, що автори проаналізованого навчально-методичного забезпечення добре подбали про низку цікавих завдань, пов'язаних з формуванням критичного мислення в учнів 7 класу засобами рубрик, які безпосередньо стосуються елементів STEM-освіти.

У третьому розділі описано методику проведення констатувального, формувального та контрольного етапів дослідження.

Враховуючи дані констатувального експерименту, було розроблено педагогічні умови та методику проведення нестандартних уроків із використанням різноманітних форм та методів формування критичного мислення засобами STEM-освіти. Тому мета формувального експерименту полягала в розробці й апробації розроблених уроків, зокрема ми провели бінарний інтегрований урок (біологія+хімія) за методикою нестандартного уроку-умовної подорожі на теми «Розчини. Вода – мандрівниця, вода – чарівниця, вода – трудівниця» та «Організми і середовище існування мурах», провести експерименти «Міні-проект «Як утворюються коралові острови», «Тварини – рекордсмени», «Зуби ссавців» та ін. Значну увагу ми приділяли процесу моделювання.

Загалом результатами дослідження підтверджено гіпотезу про зростання рівня критичного мислення учнів 7 класу за умови ефективного використання елементів STEM-, STEAM- та STREAM-освіти під час навчання біології. З цією метою розроблено пам'ятку до використання елементів STEM, STEAM- та STREAM-освіти з метою формування в учнів критичного мислення під час вивчення ними біології, яка добре прислужатися учителям біології та природничих наук у здійсненні ефективності навчання біології у 7 класі з використання STEM-освіти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Безіна О.В., Казакова Л.Л. Використання елементів STEM-технологій на уроках природничо-математичного циклу. URL: http://osvita.ua/school/lessons_summary/edu_technology/58197/
2. Бех І. Д. Особистісно-зорієнтоване виховання: наук.-метод. посібник. Київ: ІЗМН, 2008. 154 с.
3. Біологія підручник для 7 класу закладів загальної середньої освіти; автори: Павло Балан, Олександр Козленко, Людмила Остапченко, Ольга Кулініч; Людмила Юрченко; видавництво: Київ. Генеза, рік: 2024. 178 с.
4. Богданова Д. К. Сучасні форми і методи викладання біології в школі: навчальний посібник. Харків: Основа, 2003. 80 с.
5. Вагнер Т. Створення інноваторів: як виховати молодь, яка змінить світ. Київ: KFUND, 2015. 222 с.
6. Волошин С., Пліш М. Застосування елементів stem-освіти на уроках біології як засіб формування критичного мислення. Матеріали XVIII Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки в країнах Євразії». Переяслав, 2025. С. 47 - 48. http://conferences.neasmo.org.ua/uk/art/7767#disqus_thread
7. Горбачова Ю Використання елементів STEM-освіти на уроках біології, і екології та хімії: методичні лайфхаки. URL: <https://naurok.com.ua/vikoristannya-elementiv-stem-osviti-na-urokah-biologii-i-ekologii-t>
8. Державний стандарт базової середньої освіти. URL <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/nova-ukrayinska-shkola/derzhavnij-standart-bazovoyi-serednoyi-osviti>.
9. Загальна методика навчання біології: навчальний посібник / уклад.: І.В.Мороз, А.В.Степанюк, О.Д.Гончар та ін. / За ред. І.В.Мороzza. Київ: Либідь, 2006. 592 с.
10. Закон України «Про освіту». URL: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/2145-19>.

11. Іванюк Т. STEM як освітній ресурс XXI століття. STEM-освіта та шляхи її впровадження в навчально-виховний процес. Тернопіль, 2017. С. 14–18
12. Концепція Нова українська школа. URL <https://mon.gov.ua/ua/tag/nova-ukrainska-shkol>
13. Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти): Розпорядження Кабінету міністрів України від 5 серпня 2020 р. № 960-р. // *Географія*. 2020. № 17/18. С. 16–23.
14. Кошманова Т. Досконалість системи педагогічної освіти: нові виклики і пропозиції // *Педагогічна освіта і наука в умовах класичного університету: традиції, проблеми, перспективи*: в 3-х т. / За ред. М. Євтуха та ін. Львів: Видавництво Львівського університету, 2013. Т. 1. С. 346 – 356.
15. Ліннік О.О. Методика викладання освітньої галузі «Людина і світ»: навчальний посібник. Київ: Слово, 2010. 48 с
16. Модельна навчальна програма з біології 7-9 класи для закладів загальної середньої освіти (автори Балан П.Г., Кулініч О.М., Юрченко Л.П.). URL <https://naurok.com.ua/navchalna-programa-biologiya-7-klas-nush-avtor-modelno-programi-balan-416660.html>
17. Методичні рекомендації щодо впровадження STEM-освіти у загальноосвітніх та позашкільних навчальних закладах України на 2017-2018 навчальний рік.(Лист ІЗМО № 21. 1/10-1470 від 13.07.17 року)
18. Навчальна програма для закладів загальної середньої освіти. URL <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-5-9-klas>
19. Наказ МОН України №188 від 29.02.2016 р. «Про створення робочої групи з питань впровадження STEM- освіти в Україні». URL: <https://mon.gov.ua>.
20. Полонська Т.К Критичне мислення як технологія компетентнісно-орієнтованого навчання іноземних мов учнів 5-6 класів гімназії. URL: <https://uej.undip.org.ua/index.php/journal/article/view/588>

21. Пометун О.І., Пироженко Л.В. Сучасний урок. Інтерактивні технології навчання: науково-методичний посібник. Київ: Видавництво А.С.К., 2004. 192 с.
22. Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти): розпорядження Кабінету Міністрів України від 5 серп. 2020 р. № 960-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020>.
23. Професійний стандарт вчителя – міжнародний досвід. URL: <https://nus.org.ua/articles/profesijnyj-standart-vchytelya-mizhnarodnyj-dosvid/>
24. Романенко Ю.А. Сучасні педагогічні технології: навч.-метод. посіб. Донецьк: ДІСО, 2010. 152 с.
25. Соболев В.І. Біологія: підручник для учнів 7 класу загальноосвітніх навчальних закладів. Кам'янець-Подільський: Абетка. 2015. 176 с
26. Типову освітню програму закладів загальної середньої освіти II ступеня. URL: // <https://mon.gov.ua> > osvita > zagalna-serednya-osvita > navchalni-programi 20180420-tipov-osvitniya-programa-59-nmo-40
27. Фіцула М.М. Педагогіка: навчальний посібник для студентів вищих педагогічних закладів освіти. Київ: Академія, 2000. 544 с.
28. Янкович О. І.Кузьма. Освітні технології: навчально-методичний посібник. Тернопіль, 2018. 266 с.
29. STEM-освіта: стан впровадження та перспективи розвитку: матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції, 9 –10 листопада 2017 року, м. Київ. Київ: ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти», 2017. 160 с.
30. STEM-освіта: сучасні підходи та перспективи впровадження: бібліогр. покажч. (2017–2022 рр.) / уклад.: В. П. Балюк та ін. Полтавський національний педагогічний університет імені В.Г.Короленка, Полтава, 2023. 22 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Контрольна робота №1

Низький рівень

1. Поясніть значення слів «біокомунікація», ««релікти»,
2. У підручнику знайдіть цікаву інформацію з рурики «Ознайомтеся» і поставте декілька запитань своїм колегам у групі.

Середній рівень

1. Складіть порівняльну характеристику рептилій і ссавців, визначте спільні й відмінні ознаки за допомогою «Діаграми Венна»
2. У вигляді таблиці розмістіть інформацію про представників класу «Амфібії»

Достатній рівень

1. Побудуйте діаграму, в якій окресліть швидкість тварин.
2. Поставте і сформулюйте декілька запитань про пам'ятники жабам собакам тощо.
3. На цифровому мікроскопі виведіть структуру лушпиння цибулі, а потім перешліть її на смартфон свого найкращого друга
4. Змодельуйте життєвий цикл аскариди звичайної.

Високий рівень

1. Напишіть твір-есе «Що було б, якби зникли усі дощові черв'яки?»,
2. Розробіть рекомендації для свого друга «Що робити, коли тебе вкусив кліщ»

Складіть дидактичну казку, починаючи слова «Одного разу Червонокнижний Олень поскаржився своєму другові....»

Уявіть себе павуком, який тче павутину. Намалюйте малюнок.

Додаток Б

Контрольна робота №2

Низький рівень

1. Поясніть значення слів «заповідник», «хомінг».
2. У підручнику знайдіть цікаву інформацію з рурики «Ознайомтеся» і поставте декілька запитань своїм колегам у групі.

Середній рівень

1. Складіть порівняльну характеристику павукоподібних і комах, визначте спільні й відмінні ознаки за допомогою «Діаграми Венна».
2. У вигляді таблиці розмістіть інформацію про представників надкласу «Риби»

3. Визначте місце підвиду сірого ведмеда в системі тваринного світу

Достатній рівень

1. Побудуйте діаграму, в якій окресліть силу тварин
2. Поставте і сформулюйте декілька запитань про пам'ятники горобцям, кошарам тощо
3. Поясніть, від чого залежить забарвлення крові тварин
4. Змодельуйте життєвий цикл аскариди звичайної, метелика – білана капустяного

Високий рівень

1. Напишіть твір-есе «Що я знаю про тварин у Космосі?»
2. Розробіть рекомендації для свого друга «Що робити, коли тебе вкусила бджола»
3. Створіть зображення фантастичної тварини.
4. Уявіть себе бджілкою, яка запилює квітку. Піюберіть мелодію.

Додаток В

Питання для проведення інтерв'ювання

1. Чи проводите ви інтегровані уроки?
2. Як ви вважаєте, яку роль відіграє STEM-освіта в освітньому процесі ЗЗСО?
3. Чи використовуєте елементи STEM-освіти у процесі навчання біології?
4. Яким з перелічених нестандартних уроків віддаєте перевагу: урокам-квестам, урокам-віртуальним подорожам, урокам-спектаклям, урокам-брифінгам, урокам – «судам»?
5. Які форми та методи використовуєте з метою формування в учнів критичного мислення та дослідницько-пошукової діяльності?
6. З метою розвитку в учнів критичного мислення, сприймання та аналізу науково-технічних знань чи залучаєте учнів до проєктної діяльності? Чи надаєте перевагу STEM-проєктам у здійсненні критичного мислення учнів?
7. Чи залучаєте учнів до такого процесу, як моделювання за допомогою підручних засобів або комп'ютерних програм?
8. З метою урізноманітнення освітнього простору на уроках біології чи використовуєте відеоматеріали, художню літературу, музичний супровід?
10. Чи оновлюється у закладі, в якому ви працюєте, матеріально-технічна база як предметів природничо-математичного циклу, так і навчального закладу в цілому?
11. З метою підвищення інформаційної компетентності здобувачів освіти чи використовуєте на уроках біології довідкові системи, наприклад електронну бібліотеку та інші інформаційні ресурси?
12. З метою розвитку розумових здібностей учнів і покращення мислення та пам'яті чи використовуєте проблемні ситуації творчо-дослідницького характеру?
13. З метою збільшення кругозору та розуміння протікання різноманітних біологічних процесів чи впроваджуєте мультимедіа на уроках біології?

14. З метою формулювання учнівських суджень та умовиводів чи залучаєте учнів до розробки різноманітних карток, таблиць, схем чи малюнків?

15. Чи погоджуєтеся ви із твердженням: «Впровадження STEM-освіти на уроках біології забезпечує не лише формування стійкої мотивації учнів до вивчення біології, а й можливість підвищувати професіоналізм вчителя»?

Додаток Д

Анкету для учнів

1. Чи вистачало Тобі часу на виконання завдань?
2. Якими медіаресурсами користувався?
3. Як ти організовував свою діяльність?
4. Якому виду роботи ти віддавав перевагу?
5. На скільки знадобився тобі комп'ютер?
6. Чого ти навчився у ході інтегрованих уроків ?
7. Які знання з біології тобі стали у пригоді в подальшому житті?
8. Що сподобалось тобі у розроблених завданнях, а що – ні?,
9. Чи сподобалося працювати в групі?
10. Чи сподобалося працювати в команді?
11. Чи легко було виходити зі скрутних ситуацій?

Додаток Ж

Світлини архітектуриних споруд у викляді представників тваринного світу



Човниковий будинок «Золотий лебідь»



Вілла «Орел»



Вілла «Птах, що летить»



Оглядовий майданчик у сафарі-парку «Олень»



Вілла «Казкова птаха»



Вілла «Черпаха»



Пляжний бар «Восьминіг»