

**Міністерство освіти і науки України
Глухівський національний педагогічний університет
імені Олександра Довженка**

Кафедра біології, здоров'я людини та методики навчання

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

**Тема: Формування предметної компетентності учнів 10-х класів
засобом імерсивних технологій у процесі вивчення біології і екології**

Виконала:

Плавінська Ірина Ігорівна
спеціальність 014 Середня освіта
освітня програма «Середня освіта
(Біологія та здоров'я людини
та природознавство)»

Науковий керівник:

доктор педагогічних наук,
доцент
Хроленко Марина Володимирівна

Допущено до захисту

«__»_____ 2023 р.

Завідувач кафедри

(підпис)

(ініціали, прізвище)

Дата захисту «__»_____ 2023 р.

Оцінка _____

Підписи членів комісії:

Глухів 2023 р.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. ФОРМУВАННЯ ПРЕДМЕТНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ З БІОЛОГІЇ І ЕКОЛОГІЇ ЯК ПЕДАГОГІЧНА ПРОБЛЕМА.....	7
1.1. Стан дослідженості проблеми формування предметної компетентності учнів ЗЗСО в науковій літературі.....	7
1.2. Сутнісно-структурна характеристика предметної компетентності учнів у процесі вивчення біології і екології.....	15
1.3. Імерсивні технології як засіб формування предметної компетентності учнів 10-х класів на уроках біології і екології.....	25
РОЗДІЛ 2. ЕМПІРИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ФОРМУВАННЯ ПРЕДМЕТНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ЗДОБУВАЧІВ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ.....	37
2.1. Шляхи формування предметної компетентності здобувачів ЗСО засобом імерсивних технологій.....	37
2.2. Дослідно-експериментальна робота з формування предметної компетентності учнів у процесі вивчення біології і екології.....	44
2.3. Методичні рекомендації щодо застосування імерсивних технологій у процесі формування предметної компетентності учнів 10-х класів...	60
ВИСНОВКИ.....	64
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	67
ДОДАТКИ.....	73

ВСТУП

Проблема формування предметної компетентності здобувачів загальної середньої освіти у процесі вивчення природничих дисциплін нині перебуває в стані постійного реформування та вдосконалення. Такий стан речей викликаний, з одного боку, трансформацією загальних засад функціонування системи загальної середньої освіти в Україні, європейськими та світовими глобалізаційними процесами, з іншого – потребою часткової чи навіть суцільної діджиталізації освітнього процесу в умовах пандемії та ведення воєнних дій на території України. Дистанційний формат освіти вимагає розробки нової філософії біологічної і екологічної освіти, заснованої на використанні інноваційних технологій навчання.

Компетентнісний підхід в освіті є предметом дослідження відомих науковців, а саме: Н. Бібік, О. Бондаревської, Т. Волобуєвої, Е. Зеєра, І. Зимньої, М. Зуєва, В. Краєвського, О. Крисана, С. Кульневича, О. Лебедева, О. Локшиної, М. Лук'янова, М. Нікандрова, О. Овчарук, О. Пометун, М. Рижакова, В. Серікова, Л. Сохань, О. Сухомлинської, А. Хуторського та ін., які розкривають сутність компетентнісного підходу в освіті. Науковцями визначено зміст поняття «компетентність», висвітлено шляхи та умови формування компетентностей в учнів.

В умовах цифровізації держави, в системі освіти розпочався пошук нових форм навчання, спрямованих на розвиток практико-орієнтованих навичок, доступних на засадах електронного, змішаного навчання, безперервної освіти. А саме використання симуляційних технологій, тренажерів доповненої, змішаної та віртуальної реальності для формування освітнього середовища з використанням зазначених засобів. Таке середовище має забезпечити можливість візуалізувати складні процеси або забезпечити ефект так званої «живої присутності» суб'єкта, що полегшить сприйняття матеріалу [40, с. 120].

Епідемія Covid-19, війна в Україні надали поштовх до більш інтенсивного впровадженні імерсивних технологій на всіх рівнях освіти. На нашу думку, перспективним є використання зазначених технологій навчання на уроках біології у 10 класі у форматі змішаного навчання. Саме ці технології у процесі формування предметної компетентності учнів профільної школи сприятимуть усвідомленому опануванню знань про особливості обміну речовин та механізми його регуляції, закономірності спадковості та мінливості людини, біологію індивідуального розвитку, різноманіття біологічних систем різного рівня тощо. Імерсивні технології допомагають зробити процес навчання захоплюючим та більш ефективним, мотивувати та спонукати учнів до підвищення рівня навчальних досягнень.

Використання і впровадження імерсивних технологій в освіті вивчають науковці зарубіжних країн (С.Е. Hughes, С.В. Stapleton (США), L. Morgado (Португалія), Kim JL Nevelsteen (Швеція) та інші), а також й України (Боса В.П., Буров О.Ю., Гриб'юк О.О., Ковальчук О.І., Крюкова Є.С., Литвинова С. Г., Пінчук О.П., Соколюк О.М., Сороко Н.В. та інші).

Віртуальна, доповнена, змішана реальність і доповнена віртуальність стають невід'ємними атрибутами імерсивного освітнього середовища, які сприяють безперервному навчанню і всебічному розвитку. Актуальність дослідження шляхів використання імерсивних технологій у діяльності вчителя біології не викликає сумнівів, адже, по суті, вони є реальним втіленням нових методичних ідей та підходів.

З огляду на актуальність проблеми і її недостатнє розроблення й визначено тему магістерської роботи: «Формування предметної компетентності учнів 10-х класів засобом імерсивних технологій у процесі вивчення біології і екології».

Мета дослідження: обґрунтувати шляхи формування предметної компетентності учнів 10-х класів засобом імерсивних технологій.

Об'єкт дослідження: процес формування предметної компетентності учнів 10-х класів під час вивчення біології і екології.

Предмет дослідження: імерсивні технології як засіб формування предметної компетентності учнів у процесі вивчення біології і екології.

У процесі дослідження нами визначені **завдання дослідження:**

- 1) дослідити стан розробленості проблеми формування предметної компетентності учнів старшої школи в науковій літературі;
- 2) визначити сутнісно-структурну характеристику предметної компетентності учнів старшої школи у процесі опанування біології і екології;
- 3) визначити критеріально-показникові характеристики рівнів сформованості досліджуваної компетентності учнів, провести відповідну діагностику;
- 4) визначити, обґрунтувати та експериментально перевірити ефективність шляхів формування предметної компетентності учнів 10-х класів засобом імерсивних технологій;
- 5) розробити методичні рекомендації щодо застосування імерсивних технологій у процесі навчання біології і екології учнів 10-х класів з метою ефективного формування предметної компетентності.

Для розв'язання поставлених задач було використано такі **методи дослідження:**

теоретичні – аналіз наукової, психолого-педагогічної та методичної літератури з проблеми дослідження; порівняльний аналіз; синтез; узагальнення;

емпіричні – методи психолого-педагогічної діагностики; констатувальний експеримент, статистична обробка результатів, за допомогою якої було з'ясовано рівень сформованості предметної компетентності учнів.

Теоретичне значення полягає в уточненні сутнісно-структурної характеристики поняття «предметна компетентність учнів старшої школи», критеріально-показникових ознак рівнів сформованості означеної компетентності в учнів 10-х класів, обґрунтуванні шляхів застосування

імерсивних технологій у процесі вивчення біології і екології з метою формування предметної компетентності учнів.

Практичне значення полягає в розробці комплексу навчальних занять з використанням імерсивних технологій, які спрямовані на підвищення рівня предметної компетентності учнів 10-х класів у процесі вивчення біології і екології. Матеріали магістерської роботи можуть бути використані вчителями закладів загальної середньої освіти у процесі вивчення біології і екології, в закладах позашкільної освіти, студентами під час проходження педагогічної практики у ЗЗСО тощо.

Структура магістерської роботи. Магістерська робота складається зі вступу, двох розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Загальний обсяг магістерської роботи – 87 сторінок. Основний зміст викладено на 66 сторінках. Робота містить 3 таблиці, 6 рисунків. Список використаних джерел становить 52 найменування.

Апробація результатів магістерської роботи відбулась на Всеукраїнському науково-методичному семінарі «Компетентнісний підхід в освіті: теорія і практика» (м. Глухів, 16 листопада 2023 року).

РОЗДІЛ 1

ФОРМУВАННЯ ПРЕДМЕТНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ З БІОЛОГІЇ І ЕКОЛОГІЇ ЯК ПЕДАГОГІЧНА ПРОБЛЕМА

1.1. Стан дослідженості проблеми формування предметної компетентності учнів ЗЗСО в науковій літературі

У сучасному освітньому контексті компетентнісний підхід став важливою парадигмою, спрямованою на формування учнів не лише як носіїв інформації, але й як осіб з розвинутими навичками, уміннями та здатностями, необхідними для успішного функціонування в сучасному суспільстві.

Компетентнісний підхід базується на ідеї, що освіта повинна сприяти розвитку не лише когнітивних здібностей, а й ключових компетентностей, які стають основою для успішної реалізації в суспільстві. Здатність до критичного мислення, комунікації, роботи в колективі, рішення проблем, творчості – це всього кілька з аспектів, які включає компетентнісний підхід.

Однією з ключових особливостей компетентнісного підходу є акцент на індивідуалізацію. Кожен учень розглядається як унікальна особистість зі своїми власними потребами та здібностями. Навчальні програми створюються так, щоб задовольняти індивідуальні потреби кожного учня, сприяючи його особистому та академічному розвитку.

Компетентнісний підхід відкриває широкі перспективи для розвитку освіти у майбутньому. Його застосування випереджає стандартні методи оцінювання та вимірювання успішності, надаючи більш об'єктивні критерії. Динамічний характер компетентнісного підходу також дозволяє легко адаптувати зміст освіти до змін у суспільстві та технологічному прогресі [13].

У контексті глобалізації та розвитку інформаційних технологій, компетентнісний підхід стає критичним для підготовки молодого покоління до життя в сучасному світі. Його застосування дозволяє учням активно

залучатися до навчання, формувати креативне мислення та розвивати навички, які стануть ключовими у подальшому професійному житті.

Таким чином, компетентнісний підхід у сфері освіти є необхідним кроком для вдосконалення якості та реалізації потенціалу кожного учня. Він дозволяє створити освітню систему, яка відповідає потребам сучасного суспільства та сприяє всебічному розвитку особистості.

Основні особливості поняття «компетентність» визначені в нормативно-правових освітніх документах.

У Законі України «Про освіту» це поняття тлумачиться як «динамічна комбінація знань, умінь, навичок, способів мислення, поглядів, цінностей, інших особистих якостей, що визначає здатність особи успішно соціалізуватися, провадити професійну та/або подальшу навчальну діяльність» [33].

Закон України «Про вищу освіту» потрактує компетентність як «здатність особи успішно соціалізуватися, навчатися, провадити професійну діяльність, яка виникає на основі динамічної комбінації знань, умінь, навичок, способів мислення, поглядів, цінностей, інших особистих якостей» [32].

Концепція НУШ підходить до розуміння компетентності як «динамічної комбінації знань, умінь, цінностей та ставлень, які визначають здатність особи успішно розв'язувати життєві проблеми, провадити професійну і подальшу навчальну діяльність» [20].

У Державному стандарті базової і повної загальної середньої освіти (2011) компетентність розглядається з позиції «набутої у процесі навчання інтегрованої здатності учня, що складається із знань, умінь, досвіду, цінностей і ставлення, що можуть цілісно реалізовуватися на практиці» [11].

Отже, компетентність – це інтегроване утворення особистості учня, яке складається із знань, умінь, навичок, цінностей, ставлень, способів діяльності та спрямоване на успішну реалізацію власного потенціалу в освітньому та життєвому просторі.

Аналіз останніх досліджень показав, що упровадження компетентнісно орієнтованого навчання біології в основній школі спирається на розробки зарубіжних і вітчизняних учених. Аналіз їхніх наукових праць і публікацій показав, що це питання розглянуто з таких сторін:

- обґрунтовано загальнопедагогічний аспект компетентнісного підходу в освіті (Є. Бережнова, Н. Бібік, С. Бондар, І. Зимня, В. Кальней, В. Краєвський, О. Локшина, О. Пометун, Дж. Равен, І. Родигіна, О. Савченко, А. Хуторської, С. Шишов та ін.);

- сформульовано означення й визначено сутність та структуру компетентності (С. Бондар, І. Зимня, О. Пометун, Дж. Равен, О. Савченко, С. Трубачева, А. Хуторської, С. Шишов, І. Шмігірілова та ін.);

- визначено предметний аспект компетентнісно орієнтованого навчання, зокрема й біологічний (Л. Ващенко, Т. Коршевнюк, Н. Матяш, Н. Новикова та ін.).

О. Савченко зазначає, що «тривалі наукові дискусії дали змогу виокремити чотири базові характеристики поняття «компетентність», а саме:

- використання компетентності завжди відбувається у певному контексті (скажімо, у конкретній навчальній ситуації);

- компетентність завжди є результатом, вона характеризує те, що може зробити індивід, а не описує процес, під час якого він набув цю компетентність (наприклад, учень показує, що саме він уміє, а не розповідає: «Я читав, я писав...»);

- для вимірювання здатності індивіда користуватися компетентністю потрібні чітко визначені та затверджені стандарти;

- компетентність є мірою того, що індивід може зробити у конкретно визначений час» [39, с. 5].

У сучасному освітньому контексті ключові компетентності стають невід'ємною частиною успішного розвитку та адаптації учнів у суспільстві. Предметна компетентність, яка стосується глибокого розуміння певного предмету, займає важливе місце серед цих ключових навичок.

Ключові компетентності включають широкий спектр навичок та здібностей, необхідних для ефективного функціонування у сучасному суспільстві. Серед них можна виділити навички комунікації, критичного мислення, роботи в команді, творчого підходу до вирішення проблем, цифрової грамотності тощо.

Предметна компетентність визначається як глибоке розуміння конкретної предметної області. Її роль полягає в тому, щоб надати учневі можливість визначити свої інтереси та розвивати експертність в певній галузі.

Співпраця між ключовими та предметними компетентностями визначається взаємодією цих двох аспектів навчання. Ключові компетентності допомагають учням ефективно використовувати свої предметні знання у практичних ситуаціях. З іншого боку, предметна компетентність дозволяє вдосконалювати ключові навички, створюючи контекст для їхнього використання [19, с. 23].

Загалом, місце предметної компетентності серед ключових компетентностей визначається необхідністю створення гармонійного та цілісного підходу до розвитку учнів, який враховує їхні індивідуальні потреби та сприяє їхньому всебічному розвитку.

Предметна компетентність з біології є об'єктом інтенсивних досліджень вчених, які спрямовані на розкриття ключових аспектів навчання та формування компетентностей учнів у цій науковій галузі.

Вивчення предметної компетентності з біології отримало початок у другій половині ХХ століття, коли освітній процес став об'єктом інтенсивної трансформації. Перші дослідження були спрямовані на визначення того, як ефективно навчати біології, і які фактори впливають на формування глибокого розуміння предмету.

Відомий американський психолог та педагог Бенджамін Блум розробив таксономію цілей навчання, включаючи біологію. Його модель визначає різні

рівні когнітивних навичок та сприяє розумінню, як досягти глибокого розуміння біологічних концепцій.

Вчений Лінгхард Мартоні спрямовував свої дослідження на вивчення ефективності педагогічних методів та їх вплив на формування предметної компетентності учнів з біології.

Відомий канадський психолог Альберт Бандура зосереджував увагу на вивченні механізмів саморегуляції та самооцінки учнів у процесі вивчення біології. Його теорії впливу на формування компетентностей відіграли значущу роль в освіті.

Предметні компетентності знаходяться у полі зору багатьох вітчизняних науковців, педагогів, методистів. Так, математичну компетентність здобувачів загальної середньої освіти досліджують М. Головань, Л. Кудрявцев, О. Петрова, С. Раков, І. Сафонова та ін. Історична та суспільствознавча компетентності учнів є об'єктом вивчення О. Пометун, Ю. Малієнко та ін. Особливості формування та розвитку хімічної компетентності учасників освітнього процесу розглядають у своїх працях О. Бабенко, Н. Величко, М. Савчин та ін. Компетентність у галузі біологічних наук знайшла своє відображення в наукових пошуках Л. Ващенко, В. Гавія, С. Коваленка, Т. Коршевніюк, Н. Матяш, Н. Новикова, С. Приплавко, А. Степанюк та ін.

В. Гавій, С. Коваленко, С. Приплавко визначають засоби змісту освіти вирішальними під час формування предметної компетентності з біології в учнів. Науковці наголошують на важливості формувального впливу на всі складники біологічної компетентності, як-от: пізнавальної, операційної, дослідницької, логіко-змістової. Основними результатами сформованості досліджуваної компетентності вони визначають мобільні знання і критичне мислення. Дослідники надають перевагу різнорівневим навчальним завданням як ефективного засобу формування предметної компетентності з біології в ЗЗСО. Вони стверджують, що «використання системи навчальних завдань спричиняє зміну механічного запам'ятовування навчального

матеріалу на логічне, дозволяє розглядати окремі факти у взаємозв'язку і забезпечує формування системи знань. У процесі виконання навчального завдання учень сприймає закладений у ньому навчальний зміст, засвоює його та робить своїм надбанням. Разом із тим опанування алгоритму виконання різнорівневих навчальних завдань сприяє формуванню здатності використовувати та трансформувати набутий алгоритм для вирішення проблем, що постають перед учнем у його повсякденному житті» [6, с. 73].

С. Генкал обґрунтовує можливості продуктивного навчання у процесі формування та розвитку предметної (біологічної) компетентності учнів. Науковиця визначає особливості формування означеної компетентності у системі продуктивного навчання:

- розвиток пізнавального досвіду учнів, творчої діяльності у процесі самостійної роботи;
- соціальне і професійне самовизначення здобувачів ЗЗСО;
- полікомпонентність освітнього та інформаційного простору;
- усвідомлення значущості досягнення результатів навчання;
- взаємозумовленість освітнього процесу і самоосвітою учнів [7, с. 74].

Авторка виокремлює дієвий організаційно-методичний інструментарій задля формування предметної компетентності учнів. З-поміж ефективних освітніх технологій вона вирізняє технологію проєктного і проблемного навчання, з-поміж результативних форм організації освітнього процесу – індивідуально-парна, групова, колективна робота, самостійна пізнавальна діяльність школярів, серед методів навчання – методи евристичного, проблемного викладу, методи мозкової атаки, «банк ідей», конкретних ситуацій тощо.

М. Кісільова, В. Удовиченко пропонують у процесі формування в учнів предметної компетентності з біології широко застосовувати дидактичні засоби навчання: гербарії, колекції, моделі, муляжі, мікропрепарати, схеми, рельєфні таблиці, природні об'єкти, відеофрагменти, фотографії, підручники, науково-пізнавальну літературу та ін. Авторки стверджують домінантне

значення ситуаційних завдань і біологічних задач у процесі формування зазначеного феномену. Привертають увагу інноваційні технології віртуальної і доповненої реальності, які дослідниці пропонують використовувати під час формувального впливу на предметну компетентність учнів на уроках біології. Вони стверджують, що «технології доповненої реальності здатні проєктувати цифрову інформацію (зображення, відео, текст, графіку) поза екранами пристроїв та об'єднувати віртуальні об'єкти з реальним середовищем. Віртуальна ж реальність переносить людину в штучний світ, де навколишнє середовище повністю змінене. Ці технології дають учням можливість глибше вивчати предмети, аналізувати наслідки світових подій, брати участь в археологічних експедиціях і багато іншого, та все це – у розважальній ігровій формі» [19, с. 51].

Т. Коршевнік вважає, що використання завдань з біології, які враховують контекст чи ситуацію, може значно сприяти розвитку дослідницьких навичок учнів. Вчена підкреслює, що такі завдання є ефективним інструментом для орієнтації навчання на розвиток компетентностей учнів. Вони стимулюють активність і пізнавальну активність учнів, сприяють пошуку альтернативних шляхів вирішення різних життєвих та професійних ситуацій, а також допомагають використовувати знання на практиці [23].

С. Генкал визначає принципи формування біологічної компетентності учнів, як-от: загальнодидактичні й специфічні. Серед цих принципів аизначними є: проблемність, орієнтація на професійний аспект навчання, цілеспрямований розвиток біологічної компетентності, врахування еволюційного та історичного контекстів, системний підхід, діалогічність та інші [8, с. 243].

Т. Юсипіва, М. Міняйло, Г. М'ясоїд визначають ефективність позашкільної освіти у процесі формування предметних компетентностей учнів з біології. Дослідники зазначають пріоритетність гурткової форми роботи, добір практичних методів навчання у формуванні основних

компетентностей у галузі біології, екології та здоров'я людини. Дослідники наголошують, що «під час екскурсій у природу, на етапах підготовки – актуалізації знань, вивчення довідникових матеріалів індивідуально та в групах, під час проведення екскурсій, та на етапі узагальнення та систематизації знань формується ціла низка предметних компетентностей: знань, навичок, ціннісних ставлень, екологічне мислення» [48, с. 114].

Вплив методу проєктів на формування предметної компетентності в учнів загальної середньої освіти розглядається в роботах Ю. Шапрана, Л. Довгополої та М. Супрунова. Вони вказують на те, що проєктна технологія становить одну з основних інтерактивних освітніх технологій, яка сприяє формуванню та розвитку ключових компетентностей, таких як інноваційні, інформаційно-комунікативні, особистісно-креативні, дослідницькі, організаційні, навички роботи в групах та інші. Вчені визнають значний потенціал проєктної технології у розвитку розумових здібностей та якостей учнів, а також сприянні їхньому бажанню до самоосвіти, самовдосконалення та самореалізації у процесі вирішення практичних завдань [44, с. 276].

З цією позицією співзвучна думка Т. Вороненка, який стверджує, що саме метод проєктів орієнтований на творчу самореалізацію особистості в процесі самостійної роботи учнів під керівництвом учителя і відіграє активну роль у формуванні ключових компетентностей. Виконання проєктів вимагає від учня використання дослідницьких методів, що активізує самостійне здобуття знань, надбання вмінь виконувати практичні дії [5, с. 140].

М. Москаленко, А. Вакал та Л. Міронець демонструють, що формування предметної компетентності учнів у біології може бути ефективною через здійснення практичних робіт, спрямованих на фізіологічні аспекти. Автори стверджують, що застосування методу проєктів під час виконання цих робіт сприяє розвитку одного з ключових компонентів предметної компетентності – здатності засвоєння знань про фундаментальні принципи біології та екології. Зазначається, що ці знання включають у себе

розуміння єдності походження органічного світу, яке базується на спільних процесах, що відбуваються у представників різних царств живих організмів [29, с. 23].

Отже, аналіз наукової літератури з проблеми дослідження дає підстави зробити висновок про те, що на сучасному етапі розроблені теоретичні і практичні засади формування предметної компетентності учнів у процесі вивчення біології. Однак, проблема формування окресленої здатності засобом імерсивних технологій у здобувачів загальної середньої освіти не була предметом спеціального дослідження. На даному етапі потребують уточнення шляхи застосування імерсивних технологій у процесі формування предметної компетентності учнів.

1.2. Сутнісно-структурна характеристика предметної компетентності учнів у процесі вивчення біології і екології

Місце предметної компетентності з біології і екології визначено в державних стандартах освіти, які встановлюють вимоги до змісту навчання та досягнень учнів. Предметна компетентність з біології і екології описує рівень знань, вмінь і навичок, які учні повинні опанувати в результаті вивчення предмету. У державних стандартах вона зазвичай визначається як ключовий компонент загальної компетентності учня в галузі природничо-математичної освіти.

Державні стандарти чітко визначають теми, концепції та поняття, які повинні бути вивчені в рамках біологічної компетентності. Вони також враховують сучасні наукові досягнення та вимоги суспільства до рівня освіти в цій галузі.

Метою включення предметної компетентності в державні стандарти є забезпечення системного та стандартизованого підходу до вивчення біології і екології, а також розвиток учнівських здібностей та розуміння важливості біологічних принципів для подальшого життя та професійного розвитку.

За Державним стандартом освіти (2011) біологія як навчальний предмет належить до освітньої галузі «Природознавство», тому формування предметної (біологічної) компетентності має відбуватися на основі інтеграції з іншими предметними компетентностями (астрономічною, географічною, фізичною, хімічною), результатом якої має бути розуміння природничо-наукової картини світу і відповідно формування природничо-наукової компетентності.

Отже, основною метою освітньої галузі «Природознавство» є виховання природничо-наукової компетентності учнів як фундаментальної, а також формування в них відповідних предметних компетентностей, які є необхідними складовими загальної культури особистості та сприяють розвитку їхнього творчого потенціалу. На сучасному етапі розробки нового покоління державних стандартів для різних етапів шкільної освіти, таких як початкова, основна і старша (повна), актуальним стає питання інтеграції окремих компонентів чи навіть всього комплексу природничих знань. Логічним є впровадження інтегрованого курсу «Природничі науки», який сприятиме злиттю різних аспектів природознавства для більш системного й ефективного навчання.

В освітній галузі визначено структуру компетентностей учнів закладів середньої освіти:

- 1) ключові компетентності – міжпредметні та надпредметні компетентності;
- 2) загальногалузеві – стосуються визначеної галузі знань;
- 3) предметні – складова загальногалузевих компетентностей, які стосуються конкретного предмета [11].

У Державному стандарті визначену ключові компетентності у галузі природничих наук, техніки і технологій, що передбачають 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; розуміння змін, зумовлених людською діяльністю; відповідальність за наслідки такої діяльності [11].

Предметна компетентність з біології і екології є важливим компонентом загального формування освіти та розвитку учнів. Ця компетентність передбачає володіння не лише фактичними знаннями, але й здатністю застосовувати їх у різних ситуаціях.

Предбачається, що учень, який володіє предметною компетентністю в біології і екології, має глибокі знання про різноманіття життя, включаючи організми, їхню будову, функції та взаємодії. Важливим є також розуміння процесів еволюції та адаптації, які лежать в основі живої природи.

У контексті екології, учні повинні бути здатні розуміти взаємодію організмів із середовищем, вивчати поняття про екосистеми, біорізноманіття та екологічний баланс. Знання про вплив людини на природу та шляхи збереження природних ресурсів є важливою частиною компетентності в екології.

Володіння предметною компетентністю з біології і екології відкриває для учнів можливість для участі в різних дослідженнях, експедиціях та проєктах. Вони можуть брати участь у вивченні різноманіття місцевих екосистем, вивчати вплив людської діяльності на природу та розробляти стратегії для збереження біорізноманіття.

Також, учні можуть застосовувати свої знання у повсякденному житті, приймаючи інформовані рішення щодо свого способу життя, споживчих звичок та взаємодії з навколишнім середовищем. Вони можуть стати активними учасниками екологічних ініціатив та працювати над вдосконаленням екологічних проблем у своєму спільноті.

Розвиток предметної компетентності в біології і екології не тільки глибоко впливає на інтелектуальний розвиток учня, але і формує в ньому відповідальність за природне середовище. Учні, які розуміють принципи функціонування природи, мають здатність бачити свою роль у світі та

приймати обдумані рішення для збереження природи для майбутніх поколінь [27].

Отже, предметна компетентність у біології і екології є важливим елементом сучасної освіти, сприяючи розумінню і поваги до природи та розвиваючи навички для ефективного взаємодії з навколишнім середовищем.

Предметна біологічна компетентність включає такі складники: логіко-змістову, пізнавальну, операційну, дослідницьку компетентність.

Логіко-змістова компетентність сприяє коректності, оперативності та точності мислення, а також формує навички побудови логічного ланцюжка елементів цілого. Сформована логіко-змістова компетентність виявляється в умінні учня визначати біологічні терміни та застосовувати їх для пояснення явищ і процесів у біології. Також це включає у себе класифікацію біологічних об'єктів, прогнозування шляхів та тенденцій розвитку біологічних систем, осмислення навчального матеріалу і визначення його основного змісту.

Учень із сформованою логіко-змістовою компетентністю розуміє інтегруюче значення загальнобіологічних понять, володіє розвиненим логічним мисленням, може аргументовано розглядати певні аспекти, формулювати гіпотези та чітко висловлювати свої думки. Крім того, він в змозі виявляти загальні закономірності у функціонуванні та еволюції біологічних систем. Отримані знання та досвід логічного мислення використовуються для успішного вирішення життєвих проблем, що свідчить про високий рівень розвитку логіко-змістової компетентності учня в галузі біології [18, с. 13].

Позитивні результати з розвитку логіко-змістової та пізнавальної компетентностей дає правильно організований процес набуття та засвоєння нових знань учнями. Конструюючи навчальне заняття з біології, слід вибудувати логіку засвоєння навчального матеріалу таким чином, щоб він сприяв розвитку пізнавальних потреб, пізнавальної самостійності, інтересу

до пошукової, дослідницької діяльності, формуванню теоретичного мислення школярів.

Пізнавальна компетентність визначається через пізнавальні дії учнів, які служать основою для формування біологічних знань. Ці знання мають відповідати визначеним критеріям: бути науковими, глибокими, міцними, систематичними та різнобічними. Освоєння таких знань дозволяє учневі будувати свою власну траєкторію життя та впливати на життя своїх близьких. Також це сприяє формуванню власного уявлення про соціальні та природні процеси, які відбуваються в суспільстві і стосуються навколишнього середовища, його збереження, здоров'я людей. Особливий акцент робиться на активному участі учня у прийнятті рішень і веденні дискусій на теми здорового способу життя, збереження біосфери та соціальної ролі біологічної науки в сучасному суспільстві.

Операційна компетентність виявляється у вмінні вирішувати стандартні біологічні завдання та вправи, застосовувати алгоритми для розв'язання рутинних задач та відтворювати їх контекст. Вона також передбачає здатність розпізнавати та систематизувати типові завдання, використовувати різноманітні інформаційні джерела, такі як підручники та довідники, для знаходження алгоритмів розв'язання стандартних задач. Операційна компетентність включає також здатність створювати власні алгоритми для вирішення завдань та вправ.

На перших заняттях з біології засвоюються, як правило, знання про спосіб виконання дій під час пояснення вчителем зразка виконання та оволодіння учнями умінням виконувати дію за зразком, що передбачає репродуктивну діяльність. На етапі застосування знань діяльність відбувається у змінених і нових ситуаціях, тобто процес формування уміння триває. Цей спосіб передбачає самостійні дії учня в ситуаціях, які повторюються, та можливість усвідомлення своїх дій з позиції засвоєних знань, що передбачає розв'язання завдань репродуктивно-творчим способом, без супроводжувальної інструкції [16].

Навчальний матеріал повинен бути предметом активних розумових та практичних дій, що дозволить залучити кожного учня до активного пізнавального пошуку, самостійного визначення мети навчальної діяльності, планування власних дій для її розв'язання та контролювання результатів [13]. За цієї умови реалізується предметна компетентність – уміння учитися як одне із завдань базової біологічної освіти. Щоб набуті знання стали основою формування вмінь, потрібно навчити здобувачів ЗЗСО застосовувати їх при виконанні різнорівневих завдань, шукати умови і способи їх застосування, перетворювати, доповнювати, видозмінювати, знаходити нові зв'язки, розглядати в нових моделях і контекстах тощо.

Дослідницька компетентність учнів виявляється у їхній здатності використовувати біологічні методи дослідження та застосовувати знання на практиці. Вони володіють навичками формулювання цілей, проблем, гіпотези дослідження, планування та проведення експерименту, аналізу результатів та формулювання висновків. На базовому рівні програма забезпечує діяльнісний підхід до навчання біології шляхом включення біологічних досліджень у лабораторний та польовий практикуми. Це сприяє узгодженню та систематизації знань, а також створює умови для їхнього використання у нетипових ситуаціях для вирішення конкретних завдань. Учні також засвоюють методи наукового дослідження, розвивають навички самостійного виконання наукової роботи, формулювання висновків та розробки практичних рекомендацій для їхнього впровадження у життя.

Навчальний предмет «Біологія і екологія» у 10-х класах має свою специфіку, яка визначається не лише рівнем складності вивчення біологічних наук, але й особливостями тематичного наповнення, цілями та завданнями навчання. Вивчення біології в 10-му класі не обмежується виключно розглядом живих організмів та їх функцій. Значний акцент робиться на вивченні взаємодії живих систем із середовищем, включаючи вплив людини на навколишню природу. В старшій школі учні можуть зустрітися з більш глибоким вивченням певних розділів, таких як генетика, еволюція, екологічні

проблеми тощо. Це вимагає від них вже певного рівня підготовки та усвідомлення базових біологічних концепцій.

Навчання в 10-му класі акцентується на розвитку критичного мислення та вміння вирішувати проблеми. Учні аналізують біологічні та екологічні ситуації, розробляють рішення, спираючись на здобуті Практичні лабораторні та польові роботи набувають важливого значення. Учні залучаються до проведення досліджень, збирання та аналізу даних, що сприяє формуванню дослідницьких та технічних навичок.

Зазначена специфіка дозволяє учням отримати глибше розуміння біологічних процесів, вивчити ключові аспекти екології та розвивати критичне та творче мислення. Актуальним у зв'язку з цим є розвиток самостійності учнів з метою розв'язання творчих, дослідницьких завдань, індивідуальних експериментальних задач.

Важливо враховувати, щоб дослідницька діяльність відповідала інтересам учнів, їх віковим, індивідуальним та інтелектуальним можливостям. Для досліджень доцільно обирати такі об'єкти та явища, які найбільш типово і яскраво відбивають суттєві сторони місцевих природних умов, доступні для систематичних і регулярних спостережень, є актуальними для сучасної науки, можуть бути використані в навчальному процесі для формування й розвитку в школярів наукових понять, логічного мислення, пізнавальних інтересів, удосконалення практичних умінь і навичок [22].

Формування досвіду творчої дослідницької діяльності є завданням, що вимагає значного часу та системного підходу. Дослідницькі завдання істотно відрізняються тим, що вони вимагають від учня самостійне осмислення та визначення проблеми, що виникає перед ним, з метою управління усім процесом власної діяльності. Здійснення цього виду діяльності сприяє розвитку необхідних навичок та засвоєнню нових предметно-специфічних знань, які визначають необхідні дії. Виконання завдань пошукового характеру активізує та стабілізує професійну орієнтацію учнів, сприяє розвитку інтересу до науково-дослідницької роботи.

На основі результатів аналізу різних джерел визначено загальну структуру предметної компетентності, у яку включені такі компоненти: когнітивний, мотиваційний і діяльнісно-поведінковий.

Предметна компетентність у біології та екології включає різноманітні аспекти, серед яких ключове значення має *когнітивний компонент*. Когнітивні навички учнів грають важливу роль у їхній здатності розуміти, аналізувати та застосовувати знання у біологічних та екологічних контекстах.

Перш за все, когнітивний компонент передбачає розвиток знань учнів з біології. Учні повинні не лише запам'ятовувати факти, але й розуміти основні концепції біології, такі як клітинна теорія, еволюція, генетика та інші. Застосування цих знань в різноманітних біологічних ситуаціях є важливою складовою когнітивної компетентності.

Другим важливим аспектом є розвиток аналітичних навичок. Учні повинні бути здатні критично оцінювати наукові дані, робити висновки та аргументовано висловлювати свої думки. Наприклад, аналіз генетичних досліджень або впливу екологічних факторів на біорізноманіття вимагає високого рівня аналітичних здібностей.

Третім аспектом є вміння вирішувати завдання та проблеми, що виникають у біологічних та екологічних дослідженнях. Це включає в себе розвиток творчого мислення та здатності до створення гіпотез, проведення експериментів та висновків [24].

Окрім того, когнітивний компонент передбачає вміння учнів працювати з інформацією, використовуючи сучасні технології та інформаційні джерела. Вміння швидко знаходити, оцінювати та використовувати необхідну інформацію здебільшого визначає успішність в сучасному науковому середовищі.

Когнітивний компонент предметної компетентності з біології та екології є основою для подальшого розвитку учнів. Він забезпечує глибоке розуміння принципів біологічної та екологічної науки та формує критичне мислення, необхідне для вирішення сучасних проблем у цих галузях.

Мотиваційний компонент предметної компетентності учнів спрямований на визначення природи як найвищої цінності, формування ціннісних орієнтацій, мотивів, інтересів і потреб взаємодії з навколишнім природним середовищем.

Мотивація в навчанні біології та екології відіграє ключову роль у формуванні предметної компетентності учнів. Інтерес та бажання здобути нові знання стають основними каталізаторами успішності у вивченні наук природничого спрямування.

Перш за все, мотивація впливає на активність учнів у процесі вивчення біології та екології. Якщо учні відчують власний інтерес до теми, вони більше схильні взяти активну участь у класних дискусіях, лабораторних роботах та проєктах. Заглиблення в предмет відбувається найефективніше, коли здобувачі освіти мають особистий стимул розкрити його таємниці.

Другим важливим аспектом є зв'язок навчання з реальним життям. Мотиваційний компонент забезпечується, коли учні розуміють, як біологічні та екологічні концепції застосовуються в повсякденному житті. Здатність розглядати навчальний матеріал як щось практичне і корисне робить процес вивчення більш стимулюючим.

Важливу роль в мотивації відіграє підтримка вчителя та педагогічна методика. Створення захоплюючих уроків, використання інтерактивних методів, а також врахування індивідуальних особливостей учнів сприяють підвищенню їхнього інтересу та, відповідно, мотивації. Вчителі можуть створити ситуації, де учні будуть бачити практичний вигляд своїх знань та вмінь, що впливає на їхнє навчання [6].

Відзначимо, що важливим аспектом є визначення цілей та завдань для учнів. Мотивація зростає, коли учень бачить яскравий та конкретний результат своєї роботи. Останнє може включати в себе успішне виконання проєкту, розуміння складних концепцій або навіть можливість застосування набутих знань у реальному житті.

Отже, мотиваційний компонент предметної компетентності є визначальним у вивченні біології та екології. Інтерес та бажання навчатися стають тим запальним елементом, який розпалює вогник допитливості та розвитку, необхідний для глибокого розуміння та застосування знань у цих науках.

Діяльнісно-поведінковий компонент означеної компетентності визначається не лише здатністю учня володіти теоретичними знаннями, а й його здатністю використовувати ці знання у практичних ситуаціях та поведінкових проявах.

Одним із ключових аспектів діяльнісно-поведінкового компонента є здатність учня застосовувати теоретичні знання в різних розділах біології та екології на практиці. Це передбачає вміння взаємодіяти з природним середовищем, розуміти взаємозв'язки між різними живими організмами, а також знаходити і застосовувати наукові підходи до розв'язання практичних завдань.

Учні, які володіють діяльнісно-поведінковим компонентом предметної компетентності в біології і екології, можуть успішно взаємодіяти з різноманітними екосистемами, застосовувати лабораторне обладнання. Наприклад, вони можуть вести експерименти з рослинами та тваринами, здійснювати спостереження за змінами в природі та вивчати вплив людської діяльності на екосистеми.

Також важливою частиною діяльнісно-поведінкового компонента є вміння учня адаптуватися до змін у природному середовищі та розуміння власної ролі в його збереженні. Учні з сформованим діяльнісно-поведінковим компонентом можуть бути активними учасниками екологічних ініціатив, впроваджувати принципи сталого розвитку та брати участь у заходах з охорони навколишнього середовища.

Важливим аспектом діяльнісно-поведінкового компоненту є розвиток навичок співпраці та комунікації. Учні, які вміють взаємодіяти та

обмінюватися ідеями та досвідом з іншими, стають частиною наукового співтовариства та сприяють обміну знаннями.

Отже, діяльнісно-поведінковий компонент предметної компетентності учнів з біології і екології визначається їхньою здатністю застосовувати та реалізовувати теоретичні знання у практичних ситуаціях. Це включає в себе взаємодію з природним середовищем, розвиток практичних навичок та спроможність співпрацювати для досягнення спільних цілей у галузі біології та екології.

Отже, компетентність учнів середньої освіти є важливим складником ключових компетентностей у галузі природничих наук. До її структури входять когнітивний, мотиваційний і діяльнісно-поведінковий компоненти, які знаходяться у взаємній єдності та зв'язку.

1.3. Імерсивні технології як засіб формування предметної компетентності учнів 10-х класів на уроках біології і екології

Швидкий розвиток цифрових технологій відкриває необмежені можливості для доступу до сервісів, банків даних, цифрових інструментів для організації інформаційного простору та підвищення рівня освітніх процесів. Розвиток цифрових технологій та цифрових інструментів розширює територіальні простори, надає доступ до баз цифрових методичних матеріалів, що дає педагогу можливість відбирати, доповнювати та створювати продукти для освітнього процесу, роблячи його більш ефективним. У найближчі кілька років змінюватимуться і вимоги до кваліфікацій педагогів у сфері застосування нових технологій.

Імерсивні технології – один із ключових важелів зміни освітніх методик та контенту в школах та університетах безлічі країн світу. Саме собою слово «імерсивний» має англійську етимологію і в англійських словниках визначається як «забезпечуючий», що залучає або

характеризується глибоким поглинанням або зануренням у будь-що (наприклад, у діяльність, у реальне чи штучне середовище).

У контексті педагогічної науки імерсивність трактується як особливий метод навчання з елементами релаксації, навіювання та ігри, заснований на зануренні у штучно змодельовану реальність. Погодимося з О. Ковальчуком, М. Бондаренком та ін.: імерсивні навчальні засоби відрізняються від стандартних, насамперед тим, що у традиційній педагогічній парадигмі засвоєння нового знання відбувається за допомогою інформування та переконання, тоді як імерсивність передбачає навчання за допомогою інформування та навіювання [31, с. 160]. Імерсивні технології, таким чином, реалізують моделювання повного чи часткового занурення у задане середовище, альтернативного простору, змінюючи при цьому канали взаємодії з користувачем.

У світі розроблено кілька рівнів (концепцій) імерсивних технологій. Найбільш частіше зустрічається та цитується як у педагогічних працях, так і загалом у науці така: сукупність технологій VR (Virtual Reality) – повністю змодельована реальність; у нових технологіях VR може включати не тільки візуалізацію в тривимірному просторі і огляд на 360 градусів, а й трансляцію аудіовізуальних, тактильних відчуттів та запахів. VR, як його визначають Н. Яремчук та С. Назар, являє собою змодельований простір, доступ до якого забезпечується за допомогою імерсивних пристроїв – насамперед шоломів, рукавички і навушники. Сучасні віртуальні середовища максимально наближаються до реальних, що, своєю чергою, формує відчуття справжності того, що відбувається [49, с. 57].

AR (Augmented Reality) – доповнена реальність (досл. «наповнена», «посилена», «примножена», «додана»), де «реальна реальність» доповнюється віртуальними елементами, що моделюються. AR – візуальне поєднання спочатку незалежних середовищ – реального та віртуального; накладання запрограмованих інтерактивних віртуальних об'єктів на реальне зображення [4].

М. Шмиголь, Ю. Юшкевич пропонують розширити цей перелік такими термінологічними категоріями, як XR (Extended Reality) – «розширена реальність» – термін, що поєднує технології AR і VR, і MR (Mixed Reality) – «змішана реальність» – рідкісний термін, введений корпорацією Windows при запуску проекту Mixed Reality, сутність якого полягає у використанні існуючих технологій VR з додаванням AR та використанням оптичного приладу HoloLens [47, с. 214].

Велика кількість штучних реальностей та їхнє змішування, у свою чергу, викликало потребу у введенні терміну, який би означав те середовище, яке не збагачено засобами симуляції того, що відбувається. У зв'язку з цим у науковій періодиці було введено термін RR (Real Reality «реальна реальність»), вдало перекладений у довідкових джерелах як «дійсна реальність» [52].

Спочатку всі вищезазначені технології в абсолютній більшості випадків мали місце в ігровій індустрії, але згодом їх сфера застосування суттєво розширилася: імерсивність стала властива таким сферам, як медицина, промисловість, реклама, армія та ін. Ця теза призводить до висновку про те, що й у навчанні різних видів предметної діяльності також доцільно застосовувати імерсивний інструментарій.

Імплементация засобів віртуальної реальності у сферу загальної освіти цілком вбудовується в конструктивістський підхід до навчання, згідно з яким той, хто навчається, не просто використовує засоби та середовище навчання, а вибудовує уявлення про середовище, в якому йому належить діяти, і про завдання, які він має вирішити, безпосередньо у процесі навчання [31].

Імерсивний підхід у середній освіті можна дефініювати наступним чином: комплекс прийомів та способів організації продуктивної взаємодії учасників освітнього процесу в умовах віртуального навчального середовища, що забезпечує інтерактивність навчання за рахунок сенсорного мультивекторного впливу на учнів з метою всебічного практико-орієнтованого професійного розвитку. Це поняття вимагає визначення

поєднаної категорії – «імерсивне навчальне середовище». Під імерсивним навчальним середовищем Ю. Ткач пропонує розуміти «конструкт, що відрізняється системним характером та властивістю самоорганізації, що реалізується як динамічний процес на учня із залученням різноманітних елементів моделюючого оточення» [42, с. 320].

Серед переваг використання імерсивних технологій у загальній середній освіті більшість дослідників називають те, що навчання у віртуальному світі дозволяє діяти у межах типового сценарію, що виникає у навчальній діяльності здобувача, що дозволяє підготувати його до безпосереднього виконання освітніх і повсякденних обов'язків. Ми, своєю чергою, також зазначимо, що імерсивні навчальні майданчики дозволяють доповнити сценарні візуалізації нестандартними, форс-мажорними ситуаціями, «вбудувавши» їх у звичний сценарій, що ще більше зближує віртуальне навчальне середовище з реальним. Ключовою функцією імерсивних технологій в середній освіті, таким чином, стає моделювання маршрутів та сценаріїв для учня та разом з учнями.

Зазначене вище дає підстави висновкувати про трансформацію ролі вчителя в новому освітньому середовищі. Вчитель втрачає функцію лектора і придбаває функцію гіда, модератора, посередника між учнями та віртуальними середовищами. На думку більшості сучасних педагогів вчитель є спостерігачем та активним учасником комунікації, який використовує свій досвід і авторитет для орієнтації учня в зоні навчальних смислів, зміни параметрів середовища навчання.

Ще однією перевагою імерсивності в шкільній освіті є посилення сенсорних можливостей учня. Йдеться про надання комплексного впливу на органи чуття, що, безумовно, призводить на новий рівень якості засвоюваності та фіксації нової інформації у свідомості учня. Опора виключно на візуальну модальність була характерною для імерсивних технологій минулого покоління, сьогодні ж імерсивний підхід передбачає вплив на всі канали рецепції при сприйнятті навчального матеріалу [1].

Імерсивне навчальне середовище в освіті має низку найважливіших властивостей.

По-перше, виділимо її конструйованість: імерсивне середовище дозволяє відображати та прогнозувати елементи об'єктивної реальності особистості.

По-друге, імерсивне середовище характеризується цілісністю: воно спроможне відобразити багатокomпонентний зміст навчальної діяльності у єдності.

По-третє, імерсивне навчальне середовище має високий ступінь мотивації, формуючи пізнавальні інтереси особистості та мотиви досягнення навчальної успішності [17].

C. Hughes, C. Stapleton, D. Hughes, E. Smith вказують, що підвищення рівня мотивації забезпечується такою властивістю імерсивних технологій, як гейміфікація: занурення в систему користувачі розглядають як гру, за рахунок чого в учнів проявляються допитливість та творчий підхід [50].

Навчання в імерсивному середовищі, безумовно, будується на основі фундаментальних і незаперечних принципів, вироблених педагогічною наукою. Тим не менше, таке середовище модифікує всі основні компоненти навчання. Освітній компонент трансформується завдяки використанню імерсивних освітніх технологій. Соціально-психологічний компонент навчання також тяжіє до модифікацій: соціальні відносини, що виникають учасниками освітнього процесу, замінюються на відносини між середовищем та учням. Кардинально змінюється і просторово-предметний компонент навчання: аудиторії, лабораторії, майстерні найчастіше виявляються непотрібними, вони замінені віртуальними аналогами, але при цьому потрібне оснащення приміщень освітніх установ спеціальними технічними засобами, що дозволяють здійснювати занурення у змодельовану реальність [41].

Загалом можна виділити кілька основних причин для розширення застосування технологій віртуальної та доповненої реальності в освітньому процесі:

1. *Переваги у освоєнні освітнього матеріалу.* Проведені експерименти показують велику задоволеність учнів від застосування технологій, найкращу засвоюваність, залученість та інші характеристики освітнього процесу.

2. *Зростання числа реалізованих проєктів та програмних продуктів на базі VR.* Число реалізованих проєктів та створених продуктів перебільшило за кілька тисяч і продовжує зростати.

3. *Зниження цін на VR шоломи.* Ціни на VR-пристрої суттєво знизилися за останні кілька років.

4. *Успішне застосування імерсивних технологій в освітніх цілях у бізнесі.* Багато великих компанії реалізували свої VR проєкти для навчання співробітників, проведення вступних інструктажів, навчання молодих співробітників, проведення тренінгів, навчання з охорони праці та навчання у внутрішніх університетах, реалізації проєктів з гейміфікації.

5. *Інвестиції у VR.* Щорічно в цей напрямок інвестується близько 2,5 млрд дол.

6. *Кейси успішного застосування VR в освіті.* У рамках статті описані нижче вдалі приклади застосування VR проєктів у сфері освіти.

Відзначимо, що імерсивність потенційно може бути використана на будь-якому етапі загальної середньої освіти. Українські та зарубіжні дослідники вказують на позитивний досвід імплементації методів імерсивності під час проведення музейних екскурсій, експедицій, підводних турів, подорожей у відкритий космос, імерсивних спектаклів та шоу.

Передові університети по всьому світу розпочали реалізацію своїх VR проєктів. Так Єльський університет реалізував проєкт з навчання хірургів у віртуальній реальності, де здобувачі змогли тренувати свої навички, що використовує VR під час проведення операції на жовчному міхурі. Підсумки

проєкту виявилися вкрай позитивними, студенти проводили операцію швидше та помилки допускалися у 6 разів менше.

У Китаї результати дослідження «Вплив віртуальної реальності на академічну діяльність» показали, що викладання дисципліни з використанням технологій VR є ефективнішим. Учні із застосуванням VR засвоїли навчальний матеріал більш успішно і глибше, перевірка через два тижні показала, що вони краще запам'ятали отриманий матеріал, а також здали підсумковий тест на 20% краще, ніж під час застосування класичних методик викладання.

Центр компетенцій НТІ ДВФУ з VR/AR, створений у межах національної технологічної ініціативи, представив кілька цікавих проєктів як у гуманітарній, так і в технічній сферах щодо вивчення фізики, хімії, стереометрії та англійської мови. Зокрема, один із проєктів центру «Віртуальна хімічна лабораторія» для ЗЗСО або ЗВО дозволяє розширити можливості проведення експериментів з хімії, де учні можуть самостійно проводити експерименти та виконувати лабораторні роботи.

Центр також запустив платформу апробації застосування VR технологій у школах. Компанії-розробники VR подавали до початку 2023 року заявки на участь у програмі та представляли для експертизи свій освітній контент. Для шкіл-учасниць проєкту та педагогів доступне завантаження контенту та проведення заходів щодо їх впровадження. За підсумками реалізації проєкту буде зібрано зворотний зв'язок, усунуто недоліки та продовжено реалізацію програми.

Студенти з Англії та Китаю брали участь у реалізації спільних проєктів з вивчення антропології із застосуванням VR-технологій, перебуваючи в різних частинах світу, вони досліджували символи на одній з гробниць фараонів у Єгипті. Університети використали для реалізації проєкту VR-програму Rumii компанії Doghead, де було створено віртуальний клас та тривимірні моделі досліджуваних об'єктів.

Додаток Unimersiv та VR шолом дозволяють людям з різних куточків світу вивчати мову за допомогою віртуальної реальності. Додаток є безкоштовним і доступний для вільного скачування на платформі Oculus Store [31].

Для покращення розуміння людської біохімії використовують VR гру InMind2. У науковій VR грі учні можуть вивчити людську хімію у більш захоплюючій та яскравій формі. Учні потрапляють у центр прийняття рішень головного героя гри підлітка Джона та керують його рішеннями під час зіткнення з різними емоціями. Дані рішення визначають, яка буде доля головного героя і які реакції відбуваються в його мозку, як виділяються гормони під час різних емоцій, як влаштовані нейрони та інші аспекти біохімії людини.

Ще одним прикладом чудової реалізації освітніх можливостей VR в ігровій формі є гра для медиків The Body VR. Здобувачі потрапляють всередину тіла людини, вивчають кров і її тільця всередині кровоносних судин, вивчають будову клітин та вірусів. Гра безкоштовна для скачування та вимагає наявності VR-шолома.

Ще один проєкт 3D Organon VR Anatomy дозволяє познайомитися з широким набором 3D моделей органів людського тіла в VR (понад 4 000 анатомічних моделей).

Такий проєкт, як Universe Sandbox 2, орієнтований на вивчення космосу в ігровій формі. Він являє собою пізнавальну гру-симулятор, в рамках якої можна зрозуміти механізм роботи гравітації, фізичних взаємодій, траєкторій руху планет та галактик.

VR додаток History Maker дає можливість учням приміряти на себе аватар кількох відомих особистостей, таких як Авраам Лінкольн, Бенджамін Франклін та інших і вимовити від їхньої особи реальні історичні промови, які вплинули в розвитку США.

Активно в останні роки розвивається такий освітній напрямок як VR екскурсії. Так компанія Boulevard розробила тури у віртуальній, доповненій

та змішаній реальності по відомим музеям усього світу, де експонуються шедеври мистецтва. Екскурсію проводять відомі художники, куратори та автори, що дозволяє підвищити залученість учнів та дати матеріал яскравіше та наочно.

Компанія Lockheed Martin пішла шляхом футуризму і створила екскурсію на планету Марс. Для цього компанія використала шкільний автобус та переобладнала його, замінивши шибки на екрани. Після того, як учні сідають по своїх місцях і починається поїздка, екрани темніють і з'являється зображення з Марса, де є ландшафт, космічна база перших марсіанських поселенців, марсохід та інші цікаві деталі.

Компанія Alphabet також займається створенням віртуальних екскурсій визначними пам'ятками світу. Вже створені віртуальні тури Версальським палацом, Букінгемським палацом та іншими відомими місцями. Компанія реалізувала панорамні відео, вуличні види, екскурсії музеями світу, представила роботи авторів у високій роздільній здатності, історичні фото та пізнавальні ігри.

Сервіс Google Earth VR також дозволяє з різних ракурсів розглянути світові визначні пам'ятки. Для учнів можуть бути доступні Єгипетські піраміди, Ейфелева башта, Гранд каньйон, Нью-Йорк, Рим, Ніагарський водоспад та інші об'єкти. Сервіс допоможе яскраво показати вчителям географії доступні локації.

Безліч позитивних оглядів має проєкт The VR Museum of Fine Art, який дозволяє вивчити у VR найбільш відомі музейні експонати. Вивчити предмети мистецтва можна у всіх деталях, маючи можливість розглянути їх поблизу та з різних ракурсів, без огорож та захисного скла, шуму та інших відвідувачів.

На рівні профільної загальної середньої освіти імерсивні технології мають місце у низці хіміко-біологічних досліджень: у штучному середовищі можна реалізувати складні хімічні та біологічні досліди, які провести у реальній навчальній аудиторії важко, наприклад, через, хронологічні рамки

навчального заняття, здорожчання реагентів, відсутності вихідної сировини, біоматеріалу або обладнання для необхідної маніпуляції. Всі ці проблеми вирішуються запровадженням імерсивних технологій, причому сучасні варіанти віртуальної реалізації навчальних експериментів виглядають цілком природньо.

Сукупність засобів і майданчиків, організованих у віртуальному просторі, називаються віртуальними майстернями. Віртуальні майстерні є перспективною технологією у системі профільної освіти. Означені майстерні дозволяють виконувати навчальні дії у віртуальному середовищі. Така можливість є вкрай актуальною для здобувачів загальної середньої освіти, що навчаються в старших класах, адже виконання безлічі складних завдань у «реальній реальності» учням без достатніх навичок може бути небезпечним і складним.

На жаль, практику віртуальних майстерень практично не освоєно системою ЗЗСО України. Л. Рибалко справедливо вказує на те, що «ця технологія підміняється відеокурсами, віртуальними стендами, онлайн-навчанням, дистанційним навчанням, серією освітніх вебінарів» [37, с. 7]. Тим не менш, імплементація технології віртуальної майстерні дозволяє набагато ефективніше моделювати освітній процес, занурюючи того, хто навчається, в симуляцію професійного середовища і дозволяючи йому діяти в його рамках, замість того, щоб бути пасивним реципієнтом інформації, що надходить від вчителя.

Категорією, суміжною із категорією «віртуальна майстерня», є поняття «VR-тренажер/VR-симулятор». VR-тренажери є програмними продуктами, що створюють ілюзію знаходження користувача в реальному часі у віртуальному світі за допомогою візуалізації та тактильних відчуттів користувача. Означені тренажери застосовують у навчанні керування системами, організмами, механізмами тощо.

Незважаючи на широке поле можливостей застосування імерсивних технологій в середній загальній освіті, існує низка обмежень та бар'єрів, які

ускладнюють масову імплементацію імерсивного інструментарію в освітні практики.

По перше, наголосимо на неготовності значної частки педагогів реалізовувати окреслені інноваційні підходи. Перехід частини процесу профільної освіти у віртуальний світ призводить до необхідності особливої підготовки педагогічних кадрів. На думку О. Колмакової, «імерсивні системи вимагатимуть появи цілої розсипи фахівців, які розумітимуть не лише структуру знання, а й основи експозиції, монтажу, побудови віртуального світу» [17 с. 169].

О. Гриб'юк говорить про «пастку віртуальної компетентності» – ситуацію розбіжності фактичного рівня об'єктивної компетентності педагога та його оцінки власних можливостей [9]. У таку пастку можуть потрапити і самі учні: під час навчання через занурення у них може сформуватися хибне уявлення про власний професіоналізм на підставі успіхів діяльності у віртуальному середовищі. Безперечно, навіть нові імерсивні засоби не здатні повною мірою копіювати реальне навчальне середовище та врахувати всі фактори практичної діяльності здобувачів освіти. Крім того, вітчизняні дослідники все частіше заявляють про те, що занурення у віртуальну реальність пов'язане з підвищенням психологічних, фізичних, соматичних ризиків для учнів. У деяких випадках подібний освітній інструментарій здатний навіть спровокувати порушення нормального психічного розвитку учасників освітнього процесу.

Кіберхвороби – маловивчений феномен, незважаючи на їх масове поширення у всіх сферах життєдіяльності, включаючи освіту. Науковці вказують, що ефект від перебування у віртуальній реальності часто схожий на прояви морської хвороби і проявляється у порушенні зорової рецепції та роботи вестибулярного апарату. Розузгодження сигналів зорової та вестибулярної систем розцінюється організмом як філогенетичне отруєння. У зв'язку з цим вчені активно розробляють концепцію постуральної нестійкості

– подібна нестійкість проявляється у порушенні координації та рівноваги через занурення у штучну середу.

Існує, однак, ряд факторів, що стримують широкомасштабне поширення технологій AR/VR, серед яких можна, насамперед, виділити високу вартість розробки освітнього контенту в VR під потреби конкретного користувача. Це досить тривалий процес, що вимагає часу та трудовитрат.

Тим не менш, ці та інші недоліки застосування імерсивних засобів навчання не можуть вважатися достатньою підставою для відмови від них впровадження. Виникають нові засоби імерсивності, з'являються нові способи їх застосування в освіті – і це, на наш погляд, є невідворотною тенденцією модернізації педагогічної парадигми.

РОЗДІЛ 2

ЕМПІРИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ФОРМУВАННЯ ПРЕДМЕТНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ЗДОБУВАЧІВ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

2.1. Шляхи формування предметної компетентності здобувачів ЗСО на уроках біології з елементами STEM-освіти

Імерсивні технології наразі найчастіше використовуються в галузі освіти. Їхнє застосування є ефективним у процесі біолого-екологічної освіти. Наприклад, раніше учні могли розглядати лише двомірне зображення живих організмів на аркуші паперу. За допомогою імерсійних технологій можна навести камеру смартфона зі спеціально розробленим додатком і, задіявши доповнену реальність (AR), побачити на екрані всю внутрішню будову живого організму, аж до рухомих складових. Переваги імерсивного навчання біології та екології полягають у наступному:

- наочне зображення внутрішніх органів (органоїдів) живого об'єкта або біологічного (екологічного) процесу;
- повне занурення в досліджуваний біологічний чи екологічний процес;
- учень зосереджується на живому організмі, що вивчається, або екологічному процесі, відключається від сторонніх подразників;
- використання віртуального способу вивчення певних тем гарантує безпеку, наприклад, проведення гострих дослідів, робота з препарувальними інструментами;
- підвищення результативності процесу навчання біології та екології учнів у порівнянні з класичним способом їхнього навчання [49, с. 57].

Метою застосування імерсивного інтерактивного контенту в процесі вивчення біології і екології в 10-х класах є підвищення мотивації, інтересу та залучення учнів до процесу пізнання, розвиток їхнього творчого потенціалу,

критичного мислення та емпатії, формування у них предметної компетентності та екологічної позиції.

Імерсивний інтерактивний контент – це такий вид контенту, який дозволяє користувачеві поринути у віртуальну чи доповнену реальність, активно взаємодіяти з нею та отримувати емоційний досвід від проживання біологічних подій та явищ. Імерсивний інтерактивний контент може бути представлений у різних форматах, таких як ігри, фільми, арт-проекти, освітні програми тощо [37].

На основі результатів аналізу наукової літератури з проблеми дослідження, вивчення досвіду професіоналів-практиків з реалізації змісту біологічної освіти ми визначили основні шляхи формування предметної компетентності учнів 10-х класів засобом імерсивних технологій: створення навчального імерсивного простору; застосування віртуальних лабораторій; активне використання 3-D моделювання; використання застосунків доповненої реальності на уроках біології і екології; застосування QR-кодування.

Найбільш поширеними програмними продуктами віртуальної реальності є:

- In Mind 2 – наукова віртуальна гра про хімію людських емоцій;
- Labster – забезпечує безпечне середовище для вивчення предметів STEM, пропонуючи більше 100 типів віртуальних лабораторій;
- History Maker VR – це інструмент створення вмісту віртуальної реальності;
- Space Labs – це універсальний простір, що пропонує сотні навчальних програм, які забезпечують реалістичні тривимірні враження [35].

Застосування імерсивних технологій є доцільним під час організації таких форм навчальної діяльності:

1. *Віртуальні практичні та лабораторні заняття.* Застосування імерсивних технологій у віртуальних практичних і лабораторних роботах забезпечує принцип доступності. Стає можливим проведення тематично

складних практичних занять. Імерсивні освітні технології забезпечують розгляд різноманітних об'єктів живої природи, наприклад, стає можливим побачити різні види бактеріальних клітин, модель ДНК, структуру білків тощо.

2. *Віртуальні екскурсії.* Імерсивні технології навчання забезпечують ефект максимальної реалістичності та достовірності об'єктів, що спостерігаються, живої природи. Віртуальні екскурсії ґрунтуються на реалістичному сприйнятті тривимірного простору, що відображається на екрані комп'ютера, смартфона, планшета, або відтворюються за допомогою шоломів віртуальної реальності. Віртуальні екскурсії найбільш складні для розробки у технічному аспекті.

Серед найпоширеніших VR-технологій, які можуть бути використані вчителем у процесі вивчення біології та екології в старшій (профільній) школі, є конструювання та застосування QR-кодів. Вона дозволяє організувати індивідуальну та групову роботу як на уроці, так і після нього. Учні можуть використовувати власні смартфони та планшети під час виконання різних практичних завдань.

Не менш важлива технологія реалізується іншим інструментом програмою HP Reveal. З його допомогою формуються аури зображень. При наведенні на них екрану смартфона відбувається демонстрація віртуальних об'єктів. Це відбувається за рахунок камери телефону, GPS, акселерометра та інших засобів ідентифікації предметів. Одна з найбільш відповідних тем курсу біології і екології в 10-х класах, де можуть бути використані імерсивні технології, – геном людини. Тут можна показати ефективність VR-засобів для створення різних моделей. Для позакласної роботи слід застосовувати оглядово-дослідницький підхід. Його суть полягає у підготовці творчих проєктів, присвячених створенню і використанню імерсивних технологій.

Важливим моментом, що дозволяє спрямувати розуміння теоретичного матеріалу таких природничих дисциплін, як біологія, екологія, в практичний вектор, є робота з віртуальними полігонами та цифровими лабораторними

комплексами. VR-полігони передбачають моделювання польових досліджень за допомогою інструментів віртуальної реальності (3D-моделювання і 3D-візуалізації), й подальшого їхнього реального здійснення в польових умовах за допомогою цифрових лабораторних комплексів.

Пропонована нами ідея віртуального полігону є інноваційною, оскільки, на відміну від віртуальних лабораторій, дозволяє учню проводити експеримент, використовуючи максимальну варіативність дій, моделювати умови «наукової випадковості», що дозволила зробити визначні наукові відкриття в минулому. Звідси й назва – полігон, що показує широту можливостей проведення експерименту учнями.

Ключовим аспектом є приладова база віртуального полігону, наявність заданих локацій. Сюди включено різні віртуальні експерименти, спостереження та демонстрації, передбачені під час вивчення розділу біології, присвяченої основам спадковості.

Відповідно до запропонованої нами моделі віртуального полігону досліди можуть проводитись у віртуальних лабораторіях, які включають необхідне обладнання (збільшувальні та аналітичні прилади, лабораторний посуд та обладнання, лабораторних тварин) та хімічні реактиви. Склад обладнання та реактивів, які отримують учні, визначається відповідно до проведеного експерименту.

Для візуалізації обладнання і процесів передбачається використання засобу 3D-графіки та анімації, а також цифрового відео. Крім цього, у разі потреби, передбачено можливість проведення необхідних вимірювань віртуальними вимірювальними приладами та зміна параметрів дослідів, що проводяться.

У ході кожної експериментальної роботи учень проводить спостереження, обробляє та узагальнює отримані результати проведених дослідів у «Лабораторному журналі». Передбачається виконання дослідів з різними параметрами та в різних локаціях (оранжерея, віварій, біохімічна

лабораторія, мікробіологічна лабораторія, лабораторія рентгеноструктурного аналізу, лабораторія електронної мікроскопії та ін.).

На всіх етапах виконання експерименту програмою здійснюється контроль за діями учнів та даються відповідні коментарі та рекомендації у вигляді тексту або реплік штучного інтелекту (образ якого вибирає учень з запропонованого переліку).

У додаткові інструменти також входить «Конструктор молекул-3D», який дозволяє учням самостійно моделювати молекули складних органічних речовин, хімічну природу ДНК, РНК із запропонованого набору атомів хімічних елементів. Це дає можливість учням глибше зрозуміти просторову будову молекул і на цій основі прогнозувати властивості речовин та особливості їхньої взаємодії. На основі «Конструктора молекул» виконується ряд віртуальних експериментів, що ґрунтуються на його можливостях візуалізувати тривимірні моделі молекул ДНК, РНК та ін.

У віртуальному полігоні, присвяченому «перевідкриттю» законів Г. Менделя на основі моделювання його дослідів, основною локацією є експериментальна теплиця для вирощування рослин зі штучним освітленням та всіма умовами вирощування експериментальних рослин упродовж року. Зі спеціального обладнання та біологічних об'єктів школярам надаються квіткові горщики з пагонами гороху, електронна таблиця для підрахунку та візуалізації дослідів з схрещування рослин гороху з парними ознаками.

У ході роботи на експериментальному полігоні школярі схрещують у віртуальній теплиці рослини гороху чистих ліній із парними ознаками, переглядають навчальну анімацію з одержання чистих ліній, заповнюють таблицю зі зведеними даними.

У віртуальному полігоні учні мають можливість перевірити, що відбувається із зеленим кольором насіння гороху. Здійснюючи віртуальні схрещування, простежують успадкування ознаки кольору насіння.

Потім «перевідкривають» закони Менделя (1 та 2), аналізуючи дані таблиці з результатами, отриманими Менделем. Завдання з таблицею можна виконувати як у віртуальному полігоні, так і поза його межами.

Для формулювання висновків щодо роботи з експериментальним полігоном учням дається можливість проаналізувати отриманий масив даних, спираючись на базове дослідницьке питання та допоміжні питання, які можуть бути сформульовані як учителем, так і електронним помічником (штучним інтелектом). Підсумком стає формулювання висновку.

Переходячи до аналізу структури та змісту віртуального полігону в рамках відкриття структури ДНК слід відзначити, що підхід до його побудови радикально відрізняється від поданого вище. Перевідкриття подвійної спіралі ДНК вимагає великого ступеня абстрактності та передбачає залучення сучасних засобів візуалізації, у формі 3D-візуалізації, а також застосування технологій віртуальної та доповненої реальності. Учні поетапно розкривають елементи будови ДНК і встановлюють її структуру, працюючи з конструктором LEGO, магнітною моделлю, з технологією доповненої реальності і, нарешті, у віртуальному полігоні.

Для підготовки до роботи у віртуальному полігоні школярам пропонується робота магнітним конструктором Вотсона-Кріка, з технологією доповненої реальності. У разі правильного складання комплементарних нуклеотидів за допомогою технології доповненої реальності візуалізується тривимірна модель одержаних нуклеотидів.

Для експерименту використовуються металеві кульки, пластинки з отворами, сталевий дріт, одинарні та подвійні металеві спіралі. Віртуальний рентгенівський апарат показує на екрані дифракційні ґрати. Система робить віртуальні фото, що показує дифракційні ґрати різних об'єктів, які повинні наштовхнути учнів на думку про подвійну спіраль ДНК.

Подальша робота у полігоні спрямована вивчення деталей будови нуклеотиду як структурної ланки ДНК. У полігоні учні перевіряють свої гіпотези про поєднання комплементарних нуклеотидів та про побудову

ланцюга ДНК. Потім, використовуючи отримані відомості та досвід у полігоні, збирають паперову модель ДНК. Наприкінці проводять у віртуальному полігоні складання дволанцюжкової ДНК, яка набуває спіральної структури.

Отже, імерсивний інтерактивний контент в освіті та навчанні біології і екології — це сучасна та перспективна технологія, яка дозволяє підвищити мотивацію, інтерес та залученість учнів до процесу пізнання, розвинути у них творчий потенціал, критичне мислення та емпатію, сформувати у них предметну компетентність та екологічну позицію.

Переваги імерсивних освітніх технологій полягають у:

- візуалізації, моделюванні біологічних об'єктів, їхньої трансформації;
- імітації взаємодії живих організмів один з одним і з навколишнім середовищем, участі у віртуальних біологічних (екологічних) процесах, навчальних ситуаціях або сюжетах, що відбуваються у віртуальному світі, що відображає біологію та екологію;
- адаптації цифрового контенту до можливостей учня у процесі його взаємодії з віртуальними об'єктами або за його участі у процесах чи сюжетах віртуальної реальності;
- поглибленому сприйнятті учнями характерних особливостей і відмінних рис об'єктів або процесів віртуальної реальності, що відображає об'єкти або процеси певної предметної області при їх багатоаспектному (багатоплановому) поданні;
- глибинній індивідуалізації процесу навчання в умовах надання учню можливості взаємодіяти з віртуальними об'єктами або брати участь у процесах, як реальних, так і віртуальних, певної предметної галузі;
- створенні умов для організації пізнавальної діяльності учня під час його взаємодії з об'єктами віртуального світу, що відображає певну предметну область [4].

Однак застосування імерсивного інтерактивного контенту в процесі вивчення біології і екології також має свої проблеми та складнощі, які

потребують аналізу та розв'язання. Для цього необхідно враховувати наукові, педагогічні та етичні стандарти, технологічні можливості, психологічні особливості та потреби учнів. Також необхідно розв'язати низку проблем, таких як:

- забезпечення доступності та якості імерсивного інтерактивного контенту для різних категорій та груп учнів;

- розробка методичних рекомендацій та стандартів для створення та використання імерсивного інтерактивного контенту в процесі вивчення біології і екології в профільній школі;

- підготовка та підвищення кваліфікації педагогів, здатних застосовувати імерсивний інтерактивний контент у своїй практиці;

- оцінка результатів та ефектів імерсивного інтерактивного контенту на освітні досягнення, особистісний розвиток та соціальну адаптацію учнів;

- інтеграція імерсивного інтерактивного контенту до освітніх стандартів, програм і планів, а також до системи оцінки та атестації учнів.

2.2. Дослідно-експериментальна робота з формування предметної компетентності учнів у процесі вивчення біології і екології

Метою дослідно-експериментальної роботи нашого дослідження є визначення ефективності виокремлених шляхів формування предметної компетентності здобувачів ЗСО у процесі опанування шкільного предмету «Біологія і екологія» в 10-х класах засобом імерсивних технологій. Для досягнення поставленої мети ми провели педагогічний експеримент, який складався з двох взаємопов'язаних етапів, як-от: констатувального і формувального.

Основними завданнями констатувального етапу педагогічного експерименту були:

- визначити критеріально-показникові дані рівнів сформованості предметної компетентності учнів 10-х класів у процесі опанування шкільного предмета «Біологія і екологія»;
- схарактеризувати рівні сформованості предметної компетентності з біології і екології учнів старшої (профільної) школи, взявши за основу визначені критерії і показники;
- послуговуючись діагностичним інструментарієм, провести дослідження з виявлення наявних рівнів сформованості означеної здатності в учнів 10-х класів;
- проаналізувати отримані дані та сформулювати висновки.

Констатувальний етап експерименту з визначення рівнів сформованості предметної компетентності учнів у процесі опанування біології і екології було поведено під час проходження педагогічної практики на робочому місці вчителя біології, основ здоров'я та природознавства у лютому місяці 2023 року. Експериментальна робота проводилась на базі Путивльського ліцею № 2 імені Г. Я. Базими. Вибірка респондентів на цьому етапі педагогічного експерименту становила 32 особи, з-поміж яких 18 учнів 10-А класу, 14 учнів 10-Б класу.

Чистоту експериментальної роботи забезпечили однакові й рівні умови учасників педагогічного експерименту, які знаходились в одному закладі ЗЗСО, вивчали предмет «Біологія і екологія» під керівництвом одного вчителя, який застосовував однакову організаційно-методичну базу для всіх учнів старшої школи та ін.

Для визначення критеріально-показникових даних рівнів сформованості предметної компетентності учнів 10-х класів у процесі опанування шкільного предмета «Біологія і екологія» ми звернулися до структурної організації досліджуваної здатності. Відповідно до кожного структурно-функціонального складника предметної компетентності здобувачів ЗСО, які визначені й детально проаналізовані нами (п. 1.2), ми вирізнили критерії і показники її сформованості. При цьому під критерієм ми

розуміємо «ознаку, на основі якої виставляється оцінка – фактичний запас знань з предмета, темп зростання засвоювання знань і сформованих умінь, легкість засвоєння матеріалу, мотивація діяльності і досягнуті результати, працездатність» [7].

Так, у межах когнітивного компоненту виокремили змістово-інформаційний критерій, у межах мотиваційного – аксіологічний, діяльнісно-поведінковий компонент схарактеризували технологічним критерієм.

Виокремлені критерії і показники кожного компонента предметної компетентності учнів 10-х класів у процесі вивчення біології і екології продемонстровано у табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Критерії та показники сформованості компонентів предметної компетентності (ПК) учнів

Компонент ПК	Критерії	Показники
Когнітивний	<i>Змістово-інформаційний</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ розуміння природничо-наукової картини світу; ✓ розуміння сутності основних біологічних і екологічних теорій, законів; ✓ обсяг і міцність біологічних і екологічних знань; ✓ уміння застосовувати інформаційно-біологічний знаннєвий ресурс для отримання нових знань; ✓ сформованість основних понять з біології і екології, ✓ уміння здійснювати аналіз і синтез інформації біологічного й екологічного змісту; ✓ здатність виявляти

		творчу діяльність пізнавального характеру стосовно пошуків способів розв'язання біологічних і екологічних проблем.
Мотиваційний	<i>Аксіологічний</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ рівень засвоєння учнями екологічно орієнтованих цінностей; ✓ дотримання морально-етичних принципів і норм; ✓ вироблення позитивної мотивації особистості до екологічно доцільної поведінки й діяльності у природі, непрагматичного характеру взаємодії з нею; ✓ переважаючі установки опанування змістом навчального предмету; ✓ оцінка значення розвитку вітчизняної біологічної науки, біологічних знань для суспільного розвитку; ✓ світоглядні орієнтири, якими керується особистість у самооцінюванні своєї поведінки.
Діяльнісно-поведінковий	<i>Технологічний</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ ступінь готовності до здійснення природоцільної діяльності; ✓ наявність досвіду розв'язання проблем природного довкілля; ✓ здатність популяризувати природобезпечні технології енергозбереження в побутовому житті;

		✓ планування і проведення біологічних досліджень; ✓ використання знань і набутого досвіду логічного мислення для успішного розв'язання навчальних життєвих проблем.
--	--	--

В сучасному освітньому середовищі важливим завданням є оцінка та характеристика рівнів сформованості предметної компетентності учнів з біології і екології. Це дозволяє не лише визначити ефективність навчання, але й визначити тенденції розвитку здобувачів у вивченні цієї науки. З огляду на це на основі визначених критеріїв і їхніх показників ми у контексті другого завдання констатувального експерименту виокремили рівні сформованості означеної здатності. У цьому науковому дослідженні ми розглядаємо чотири рівні сформованості предметної компетентності учнів 10-х класів: початковий, середній, достатній та високий.

У сучасному освітньому контексті важливо досліджувати та оцінювати рівні сформованості предметної компетентності учнів у галузі біології та екології. Це визначає не лише рівень їх знань, а й їх здатність застосовувати ці знання в різних контекстах. Даний науковий аналіз спрямований на вивчення чотирьох рівнів сформованості предметної компетентності: початкового, середнього, достатнього та високого.

Початковий рівень сформованості предметної компетентності визначається базовим засвоєнням учнями ключових понять з біології та екології. Учні на цьому етапі можуть визначати основні процеси в клітинах та розуміти базові закономірності екологічних взаємовідносин, але їхні знання ще не є систематизованими та не глибокими.

Середній рівень сформованості досліджуваної здатності свідчить про більш глибоке розуміння структури та функцій живих організмів, а також

взаємодії екосистем. Учні на цьому етапі можуть здійснювати аналіз складних біологічних понять, виявляти взаємозв'язки між ними та розуміти важливі проблеми в галузі біології і екології.

Достатній рівень сформованості предметної компетентності здобувачів ЗСО передбачає глибоке розуміння біологічних та екологічних концепцій, а також їх практичне застосування. Учні на цьому етапі можуть ефективно взаємодіяти з біологічними процесами, аналізувати вплив людини на природу та розвивати екологічну свідомість.

Високий рівень сформованості досліджуваної компетентності вказує на глибоке розуміння складних біологічних механізмів та високий рівень екологічної компетентності. Учні на цьому етапі можуть самостійно проводити наукові дослідження, вносити власний внесок у розвиток біології та екології.

Для виконання наступного завдання на констатувальному етапі педагогічного експерименту ми обрали діагностичний інструментарій, спрямований на визначення рівнів розвитку кожного компонента предметної компетентності учнів у процесі вивчення біології і екології.

Так, для оцінки сформованості когнітивного складника предметної компетентності ми послуговувалися критеріями якості знань:

- 1) правильність – відповідність сучасному рівню наукового знання;
- 2) системність – існування закономірних зв'язків між знаннями в межах конкретної галузі, які утворюють цілісну єдність;
- 3) конкретність – оптимальне поєднання абстрактно-логічних і чуттєво-практичних аспектів знань; когнітивні моделі є основою для їх використання на практиці;
- 4) міцність – ефективність використання знань у певних сферах діяльності, їхня стійкість у процесі зміни галузі діяльності;
- 5) обсяг – ступінь охоплення знаннями конкретної галузі, в якій вони є інструментом досягнення конкретних результатів;
- 6) гнучкість – можливість застосування в різних сферах діяльності [22].

Рівень сформованості когнітивного компоненту означеної здатності учнів 10-х класів ми діагностували засобом різних видів тестів:

1. *Тести закритого типу:*

– однозначний вибір (відповідь на одне питання): учень обирає одну правильну відповідь із запропонованих варіантів;

– багатоваріантний вибір (відповідь на одне питання): здобувач освіти обирає кілька правильних відповідей із списку варіантів.

2. *Тести відкритого типу:*

– есе (вільна відповідь): учень формулює відповідь у вигляді короткого або розгорнутого висловлення;

– комплексні завдання: вимагають від здобувача освіти використання знань для розв'язання складної проблеми або ситуації.

3. *Тести на послідовність:*

– встановлення послідовності (процесів, подій): учень визначає правильний порядок подій чи кроків;

– побудова послідовності (розв'язання завдання крок за кроком): здобувач самостійно створює послідовність етапів для розв'язання конкретного завдання.

4. *Тести на визначення відповідності:*

– встановлення відповідності між поняттями: учень пов'язує елементи з одного списку з елементами з іншого.

5. *Тести з однією та декількома правильними відповідями:*

– здобувач освіти вибирає одну або декілька правильних відповідей із списку варіантів.

6. *Тести на співвідношення:*

– учень визначає взаємозв'язок між різними елементами, поняттями або подіями [2, с. 4].

Тестові завдання для діагностування рівня сформованості когнітивного компонента предметної компетентності учнів 10-х класів представлені в додатку А.

Рівень сформованості мотиваційного компонента діагностували за допомогою анкети, яка містила завдання висловлювання учнями ставлень до опанованого матеріалу, оцінювання ними ситуації та/або висловлювання судження щодо неї (Додаток Б).

Рівень сформованості діяльнісно-поведінкового компонента предметної компетентності учнів 10-х класів ми визначали за допомогою практикоорієнтованих завдань: біологічних і екологічних задач, ситуаційних завдань (Додаток В).

У процесі вирішення того ж завдання на етапі констатувального педагогічного експерименту ми провели вимірювання рівнів сформованості предметної компетентності здобувачів ЗСО під час вивчення біології і екології, використовуючи спеціально розроблений діагностичний інструментарій.

Рівень сформованості когнітивного компонента визначали як продуктивність навчання. Ми адаптували методику І. Підласого до завдань нашого дослідження і визначили продуктивність вивчення біології і екології за формулою:

$$\text{ПН} = \text{Ф}/\text{П} * 100\%$$

де ПН – продуктивність навчання

Ф – фактичний обсяг засвоєних елементів знаннєвого і діяльнісного компонентів (знань/умінь/способів діяльності)

П – повний обсяг засвоєних елементів знаннєвого і діяльнісного компонентів (знань/умінь/способів діяльності), що підлягають засвоєнню.

Результати досліджень висвітлено на рисунку 2.1.

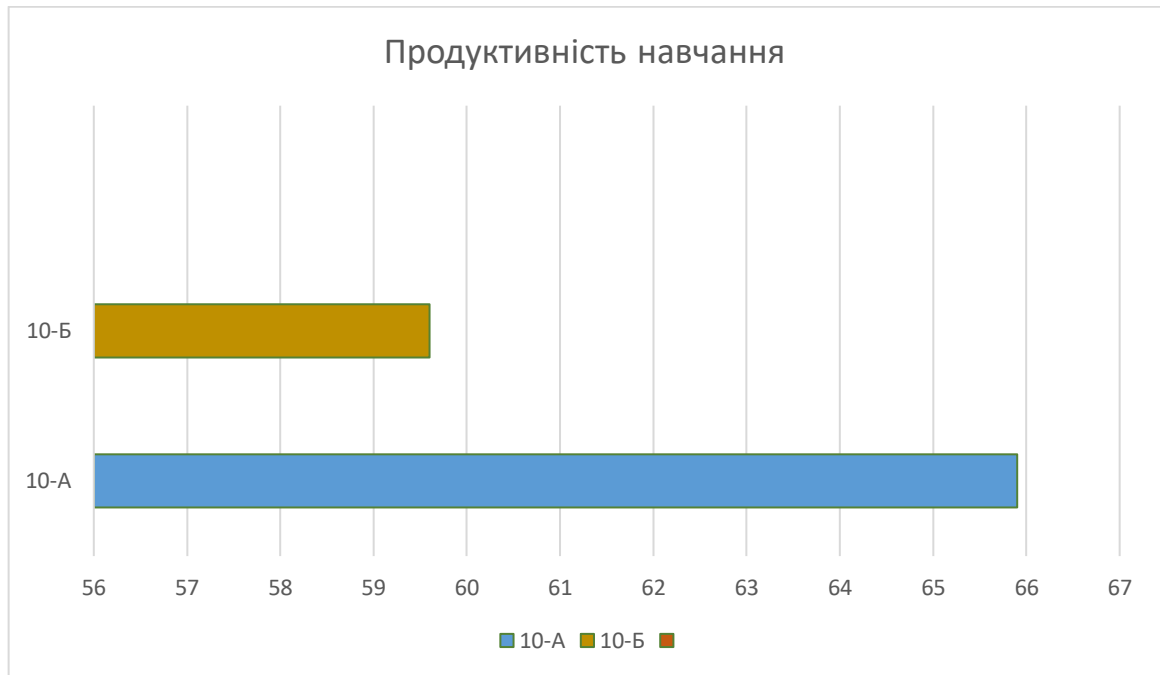


Рис. 2.1. Продуктивність навчання учнів 10-х класів з біології і екології (констатувальний експеримент)

Рівень сформованості мотиваційного компонента діагностували за допомогою анкети, яка містила завдання висловлювання учнями ставлень до опанованого матеріалу, оцінювання ними ситуації та/або висловлювання судження щодо неї. Результати якісного аналізу відповідей на запитання анкети переконливо свідчать, що більшість опитаних вмотивовані для вивчення біології і екології (64,5 %), ці знання входять у сферу їх ціннісних орієнтації (69,3 %), усвідомлюють важливість опанування предметною компетентністю для майбуття (57,4 %). Попри це, більшість десятикласників зазначило відсутність стійкого інтересу до глибокого вивчення цього предмета (52,3 %), відсутність домінантної установки щодо застосування цих знань у практичній діяльності (51,5 %). Водночас 43,6% здобувачів освіти відчували труднощі під час обґрунтування свого ставлення до проблем біології і екології і можливості власного внеску в їхнє розв'язання.

Рівні сформованості мотиваційного компонента предметної компетентності учнів з біології і екології відображено в табл. 2.2. і на рис. 2.2.

Таблиця 2.2

Рівні сформованості мотиваційного компонента предметної компетентності учнів 10-х класів у процесі вивчення біології і екології

Класи	Рівні сформованості предметної компетентності та число учнів (ЧУ)							
	Високий		Достатній		Середній		Початковий	
	ЧУ абс.	%	ЧУ абс.	%	ЧУ абс.	%	ЧУ абс.	%
10-А	3	16,67%	5	27,78%	6	33,33%	4	22,22%
10-Б	2	14,28%	3	21,43%	4	28,57%	5	35,71%

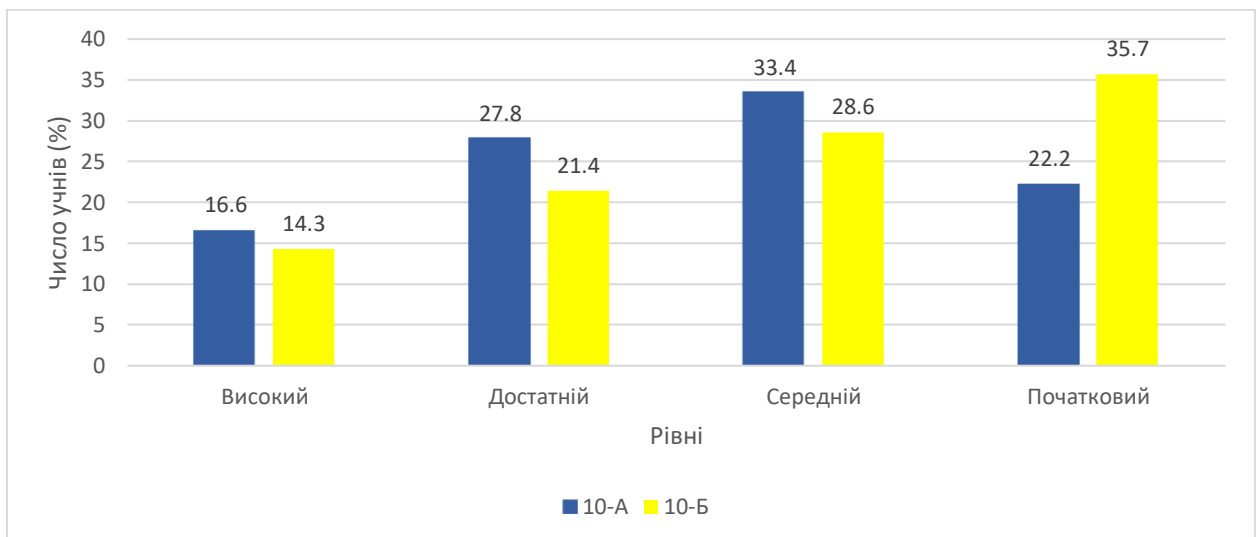


Рис. 2.2. Рівні сформованості мотиваційного компонента предметної компетентності учнів 10-х класів

Діяльнісно-поведінковий компонент предметної компетентності з біології і екології включає в себе набір навичок та умінь, що дозволяють учневі виявляти активність та самостійність у різноманітних ситуаціях. Цей компонент охоплює не лише знання, але й здатність використовувати ці знання для вирішення конкретних завдань та ситуацій, пов'язаних із вивченням біології і екології. До нього входить вміння аналізувати біологічні

явища, проводити дослідження, визначати взаємозв'язки між біологічними об'єктами, а також ефективно співпрацювати та комунікувати в групі для досягнення спільних цілей. Таким чином, діяльнісно-поведінковий компонент визначає практичний аспект компетентності учня в галузі біології і екології.

Рівні сформованості діяльнісно-поведінкового компонента предметної компетентності учнів з біології і екології продемонстровано у табл. 2.3. і на рис. 2.3.

Таблиця 2.3

Рівні сформованості діяльнісно-поведінкового компонента предметної компетентності учнів 10-х класів у процесі вивчення біології і екології

Класи	Рівні сформованості предметної компетентності та число учнів (ЧУ)							
	Високий		Достатній		Середній		Початковий	
	ЧУ абс.	%	ЧУ абс.	%	ЧУ абс.	%	ЧУ абс.	%
10-А	2	11,11%	3	16,67%	6	33,33%	7	38,89%
10-Б	1	7,14%	2	14,29%	5	35,71%	6	42,86%

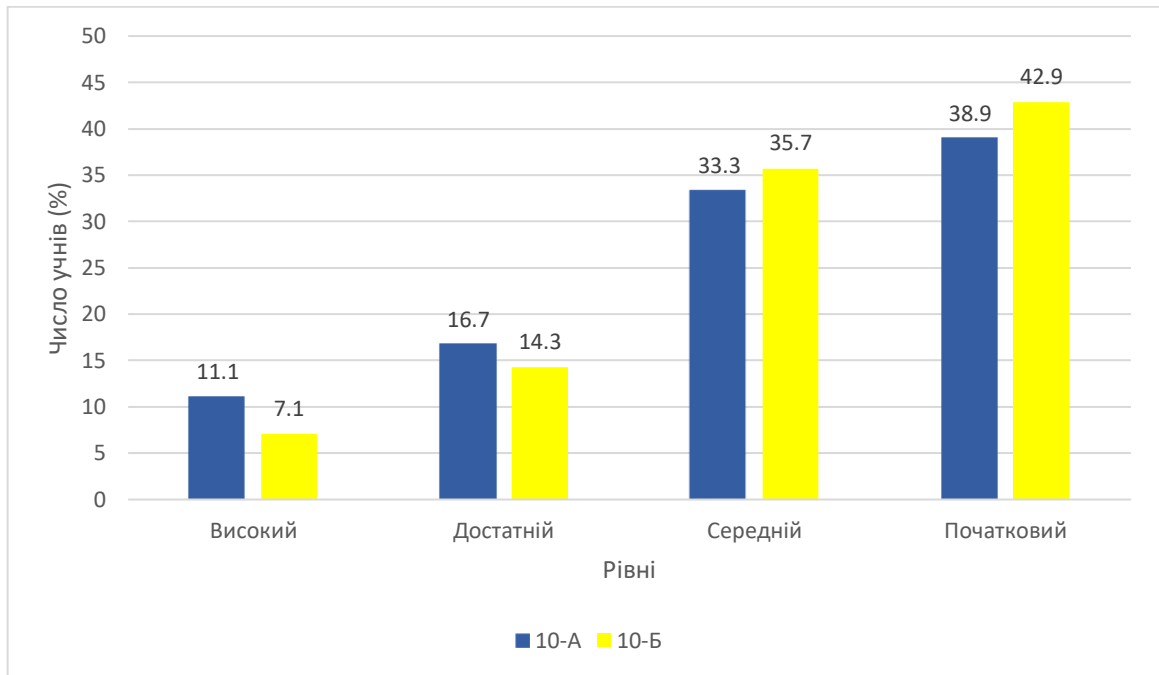


Рис. 2.3. Рівні сформованості діяльнісно-поведінкового компонента предметної компетентності учнів 10-х класів у процесі вивчення біології і екології (констатувальний експеримент)

Отже, результати діагностичних досліджень з визначення рівнів сформованості предметної компетентності в розрізі її компонентного складу переконливо свідчать про домінування середнього й початкового рівнів сформованості мотиваційного й діяльнісно-поведінкового складників означеної здатності в учнів 10-х класів у процесі опанування предметом «Біологія і екологія». Натомість учнів з достатнім і високим рівнями когнітивного компоненту предметної компетентності більше.

На основі зазначеного вище, робимо висновок про необхідність спрямування зусиль щодо формування насамперед діяльнісно-поведінкового й мотиваційного компонентів досліджуваної компетентності учнів старшої (профільної школи).

У процесі формувального етапу педагогічного експерименту нами були визначені основні шляхи формування предметної компетентності учнів старшої школи у процесі вивчення біології і екології засобом імерсивних технологій: створення навчального імерсивного простору; застосування

віртуальних лабораторій; активне використання 3-D моделювання; використання застосунків доповненої реальності на уроках біології і екології; застосування QR-кодування.

Формувальний експеримент здійснювався в старшій школі із залученням тих же класів, що брали участь в констатувальному експерименті. 10-А клас ми визначили як експериментальний, а 10-Б – контрольний. Імерсивні технології навчання у процесі опанування шкільного предмету «Біологія і екологія» активно застосовували в освітньому процесі експериментального (10-А класу). Навчання основам біології і екології в контрольному класі (10-Б) здійснювалося за традиційною системою (змішане навчання).

З метою формування предметної компетентності учнів експериментального класу на уроках біології і екології нами було використано застосунок доповненої реальності *ROQED Science*. Це комп'ютерна програма, яка перетворює звичайний клас у віртуальну лабораторію, де учні профільної школи можуть моделювати та проводити навчальні демонстрації з біології і екології.

Програмне забезпечення *ROQED Science* надає можливість створення та проведення освітніх демонстрацій для учнів старшої (профільної) школи. Вона включає моделі та анімації у галузях Біології, Фізики, Географії і Хімії. Крім того, програма містить освітні матеріали та анімації для додаткового навчання та стимулювання інтересу до науки, що дає учням можливість глибше вивчати біологію і екологію.

Віртуальний 3D симулятор лабораторних та практичних робіт з біології і екології надає можливість учням самостійно або під керівництвом вчителя систематично вивчати різноманітні природні явища та процеси в інтерактивному та захоплюючому форматі. Також учень може відповідати на завдання, які автоматично висилаються електронною поштою вчителю. Кожен експеримент супроводжується лабораторним описом, поетапними

інструкціями, калькулятором формул і таблицями для запису результатів досліджень.

Так, під час опанування теми «Спадковість і мінливість» учні експериментального 10-А класу на уроці *на етапі формування нових знань* працювали з 3-D моделями ДНК, РНК.

У режимі «пісочниця віртуального 3D-світу» здобувачі освіти аналізували, обертали та досліджували моделі гена з будь-якої точки огляду (рис. 2.4).

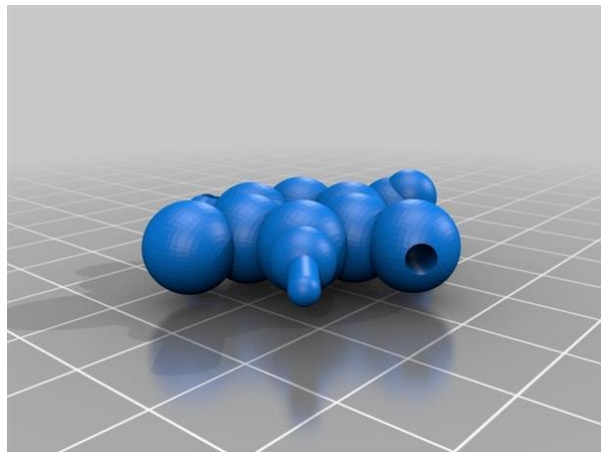
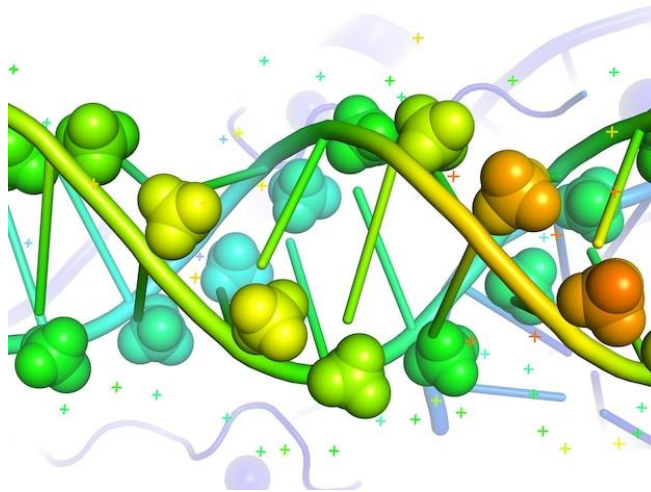
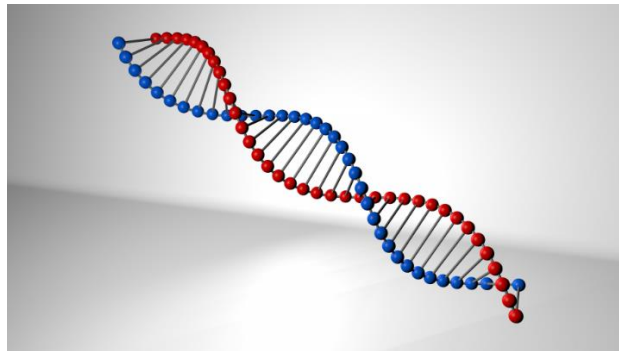
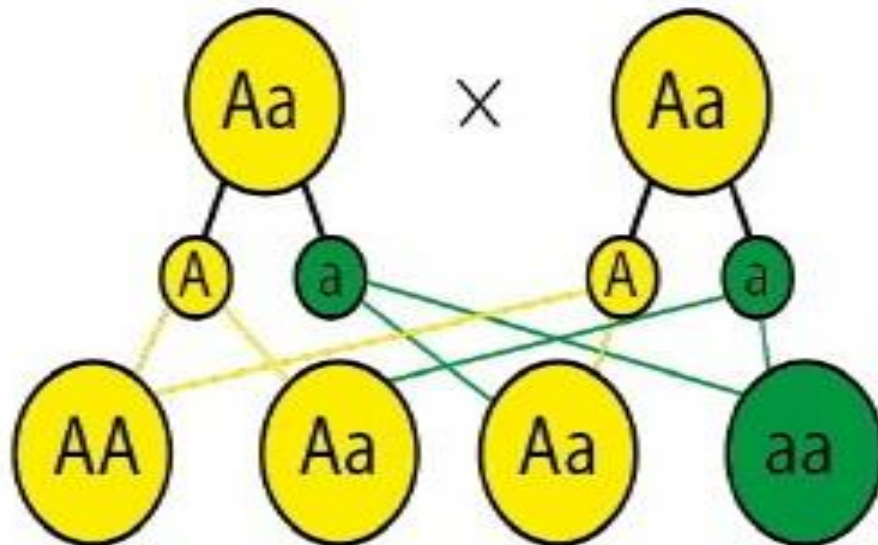




Рис. 2.4. 3-D моделювання у режимі «віртуальної пісочниці»

У процесі вивчення теми «Закономірності спадковості. I та II закони Менделя» учні *на етапі узагальнення та систематизації знань* створювали власні анімації з використанням моделей, що уможливило усвідомлення цих важливих законів біології (рис. 2.5).



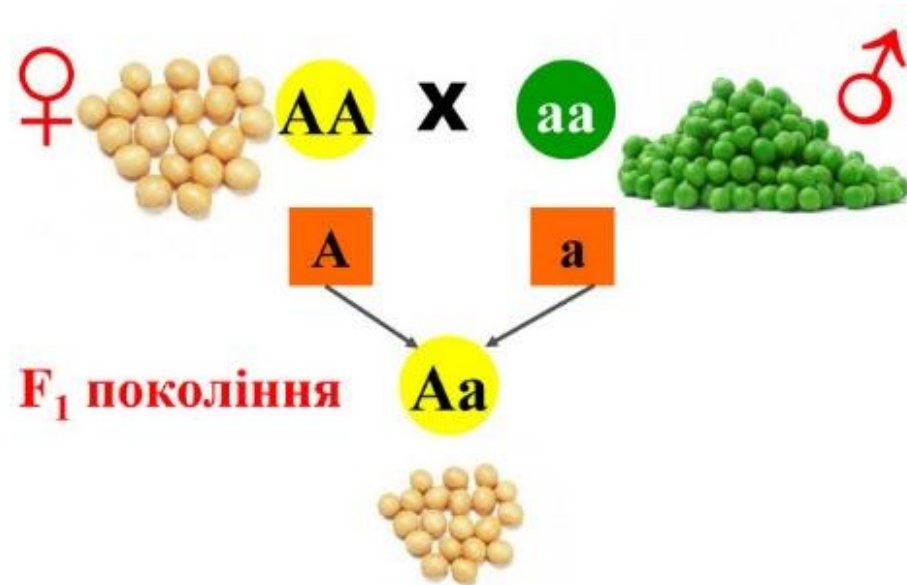


Рис. 2.5. Моделні 3-D анімації законів Менделя

Також ми використовували завдання по збірці моделі з підказками, на відповідність термінів і моделей, відтворення 3D-анімації з голосовим супроводом пояснень.

Після проведення формувального етапу, застосовуючи той же діагностичний інструментарій, що і на констатувальному етапі, ми відзначаємо суттєве підвищення показників рівнів сформованості мотиваційного і діяльнісно-поведінкового компонентів предметної компетентності учнів експериментального класу (рис. 2.6, 2.7).

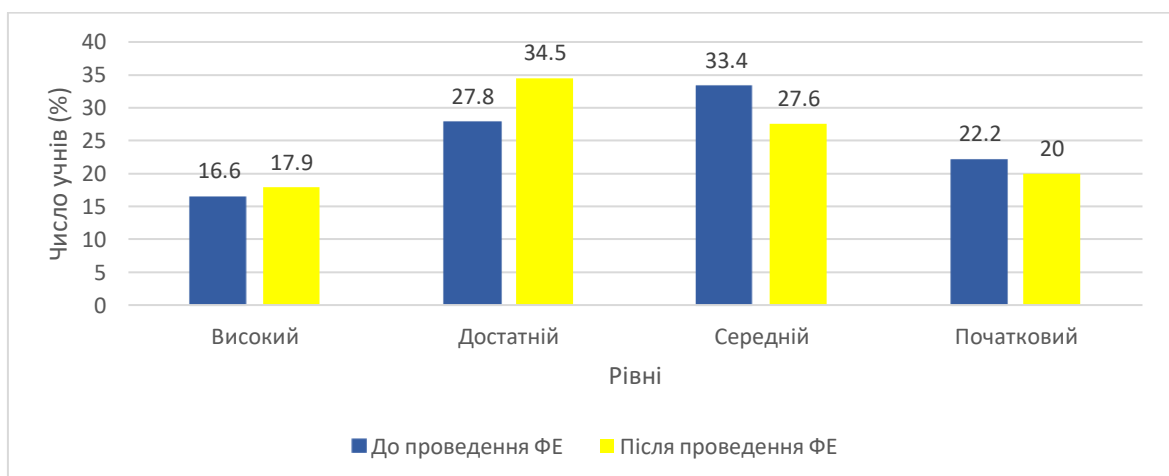


Рис. 2.6. Рівень сформованості мотиваційного компонента предметної компетентності учнів експериментального класу до та після проведення формувального експерименту.

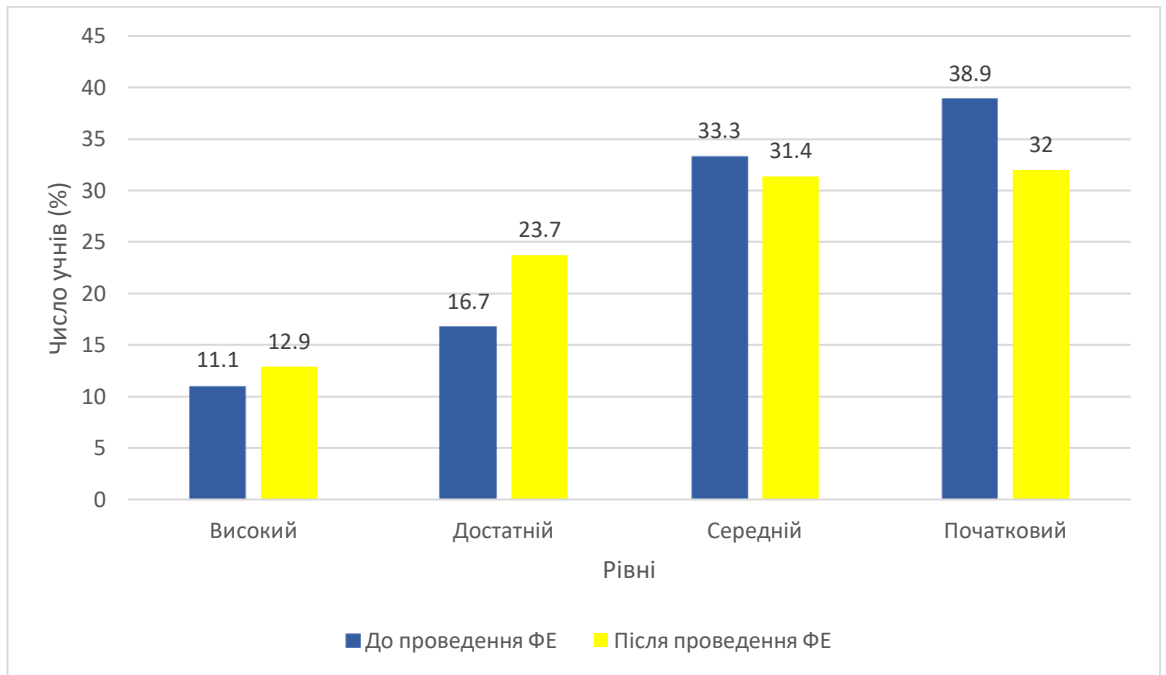


Рис. 2.7. Рівень сформованості діяльнісно-поведінкового компонента предметної компетентності учнів експериментального класу до та після проведення формувального експерименту.

Отже, в результаті проведення формувального експерименту можемо констатувати підвищення високого і достатнього рівнів сформованості предметної компетентності учнів експериментального класу і несуттєве зниження середнього і низького рівнів. Натомість зафіксовано сталі показники рівнів сформованості досліджуваної здатності учнів контрольного класу до та після проведення формувального експерименту. Статистичні дані, отримані в ході експерименту, переконливо свідчать про ефективність запропонованого підходу.

2.3. Методичні рекомендації щодо застосування імерсивних технологій у процесі формування предметної компетентності учнів 10-х класів

В сучасному освітньому контексті використання імерсивних технологій стає дедалі актуальнішим, оскільки ці технології дозволяють зробити

навчання більш ефективним, цікавим і доступним для учнів. Однак, для досягнення максимального педагогічного ефекту під час використання імерсивних технологій у процесі навчання учнів 10-х класів, необхідно враховувати ряд особливостей і розробити методичні підходи, спрямовані на ефективне формування їхньої предметної компетентності.

Результати проведеного дослідження, узагальнення досвіду професіоналів-практиків з проблеми дослідження, власні наукові пошуки дозволили розробити методичні рекомендації щодо застосування імерсивних технологій у процесі формування предметної компетентності учнів 10-х класів:

1. Обґрунтоване використання імерсивних технологій.

Перш за все, вчителі повинні обґрунтовано вибирати ті імерсивні технології, які найбільш ефективно відповідають освітнім цілям та змісту навчання. Важливо враховувати специфіку предмета, вимоги програми та рівень учнів.

2. Розвиток критичного мислення.

Використання імерсивних технологій має сприяти розвитку критичного мислення учнів. Вони повинні вміти аналізувати та оцінювати інформацію, отриману від застосування технологій, і використовувати ці знання для вирішення завдань.

3. Індивідуалізація навчання.

Однією з переваг імерсивних технологій є можливість індивідуалізації навчання. За допомогою персоналізованих сценаріїв і завдань, вчителі можуть створити унікальний навчальний досвід для кожного учня.

4. Залучення до активного навчання.

Використання імерсивних технологій повинно стимулювати активність учнів. Інтерактивні завдання, експерименти та віртуальні лабораторії роблять навчання цікавим та зрозумілим.

5. Контроль та оцінювання.

Важливо розробити ефективні методи контролю та оцінювання використання імерсивних технологій. Вчителі можуть створювати електронні тести, завдання або проєкти, які вимагають віртуального дослідження.

6. Створення колективного досвіду.

Імерсивні технології можуть бути використані для створення спільного віртуального досвіду для всього класу. Вчителі можуть організовувати віртуальні експедиції, об'єднуючи учнів у вивченні певних тем та об'єктів.

7. Використання розширеної реальності для практичних завдань.

Віртуальна реальність може допомагати учням виконувати складні практичні завдання, такі як робота з лабораторним обладнанням чи моделювання реальних природних явищ.

8. Застосування техніки гейміфікації.

Вчителі можуть використовувати елементи гейміфікації в імерсивних технологіях для створення конкурентного або колективного середовища, що сприяє більш активному вивченню.

9. Підготовка вчителів.

Важливим етапом є підготовка вчителів до ефективного використання імерсивних технологій. Спеціальні семінари та тренінги допоможуть педагогам засвоїти навички та стратегії для максимального використання цих інновацій в освітньому процесі.

Отже, загальний успіх впровадження імерсивних технологій в освітній процес для учнів 10-х класів залежить від глибокого розуміння педагогами їхнього потенціалу та вміння правильно впроваджувати їх в різноманітні аспекти навчання. Методичні рекомендації, враховуючи усі особливості, можуть служити надійним інструментом для педагогів, які прагнуть досягти оптимальних результатів у формуванні предметної компетентності учнів через використання імерсивних технологій.

Використання імерсивних технологій в 10-х класах може стати переломним моментом у підвищенні якості освіти. Методичні рекомендації, враховуючи новітні технології та потреби учнів, допоможуть вчителям

ефективно впроваджувати ці засоби в освітній процес, сприяючи формуванню предметної компетентності та розвитку ключових навичок учнів. Така взаємодія між педагогами, учнями та інноваційними технологіями стане кроком до успіху в освітньому середовищі XXI століття.

ВИСНОВКИ

У результаті роботи над магістерським дослідженням дійшли таких висновків:

1. Аналіз наукової літератури з проблеми дослідження дає підстави зробити висновок про те, що на сучасному етапі розроблені теоретичні й практичні засади формування предметної компетентності учнів у процесі вивчення біології і екології. Однак, проблема формування окресленої здатності засобами імерсивних технологій у здобувачів загальної середньої освіти не була предметом спеціального дослідження. На даному етапі потребують уточнення шляхи застосування імерсивних технологій навчання у процесі формування предметної компетентності учнів під час опанування біології і екології.

2. Предметна компетентність з біології і екології визначається здатністю особи розуміти, вивчати і застосовувати знання, навички та уміння, пов'язані із живою природою та взаємодією організмів у природному середовищі. Ця компетентність охоплює різні аспекти біології та екології, включаючи структуру та функції живих організмів, екосистеми, біологічні процеси, взаємодію людини з природою, а також проблеми та виклики, пов'язані з охороною природи та екологічною стійкістю. Загальна мета формування предметної компетентності з біології і екології полягає в тому, щоб виховати особистість, здатну розуміти, цінувати та ефективно управляти взаємодією людини з природою для забезпечення сталого розвитку та збереження біорізноманіття планети.

Предметна компетентність включає такі складники: логіко-змістову, пізнавальну, операційну, дослідницьку компетентність.

Предметна компетентність з біології і екології учнів включає ряд складників, що відображають різні аспекти розвитку їхніх знань, навичок та вмінь у цих науках. На основі результатів аналізу наукових джерел визначено

загальну структуру предметної компетентності, у яку включені такі компоненти: когнітивний, мотиваційний і діяльнісно-поведінковий.

3. У процесі дослідження ми виокремили критеріально-показникові характеристики рівнів сформованості предметної компетентності учнів 10-х класів у процесі вивчення біології і екології. Зазначені характеристики обґрунтували відповідно до компонентно-функціональної структури означеної компетентності, яка являє собою взаємозумовлений комплекс складників. Нами визначені та схарактеризовані рівні сформованості предметної компетентності учнів 10-х класів, як от: початковий, середній, достатній і високий.

Результати діагностичних досліджень на констатувальному етапі педагогічного експерименту з визначення рівнів сформованості предметної компетентності в розрізі її компонентного складу переконливо свідчать про домінування середнього й початкового рівнів сформованості мотиваційного й діяльнісно-поведінкового складників означеної здатності в учнів 10-х класів у процесі опанування предметом «Біологія і екологія». Натомість учнів з достатнім і високим рівнями когнітивного компоненту предметної компетентності більше.

4. У процесі формувального етапу педагогічного експерименту нами були визначені основні шляхи формування предметної компетентності учнів старшої школи у процесі вивчення біології і екології засобом імерсивних технологій: створення навчального імерсивного простору; застосування віртуальних лабораторій; активне використання 3-D моделювання; використання застосунків доповненої реальності на уроках біології і екології; застосування QR-кодів.

У результаті проведення формувального експерименту зафіксовано підвищення високого і достатнього рівнів сформованості предметної компетентності учнів експериментального класу і несуттєве зниження середнього і низького рівнів. Натомість зафіксовано сталі показники рівнів сформованості досліджуваної здатності учнів контрольного класу до та після

проведення формувального експерименту. Статистичні дані, отримані в ході експерименту, переконливо свідчать про ефективність запропонованого підходу.

5. Результати проведеного дослідження, узагальнення досвіду професіоналів-практиків з проблеми дослідження, власні наукові пошуки дозволили розробити методичні рекомендації щодо застосування імерсивних технологій навчання у процесі формування предметної компетентності учнів на уроках біології і екології: обґрунтоване використання імерсивних технологій, розвиток критичного мислення, індивідуалізація навчання, залучення до активного навчання. контроль та оцінювання, створення колективного досвіду, використання розширеної реальності для практичних завдань, застосування техніки гейміфікації, підготовка вчителів.

Перспективу подальших досліджень убачаємо в застосуванні віртуальних лабораторій на уроках біології і екології в 11 класах з метою підвищення рівнів сформованості предметної компетентності учнів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Боса В. П. Використання імерсивних методів навчання та кейс-методу в професійній підготовці філологів. *Інноваційна педагогіка*. 2020. Вип. 29. Т. 1.. С. 43–47.
2. Величко Л. Компетентнісний і ЗУНівський підходи в навчанні: порівняння ознак таблиці. *Біологія і хімія в рідній школі*. 2017. № 4. С. 2– 5.
3. Величко Л., Козленко О., Малієнко Ю. Синхронічна таблиця як засіб інтегрування знань з природничих предметів. *Український педагогічний журнал*. 2016. № 3. С. 260–264.
4. Волинець В. Використання технологій віртуальної реальності в освіті. *Неперервна професійна освіта: теорія і практика. Серія: Педагогічні науки*. 2021. № 2. С. 40–47.
5. Вороненко Т. І. Розвиток предметних компетентностей під час проведення міжпредметних навчальних мініпроектів на екскурсіях з хімії. *Актуальні питання підготовки майбутнього вчителя хімії: теорія і практика*. 2017. Вип. 3. С. 138–141.
6. Гавій В. М., Коваленко С. О., Приплавко С. О. Формування предметних компетентностей з біології у профільній школі. *Наукові записки НДУ ім. М. Гоголя. Серія: Психолого-педагогічні науки*. 2017. № 2. С. 70–76.
7. Генкал С. Організація продуктивного навчання як засобу формування біологічної компетентності учнів профільних класів. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. 2021. № 2 (106). С. 67–78.
8. Генкал С. Структура біологічної компетентності учнів профільних класів. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*, 2017, № 8 (72). С. 236-246.
9. Гриб'юк О. О. Дослідницьке навчання учнів предметів природничо-математичного циклу з використанням комп'ютерно орієнтованих методичних систем. Монографія. Київ: НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2019. 858 с.

10. Давидюк М., Пашенко О. Імерсивне освітнє середовище: принципи побудови і практики успішної реалізації. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. 2021. № 59. С. 98–105.
11. Державний стандарт базової середньої освіти. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/nova-ukrayinska-shkola/derzhavnij-standart-bazovoyi-serednoyi-osviti>
12. Димова І. Імерсивний підхід в системі університетської освіти. *Актуальні питання гуманітарних наук*. 2022. № 48(1). С. 289–293.
13. Дячковська Л. К. Формування ключових компетентностей учнів : методичний посібник. Миколаїв : Навчально-методичний центр професійно-технічної освіти у Миколаївській області, 2012. 160 с.
14. Задорожний К. М. Дослідницька та проектна діяльність під час вивчення біології. Харків : Видавнича група «Основа», 2008. 143 с.
15. Козленко О. Іграшка-трансформер як об'єкт для групової дослідницької роботи на уроці біології. *Біологія і хімія в рідній школі*. 2016. № 4. С. 47–48.
16. Козленко О., Діска К. Досвід використання блоків моделей у навчанні біології. *Біологія і хімія в рідній школі*. 2016. № 2. С. 29–32.
17. Колмакова В. О. Імерсивні технології як сучасна освітня стратегія підготовки майбутніх фахівців. *Українські студії в європейському контексті*. 2022. № 5. С. 177–182.
18. Компетентнісний підхід до навчання учнів на уроках біології та екології відповідно до вимог Нової української школи: методичні рекомендації / уклад. М.В. Кісільова; за ред. І.В. Удовиченко. Суми: НВВ КЗ СОШПО, 2021. 62 с.
19. Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи / за ред. О. В. Овчарук. Київ : К.І.С., 2004. 112 с.
20. Концепція реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» на період до 2029 року :

Розпорядження КМУ від 14.12.2016 р. № 988-р.

URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/988-2016-%D1%80#Text>

21. Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти): Розпорядження Кабінету Міністрів України від 5.09.2020 р. № 960-р.

URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#n8>

22. Коршевнік Т. В. Компонентний підхід до визначення змісту шкільної біологічної освіти. *Освітологічний дискурс*. Київ, 2016. № 1 (13).

URL: <http://od.kubg.edu.ua/index.php/journal/article/view/356/294>.

23. Коршевнік Т. Ситуаційні завдання в компетентісно орієнтованому навчанні біології. *Біологія і хімія в рідній школі*. 2019. № 1. С. 2–6.

24. Маркевич А. Формування предметних компетентностей на уроках біології через використання практично спрямованих завдань. URL: <http://navigator.rv.ua/wp-content/uploads/2019/02/A.Markevych.-Dosvid-roboty.pdf>

25. Матяш Н. Система завдань у підручниках з біології як засіб формування в учнів предметної компетентності. *Проблеми сучасного підручника*. 2016. Вип. 16. С. 123–126.

26. Матяш Н. Ю. Концептуальні основи до проектування змісту біологічної освіти в школі. *Біологія і хімія в рідній школі*. 2014. № 5. С. 34–37.

27. Матяш Н. Ю. Предметна біологічна компетентність: її прояв у результатах загальноосвітньої підготовки учнів основної школи. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: педагогіка*, 2016, № 3. С. 116-121.

28. Матяш Н. Ю., Коршевнік Т. В., Рибалко Л. М., Козленко О. Г. Навчання біології учнів основної школи : методичний посібник. Київ: КОНВІ ПРІНТ, 2019. 208 с.

29. Москаленко М. П., Вакал А. П., Міронєць Л. П. Практичні роботи фізіологічного спрямування як засіб реалізації предметних компетентностей

під час навчання біології у старшій школі на профільному рівні. *Актуальні питання природничо-математичної освіти*. 2017. №10. С. 23–27.

30. М'ясоїд Г. І., Юсипіва Т. І. Формування життєвих компетентностей у зв'язку із засвоєнням цілей сталого розвитку у процесі інтегрованого навчання у середній та вищій школах (на прикладі дисциплін «іноземна мова» та «біологія»). *Вісник Університету імені Альфреда Нобеля. Серія «Педагогіка і психологія»*. 2019. № 1 (17). С. 29–35.

31. Особливості використання імерсивних технологій (віртуальної і доповненої реальності) в медичній освіті та практиці / О.І. Ковальчук, М.П. Бондаренко, А.Г. Охрей, І.Ю. Прибитько, Є.М. Решетник. *Морфологія*. 2020. № 14 (3). С. 158–164.

32. Про вищу освіту : Закон України від 01.07.2014 р. № 1556-VII. Дата оновлення: 12.05.2022. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18#Text>

33. Про освіту : Закон України від 05.09.2017 р. № 2145-VIII. *Голос України*. 2017. 27 верес. (№ 178-179). С. 10–22.

34. Пустовіт Н. А., Пруцакова О. Л., Руденко Л. Д., Колонькова О. О. Формування екологічної компетентності школярів: наук.-метод. посіб. Київ : «Педагогічна думка», 2008. 64 с.

35. Решітник Ю., Ільніцька К. Використання платформи GO-LAB для організації дослідницько-орієнтованого навчання з фізики. *Проблеми підготовки сучасного вчителя*. 2022. № 1(25). С. 49–59.

36. Рибалко Л. М. Формування предметних компетентностей з біології в учнів 7 класу ЗНЗ. *Гуманітарний вісник Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка*. 2017. № 1. С. 23–31.

37. Рибалко Л. Упровадження інноваційних підходів до навчання – шлях модернізації змісту освіти. *Вісник Львівського університету. Серія педагогічна*. 2016. № 31. С. 3–10.

38. Родигіна І. Діяльнісний підхід до формування базових компетентностей учнів. *Біологія і хімія в школі*. 2005. № 1. С. 34–36.

39. Савченко О. Ключові компетентності – інноваційний результат шкільної освіти. *Рідна школа*. 2011. № 8–9. С. 4–8.
40. Слободяник О. В. Імерсивні технології у працях вітчизняних та зарубіжних науковців. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2021. Вип. 201. С. 120–124. URL: <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2021-1-201-120-124>
41. Тимчина В., Тимчина Н. Нові перспективи освітнього процесу: віртуальна та доповнена реальність. *New pedagogical thought*. 2020. Т. 101. № 1. С. 42–46.
42. Ткач Ю. VR-технології як метод і засіб навчання. *Освітологічний дискурс*. 2017. № 3-4(18-19). С. 309–322.
43. Топузов О. Теоретико-методичні засади особистісно-орієнтованого навчання предметів природничого циклу. *Рідна школа*. 2012. № 1-2. С. 13–16.
44. Шапран Ю., Довгопола Л., Супрунова М. Уплив методу проєктів на формування предметної компетентності з біології в учнів закладу загальної середньої освіти. *Актуальні питання гуманітарних наук*. 2021. Вип. 39. Т. 3. С. 274–281.
45. Шаров С. В. Інформатизація освіти як вектор розвитку сучасного суспільства. *Українські студії в європейському контексті*. 2021. №4. С. 181–187.
46. Школьна А. В. Сутність і структура предметної компетентності учнів 8-х класів у процесі вивчення біології. *Сучасний стан, проблеми та перспективи розвитку природничо-математичних наук та методик їх викладання* : матер. І Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. (м. Глухів, 20-21 жовт. 2022 р.). Глухів, 2022. С. 361–363. URL : <https://drive.google.com/file/d/1pw9lpG8LOSvmR04UQVPQIY0jDxLqRAfV/view>
47. Шмиголь М.Ф., Юшкевич Ю.С. Віртуальна реальність як феномен інформаційного суспільства: світоглядний аспект. *Гілея: науковий вісник*. 2019. Вип. 142(2). С. 212–215.

48. Юсипіва Т. І., Мінняйло М. О., М'ясоїд Г. І. Ефективність позашкільної освіти у формуванні предметних компетентностей з біології та здоров'я людини в учнів базової середньої школи. *Вісник університету імені Альфреда Нобеля. Серія «Педагогіка і психологія». Педагогічні науки.* 2021. № 1 (21). С. 110–116.

49. Яремчук Н., Назар С. Педагогічні умови формування віртуального освітнього простору закладу вищої освіти. *Молодь і ринок.* 2021. №7-8 (193-194). С. 54–61.

50. Mixed reality in education, entertainment, and training / С.Е. Hughes, С.В. Stapleton, D.Е. Hughes, Е.М. Smith. *IEEE Computer Graphics and Applications.* 2005. № 25 (6). P. 24–30.

51. PISA: природничо-наукова грамотність / уклад. Т. С. Вакуленко, С. В. Ломакович, В. М. Терещенко, С. А. Новікова. Київ : УЦОЯО, 2018. 119 с.

52. Soroko N. Using of Virtual Reality Tools for the Development of Steam Education in General Secondary Education. *Information Technology and Learning Tools.* 2020. № 6. Pp. 87–105.

Тестові завдання на визначення рівня сформованості когнітивного компонента предметної компетентності учнів 10-х класів з біології і екології

Тести закритого типу:

1. Як називається процес передачі генетичної інформації від батьків до нащадків?
 - а) Мітоз
 - б) Мейоз
 - в) Генетична мутація
 - г) Рекомбінація
2. Яка основна функція генів?
 - а) Визначення колірної палітри очей
 - б) Контроль над розміром вух
 - в) Визначення специфікації білків та інших молекул
 - г) Вплив на товщину волосся
3. Що являє собою генетичний код?
 - а) Послідовність амінокислот
 - б) Комплексність клітинного ядра
 - в) Інструкції для синтезу білків у формі послідовності нуклеотидів
 - г) Взаємодію генів між собою
4. Які хромосоми визначають стать у людини?
 - а) 1-й та 2-й пари
 - б) 21-а пара
 - в) 23-я пара
 - г) Усі відповіді правильні
5. Які генетичні хвороби пов'язані з відсутністю або неправильною роботою одного з генів Х-хромосоми?
 - а) Дауновий синдром
 - б) Муковісцидоз

в) Гемофілія

г) Трисомія

Тести відкритого типу:

1. Поясніть, як відбувається процес мітозу та в чому його основна відмінність від мейозу.
2. Розкрийте процес мейозу та визначте його роль у спадковості.
3. Розгляньте поняття генетичної мутації. Наведіть приклади різних видів мутацій та їхні впливи на організм.
4. Поясніть, як спадкові хвороби, такі як цистичний фіброз, успадковуються від батьків. Як може виглядати генотип здорового батька та матері, які є носіями або хворі на цю хворобу?
5. Поясніть, які чинники можуть сприяти або запобігти виникненню генетичних змін в людському організмі під час реплікації ДНК.

Тести на визначення послідовності:

1. Розставте етапи клітинного циклу в правильній послідовності:
 - а) Гаплофаза
 - б) Синтез ДНК
 - в) Метафаза
 - г) Анафаза
2. Розставте етапи мітозу в правильній послідовності:
 - а) Метафаза
 - б) Телофаза
 - в) Профаза
 - г) Анафаза
3. Поставте етапи розшифровки генетичної інформації в правильному порядку:
 - а) Транскрипція
 - б) Трансляція
 - в) Реплікація
 - г) Транспорт

4. Впорядкуйте етапи мейозу:

- а) Перша анафаза
- б) Профаза I
- в) Метафаза II
- г) Анафаза II

5. Поставте етапи розшифровки генетичної інформації в правильному порядку:

- а) Розпакування ДНК
- б) Трансляція
- в) Синтез РНК
- г) З'єднання нових ланцюжків

Тести на визначення відповідності:

1. Поєднайте генетичні хвороби з їхніми характеристиками:

- а) Дауновий синдром
- б) Гемофілія
- в) Кісткова дистрофія
- 1) Неправильна робота згортання клітинних білків
- 2) Надлишкова кількість хромосоми 21
- 3) Недостатність функції згортання крові

2. Поєднайте стадії клітинного циклу з їхніми описами:

- а) G1-фаза
- б) S-фаза
- в) M-фаза
- 1) Фаза активного росту та підготовки для поділу клітини
- 2) Фаза синтезу ДНК
- 3) Фаза мітозу або мейозу

3. Поєднайте генетичні поняття з їхніми визначеннями:

- а) Гомозигота
- б) Алель
- в) Гетерозигота

- 1) Одна з альтернативних форм гена, розташована на одному і тому ж хромосомі
 - 2) Організм з двома однаковими алелями для конкретного гена
 - 3) Організм, у якого два різні алелі гена розташовані на парі хромосом
4. Поєднайте етапи розшифровки генетичної інформації з їхніми описами:
- а) Транскрипція
 - б) Трансляція
 - в) Реплікація
- 1) Синтез білка на основі РНК-матриці
 - 2) Копіювання ДНК перед поділом клітини
 - 3) Синтез РНК на основі ДНК-матриці
5. Поєднайте хромосоми з їхніми видами:
- а) X-хромосома
 - б) Y-хромосома
- 1) Визначає стать у чоловіків
 - 2) Знаходиться у жіночому та чоловічому організмі

Тести з декількома правильними відповідями:

1. Оберіть правильні відомості про рецесивні та домінантні гени:
 - а) Рецесивні гени завжди виявляють свою дію
 - б) Домінантні гени можуть бути прихованими
 - в) Дитина отримує рецесивний ген тільки від матері
 - г) Домінантні гени виявляють свою дію, навіть якщо присутній тільки один екземпляр.
2. Які з нижче наведених хромосом визначають стать у людини? Оберіть всі правильні відповіді:
 - а) 1-й хромосомний набір
 - б) 21-а пара хромосом
 - в) 23-я пара хромосом
 - г) X-хромосома
 - д) Y-хромосома

3. Оберіть всі рецесивні генетичні хвороби з переліку нижче:

- а) Муковісцидоз
- б) Кісткова дистрофія
- в) Гемофілія
- г) Фенілкетонурія

4. Які з наведених характеристик є особливостями автономно-домінантної спадковості? Оберіть всі правильні відповіді:

- а) Хвороба може перейматися від хворого батька до здорової дитини.
- б) Жоден здоровий батько не може передавати ген своїй дитині.
- в) Хворий батько може мати здорову дитину з здоровою матір'ю.
- г) Здорова мати може мати хвору дитину з хворим батьком

5. Які з перерахованих нижче процесів відбуваються під час реплікації ДНК?

Оберіть всі правильні відповіді:

- а) Синтез нових ланцюжків ДНК
- б) Трансляція генетичної інформації
- в) Розпакування ДНК
- г) Трансляція генетичної інформації

Додаток Б

Анкета для визначення рівня сформованості мотиваційного компонента предметної компетентності учнів 10-х класів з біології і екології

1. Що для вас є найбільш важливим аспектом вивчення біології і екології? (оберіть один або декілька пунктів):

- а) Розуміння природних процесів
- б) Збереження природного середовища
- в) Здоров'я людей та тварин
- г) Дослідження генетичної спадковості
- д) Розвиток нових методів біотехнології
- е) Інше (вказіть)

2. Що вас найбільше зацікавлює в біології і екології? (оберіть один або декілька пунктів):

- а) Вивчення різноманітності життя
- б) Дослідження взаємодії організмів у природі
- в) Робота з технологіями в галузі біології
- г) Збереження біорізноманіття
- д) Розуміння еволюційних процесів
- е) Вирішення проблем екології та клімату
- є) Інше (вказіть)

3. Які конкретні цілі ви ставите перед собою, вивчаючи біологію і екологію? (Наприклад, кар'єрні амбіції, особистий розвиток і т. д.):

4. Які форми навчання у процесі вивчення біології і екології ви вважаєте найбільш зручними для себе?

- а) Урок
- б) Практичні заняття та лабораторні роботи
- в) Групові дискусії та проєкти
- г) Віддалене навчання (онлайн)
- д) Інше (вказіть)

5. Як ви вважаєте, які перспективи вивчення біології і екології можуть відкритися для вас в майбутньому?

- а) Кар'єра в дослідницькій галузі
- б) Робота в галузі охорони навколишнього середовища
- в) Викладацька діяльність
- г) Розвиток нових ліків і технологій
- д) Інше (вказіть)

6. Які можливості вивчення біології і екології ви б хотіли отримати в майбутньому?

- а) Участь у наукових дослідженнях
- б) Практика на природних об'єктах
- в) Здобуття спеціалізованої освіти
- г) Участь у проектах з охорони природи
- д) Інше (вказіть)

7. Як ви визначаєте успіх у вивченні біології і екології для себе?

- а) Високі навчальні досягнення
- б) Практичний внесок у сферу біології та екології
- в) Здатність застосовувати отримані знання в практиці
- г) Здобуття ступеня в цій галузі
- д) Інше (вказіть)

8. Які види практичної діяльності ви вважаєте корисними для поглиблення розуміння матеріалу?

- а) Експедиції та польові дослідження
- б) Участь у наукових конференціях та семінарах
- в) Проекти з охорони природи та екологічні ініціативи
- г) Робота в лабораторіях та дослідницьких центрах
- д) Інше (вказіть)

Додаток В

Задачі та ситуативні завдання для визначення рівня сформованості діяльнісно-поведінкового компонента предметної компетентності учнів 10-х класів з біології і екології

Задача 1: Рецесивний альбінізм

Уявімо, що альбінізм у людини є рецесивною спадковою рисою, а звичайний колір шкіри є домінантною рисою. Два батьки звичайного коліру шкіри, які мають одного альбінотичного родича, планують мати дитину.

- а) Які генотипи можуть мати обидва батьки?
- б) Яка ймовірність того, що їхня дитина буде альбінотичною?
- в) Яка ймовірність того, що їхня дитина буде носієм гену альбінізму?

Задача 2: Сімейний аналіз гемофілії

У сім'ї, де дідусь має гемофілію (спадковий рід геморагічного захворювання), виникло питання щодо можливості передачі цієї хвороби нащадкам. Син дідуся не має гемофілії, але його дружина є носієм хвороби.

- а) Які можливі генотипи у сина та його дружини?
- б) Яка ймовірність того, що їхній син буде хворобливим (гемофільним)?
- в) Яка ймовірність того, що їхня донька буде носієм гену гемофілії?

Задача 3: Сімейна анамнез історії хвороб

У родині двоє братів і сестри. Їхня мати страждає на хворобу Гюнтера (позначте її як G). Один із синів теж має цю хворобу, а інший — ні. Також, у сім'ї є брат, який є здоровим, і йому ніколи не було діагностовано хворобу Гюнтера.

- а) Позначте генотипи матері, двох синів і брата.
- б) Яким чином можна пояснити той факт, що один син хворий, інший ні, і брат також здоровий?
- в) Якщо здоровий брат утворить сім'ю з жінкою, яка також є носієм хвороби Гюнтера, яка ймовірність того, що їхній наступний син буде хворий?

Задача 4: Генетика косих вії

У сім'ї обидва батьки мають косі вії, але один з їхніх дітей має прямі вії. Відомо, що косі вії є домінантною рисою (K), а прямі вії — рецесивною (k).

- а) Які можливі генотипи у батьків?
- б) Яким чином можна пояснити народження дитини з прямими віями в таких батьків?
- в) Яка ймовірність того, що наступна дитина також матиме косі вії?

**Застосування імерсивних технологій навчання на різних етапах уроку
(фрагменти уроків з біології і екології (10-й клас))**

Тема уроку: Еволюція та її вплив на різноманіття життя.

Мета уроку: ознайомити учнів із загальними принципами еволюції; розглянути механізми природного відбору та адаптації видів; продемонструвати вплив еволюції на різноманіття живих організмів; застосувати імерсивні технології для покращення розуміння концепцій.

Хід уроку

1. Введення (10 хв)

- Привітання та перевірка готовності до уроку.
- Актуалізація знань: коротке повторення попереднього матеріалу про класифікацію видів.

2. Теоретична частина (15 хв)

- Пояснення основних понять еволюції та природного відбору.
- Застосування інтерактивної дошки або віртуальних слайдів для ілюстрації ключових моментів.

3. Імерсивні технології (20 хв)

- Віртуальна екскурсія: використання віртуальної реальності для поглиблення в еволюційні процеси та спостереження за змінами у природі.
- Взаємодія з 3D-моделями еволюційних процесів.

4. Практична частина (20 хв)

- Групова робота: учні отримують завдання на створення імітації екосистеми та моделювання її еволюційного розвитку.
- Використання планшетів або комп'ютерів для виконання завдань та обговорення результатів.

5. Обговорення (15 хв)

- Аналіз створених моделей та обговорення впливу еволюції на різноманіття життя.

- Закріплення знань та висновки.

6. Підсумок та домашнє завдання (10 хв)

- Завдання для самостійного вивчення: дослідження та підготовка короткого звіту про важливі етапи еволюційних відомостей на прикладі конкретного виду.

Тема уроку: Цикли розвитку живих організмів.

Мета уроку: розглянути основні типи циклів розвитку живих організмів; вивчити фактори, що впливають на розвиток організмів; використати віртуальну реальність для імітації циклів розвитку.

Хід уроку

1. Введення (10 хв)

- Привітання та коротке повторення попереднього матеріалу про різноманіття життя.

- Постановка проблемного питання: «Які типи циклів розвитку ви знаєте?»

2. Теоретична частина (15 хв)

- Пояснення основних термінів і понять, пов'язаних з циклами розвитку.

- Використання інтерактивних слайдів для ілюстрації різних типів циклів.

3. Імерсивні технології (20 хв)

- Віртуальна лабораторія: учні отримують можливість вивчати цикли розвитку через віртуальну реальність, спостерігаючи за процесами від яйця до дорослого стадію життя.

- Взаємодія з віртуальними 3D-моделями розвитку конкретних організмів.

4. Практична частина (20 хв)

- Робота з віртуальними завданнями: учні розв'язують інтерактивні завдання, пов'язані з циклами розвитку, застосовуючи віртуальні інструменти.

- Груповий проєкт: створення віртуальної презентації про цикли розвитку певного виду.

5. Обговорення (15 хв)

- Обмін враженнями від використання віртуальної реальності.
- Обговорення висновків та порівняння реальних та віртуальних спостережень.

6. **Підсумок та домашнє завдання (10 хв)**

- Резюме уроку та висновки.
- Завдання для самостійного дослідження: знайти приклад циклу розвитку, який не був розглянутий на уроці, і підготувати коротку презентацію.

Тема уроку: Вплив змін клімату на екосистеми та розподіл видів.

Мета уроку: розглянути основні аспекти змін клімату та їх вплив на природні екосистеми; вивчити розподіл видів та адаптації організмів до нових умов; використати віртуальну реальність для інтерактивного вивчення екосистем.

Хід уроку

1. Введення (10 хв)

- Привітання та аналіз актуальності теми уроку.
- Коротке повторення попереднього матеріалу про зміни клімату.

2. Теоретична частина (15 хв)

- Пояснення основних термінів та концепцій, пов'язаних із змінами клімату та впливом на екосистеми.
- Використання інтерактивних зображень та графіків для наочного представлення даних.

3. Імерсивні технології (20 хв)

- Віртуальна експедиція: учні мають можливість вивчати екосистеми під впливом різних кліматичних умов за допомогою віртуальної реальності.
- Взаємодія з віртуальними 3D-моделями організмів та їх адаптацією до змін.

4. Практична частина (20 хв)

- Груповий проєкт: учні працюють над проєктом, в якому досліджують вплив змін клімату на конкретну екосистему та розподіл видів у цій області.
- Віртуальний дослід: учні вирішують завдання, пов'язані із змінами клімату, застосовуючи віртуальні інструменти.

5. Обговорення (15 хв)

- Обмін думками та враженнями від використання імерсивних технологій.
- Групова дискусія про можливі шляхи зменшення впливу людей на клімат.

6. Підсумок та домашнє завдання (10 хв)

- Резюме уроку та визначення основних ідей.
- Завдання для домашньої роботи: підготовка короткого есе на тему "Моя роль у збереженні екосистем при змінах клімату".

****Застосування імерсивних технологій на уроці біології і екології: План-конспект уроку****

Тема уроку: Мутації та їхні властивості

Мета уроку: розглянути основні аспекти мутацій та їх вплив на організми; застосувати віртуальну реальність для інтерактивного вивчення мутацій та їхніх властивостей; з'ясувати значення мутацій у процесі еволюції.

Хід уроку

1. Введення (10 хв)

- Повторення базових понять про генетику та роль генів у спадковості.
- Запитання: «Що ви знаєте про мутації?»

2. Теоретична частина (15 хв)

- Коротке викладення теорії мутацій: типи мутацій, їх класифікація.
- Розгляд властивостей мутацій та їхній вплив на організми.

3. Імерсивні технології (20 хв)

- Віртуальна реальність: учні користуються віртуальними окулярами для спостереження за мутаціями на генетичному рівні.

- Використання аугментованої реальності для демонстрації наслідків мутацій у живих організмах.

4. Практична частина (20 хв)

- Лабораторний експеримент: учні проводять дослідження впливу мутацій на генетичний код.

- Віртуальне дослідження: застосування віртуальних інструментів для вивчення мутацій у різних організмах.

5. Обговорення (15 хв)

- Групова дискусія: «Як мутації можуть впливати на еволюцію виду?»

- Висловлення особистих вражень та висновків від імерсивного дослідження.

6. **Підсумок та домашнє завдання (10 хв)**

- Систематизація отриманих знань: коротке підсумкове викладення теми.

- Завдання для домашньої роботи: написання короткого есе на тему «Роль мутацій у біологічній еволюції».

Тема уроку: Особливості генофонду людських спільнот

Мета уроку: розглянути основні аспекти генофонду людей та його вплив на екологію та еволюцію; використати імерсивні технології для вивчення генофонду та його змін відповідно до умов середовища; з'ясувати взаємозв'язок між генофондом і екологією спільнот.

Хід уроку

1. Введення (10 хв)

- Повторення понять генофонду та його значення для людських спільнот.

- Запитання: «Які чинники впливають на генофонд людських спільнот?»

2. Теоретична частина (15 хв)

- Визначення та класифікація генофонду.

- Розгляд взаємозв'язку генофонду та екології.

3. Імерсивні технології (20 хв)

- Використання віртуальної реальності: учні мають можливість вивчити структуру генофонду та спостерігати за його змінами в мінливих екологічних умовах.

- Аугментована реальність: демонстрація змін генофонду у вигляді анімацій та інтерактивних елементів.

4. Практична частина (20 хв)

- Лабораторний експеримент: учні досліджують вплив зовнішніх факторів на генофонд на прикладі певної спільноти.

- Віртуальний експеримент: вивчення змін у генофонді в залежності від впливу різних екологічних факторів.

5. Обговорення (15 хв)

- Групова дискусія: «Як зміни генофонду можуть впливати на життя спільноти та її екосистему?»

- Обговорення імерсивних вражень та висновків.

6. Підсумок та домашнє завдання (10 хв)

- Підбиття підсумків уроку: коротке викладення основних ідей.

- Завдання для домашньої роботи: написання короткого есе на тему «Генофонд та екологія: взаємозв'язок та вплив на еволюцію».