

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

Кафедра теорії і методики викладання природничих дисциплін

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

**Тема: Формування предметної компетентності учнів 8 класу на
уроках біології з елементами STEM-освіти**

Виконала:

Школьна Анна Віталіївна
спеціальність 014 Середня освіта
освітня програма «Середня освіта
(Біологія та здоров'я людини
та природознавство)»

Науковий керівник:

кандидат педагогічних наук,
старший викладач
Самілик Валентина Іванівна

Допущено до захисту

«__»_____ 2022 р.

Завідувач кафедри

(підпис)

(ініціали, прізвище)

Дата захисту «__»_____ 2022 р.

Оцінка _____

Підписи членів комісії:

Глухів 2022 р.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ПРЕДМЕТНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ В ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ.....	8
1.1. Проблема формування предметної компетентності учнів на уроках біології в науковій літературі.....	8
1.2. Сутність поняття «предметна компетентність», її структура.....	14
1.3. STEM-освіта як засіб формування предметної компетентності учнів 8 класу на уроках біології.....	22
РОЗДІЛ 2. ПРАКТИЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ПРЕДМЕТНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ЗДОБУВАЧІВ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ.....	32
2.1. Визначення рівня сформованості предметної компетентності учнів 8-х класів у процесі вивчення біології	32
2.2. Шляхи формування предметної компетентності здобувачів ЗСО на уроках біології з елементами STEM-освіти.....	41
2.3. Методичні рекомендації щодо застосування елементів STEM-освіти у процесі формування предметної компетентності учнів на уроках біології.....	52
ВИСНОВКИ.....	55
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	58
ДОДАТКИ.....	64

ВСТУП

На сучасному етапі компетентнісний підхід є пріоритетним на шляху модернізації загальної середньої освіти. Компетентність учня спирається на предметні знання, навички, уміння, досвід практичної діяльності й застосовується для оцінки ефективності освітнього процесу, якості навчання і рівня підготовленості випускника школи.

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.

Здійснення компетентнісного підходу в біологічній освіті забезпечує: позитивне емоційно-ціннісне ставлення до навчання, формування в учнів теоретичної бази знань з основ різних галузей біологічної науки, умінь і навичок їх використання у своїй діяльності, забезпечує активне використання навчальних досягнень у нових ситуаціях, сприяє самореалізації та самовизначенню учнів. Отже, компетентність особистості проявляється у процесі пізнавальної діяльності й визначається за її результатами [11, с. 236].

Сучасне покоління підлітків («зумерів») потребує інноваційних підходів до організації освітнього процесу. Вони здатні використовувати інформацію одночасно з декількох екранних пристроїв, застосовувати різноманітні технології в повсякденному житті, їм складно тривалий час утримувати увагу на процесах, що не зацікавлюють та не мотивують до дій. Саме тому впровадження STEM-освіти вважаємо актуальним явищем у шкільному просторі. Нормативно-правовою базою в нашій країні для цього стали Закони України «Про освіту», «Про повну загальну середню освіту», Концепція реалізації державної політики у сфері реформування загальної

середньої освіти «Нова українська школа» на період до 2029 р. та ін. Так, у Концепції розвитку природничо-математичної освіти зазначено, що STEM-освіта повинна стати одним з пріоритетів розвитку сфери освіти, складовою частиною державної політики з підвищення рівня конкурентоспроможності національної економіки та розвитку людського капіталу, одним з основних факторів інноваційної діяльності у сфері освіти, що відповідає запитам економіки та потребам суспільства [24].

Абревіатура «STEM» (S – science, T – technology, E – engineering, M – mathematics) уперше була запропонована американським бактеріологом Р. Колвелом, а з 2011 р., завдяки ініціативі Дж. Рамалі, набула популярності [1]. Під STEM-освітою розуміють комплексний міждисциплінарний підхід, який поєднує в собі природничі науки з технологіями, інженерією і математикою з проєкцією на життя, де всі предмети взаємопов'язані й інтегровані в єдине ціле, що сприяє кращій соціалізації особистості [24]. Вона орієнтована на формування таких важливих компетентностей, як: когнітивні навички, навички оброблення інформації, інтерпретації та аналізу даних, інженерного мислення, науково-дослідницькі навички, алгоритмічне мислення та цифрова грамотність, креативні якості та інноваційність, технологічні навички, навички комунікації. Вважаємо перспективним використання елементів STEM-освіти на уроках біології у 8 класі. Цей курс передбачає вивчення особливостей організму людини. Збереження здоров'я молодого покоління можливе за умови розуміння будови свого тіла, специфіки перебігу фізіологічних процесів. На уроках учні можуть створювати моделі органів та їхніх систем, для цього необхідно детально вивчити їхню будову та функції, уміти обраховувати всі параметри, узагальнювати дані.

Результати аналізу наукової літератури з проблеми дослідження, вивчення стану формування предметних компетентностей здобувачів закладів загальної середньої освіти України дозволили виокремити низку суперечностей, а саме між:

- визначеним у нормативно-правових документах компетентнісним підходом і станом його реалізації в освітньому процесі ЗЗСО;
- необхідністю формувати предметну компетентність з біології в учнів і недостатнім навчально-методичним забезпеченням цього процесу в ЗЗСО;
- необхідністю упровадження STEM-освіти у процес формування біологічної компетентності і неготовністю вчителів здійснювати методичний супровід цього процесу.

З огляду на актуальність проблеми і її недостатнє розроблення й визначено тему магістерської роботи: «Формування предметної компетентності учнів 8 класу на уроках біології з елементами STEM- освіти».

Мета дослідження: обґрунтувати шляхи формування предметної компетентності учнів 8-х класів з упровадженням елементів STEM-освіти.

Об'єкт дослідження: процес формування предметної компетентності учнів 8-х класів під час вивчення біології.

Предмет дослідження: елементи STEM-освіти як засіб формування предметної компетентності учнів у процесі вивчення біології.

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

- 1) проаналізувати стан дослідження проблеми формування предметної компетентності учнів у науковій літературі;
- 2) з'ясувати сутність і структуру предметної компетентності здобувачів базової середньої освіти у процесі вивчення біології;
- 3) визначити критерії та рівні сформованості предметної (біологічної) компетентності учнів, провести відповідну діагностику;
- 4) визначити та обґрунтувати шляхи формування предметної компетентності учнів 8-х класів з упровадженням елементів STEM-освіти;
- 5) розробити методичні рекомендації щодо застосування елементів STEM-освіти у процесі навчання біології учнів 8-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 сутності поняття «предметна компетентність учнів», рівнів сформованості означеної компетентності в учнів 8-х класів, обґрунтуванні шляхів застосування елементів STEM-освіти у процесі вивчення біології з метою формування предметної компетентності учнів.

Практичне значення полягає в розробці комплексу навчальних занять з біології з елементами STEM-освіти, які спрямовані на підвищення рівня предметної компетентності учнів 8-х класів. Матеріали магістерської роботи можуть бути використані вчителями закладів загальної середньої освіти у процесі вивчення біології, основ здоров'я, 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 – 85 сторінок. Основний зміст викладено на 57 сторінках. Робота містить 6 таблиць, 12 рисунків. Список використаних джерел становить 55 найменувань.

Апробація результатів магістерської роботи відбулась на конференціях:

– IV Всеукраїнській студентській науково-практичній інтернет-конференції «Студентський науковий вимір проблем природничо-математичної освіти в контексті інтеграції України до єдиного європейського і світового освітнього простору» (м. Глухів, 25 травня 2022 р.);

– І Всеукраїнській науково-практичній інтернет-конференції «Сучасний стан, проблеми та перспективи розвитку природничо-математичних наук та методик їх викладання» (м. Глухів, 20-21 жовтня 2022 р.).

Публікації:

1. Школьна А. В. Використання елементів STEM-освіти на уроках біології у 8 класі. *Студентський науковий вимір проблем природничо-математичної освіти в контексті інтеграції України до єдиного європейського і світового освітнього простору*: зб. наук. праць ІV Всеукр. студ. наук.-практ. інтернет-конф. (м. Глухів, 25 травн. 2022 р.). Глухів, 2022. С. 117–118.

2. 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>

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ПРЕДМЕТНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ У ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

1.1. Проблема формування предметної компетентності учнів на уроках біології в науковій літературі

У сучасних умовах відбуваються глобальні зміни освітньої парадигми у зв'язку з переходом до компетентнісного навчання, яке уможливорює розвиток здатності учасників освітнього процесу швидко реагувати на запити часу. Компетентнісний потенціал освітнього простору змінює вектор, переорієнтовує стандартну модель навчання з отримання знань на їхнє активне застосування в стандартних і нестандартних ситуаціях. Суб'єкт-суб'єктна взаємодія вчителів і здобувачів загальної середньої освіти здійснюється активно, творчо, із застосуванням інноваційних технологій навчання у процесі формування і розвитку компетентнісного поля учнів.

Поняття «компетентність» набуло широкого застосування у вітчизняній освітній системі з огляду на перехід України до єдиного європейського і світового освітнього простору. Основні особливості цього поняття визначені в нормативно-правових освітніх документах.

Так, 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» [41].

Закон України «Про вищу освіту» потрактовує 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» [40].

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» [14].

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» [23].

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» [46, с. 5].

З-поміж ключових, загальногалузевих компетентностей виокремлюють ще й предметні, які стосуються певного конкретного навчального предмету. Предметні компетентності знаходяться у полі зору багатьох 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. Коршевнік, 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» [9, 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 [10, 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» [22, с. 51].

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» [54, с. 114].

Уплив методу проєктів на формування предметної (біологічної) компетентності у здобувачів загальної середньої освіти розглядають Ю. Шапран, Л. Довгопола, М. Супрунова. Вони зазначають, що проєктна технологія є однією з базових інтерактивних освітніх технологій, у процесі реалізації якої формуються та розвиваються такі ключові компетентності:

інноваційні, інформаційно-комунікативні, особистісно-креативні, дослідницькі, організаційні, вміння працювати в групах тощо. Значний потенціал проєктної технології дослідники вбачають у розвитку розумових здібностей та якостей учнів, прагнення до самоосвіти, самовдосконалення, самореалізації у процесі розв'язання практичних завдань [50, 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 [8, с. 140].

С. Генкал визначає загальнодидактичні й специфічні принципи формування біологічної компетентності учнів: проблемності, професійної спрямованості навчання, цілеспрямованого розвитку біологічної компетентності, еволюційності, історизму, системності, діалогічності та ін. [11, с. 243].

М. Москаленко, А. Вакал, Л. Міронець доводять ефективність формування предметної компетентності учнів у процесі вивчення біології у площині застосування практичних робіт фізіологічного спрямування. Автори стверджують, що «виконання таких практичних робіт з використанням методу проєктів забезпечує реалізацію однієї з основних предметних компетентностей: набуття знань про фундаментальні принципи біології та екології, адже саме до таких знань можна віднести розуміння єдності походження органічного світу через спільні процеси, що відбуваються у представників різних царств живих організмів» [36, с. 23].

Т. Коршевніюк вбачає потенціал контекстних (ситуативних) завдань з біології у формуванні досліджуваної здатності особистості учнів. Науковиця наголошує, що такі завдання є ефективним засобом компетентісно орієнтованого навчання учнів, оскільки активізують пізнавальну діяльність й активність здобувачів освіти, уможлиблюють пошук альтернативних шляхів

розв'язання певних життєвих і професійних ситуацій, сприяють застосуванню знаннєвого потенціалу особистості на практиці [26].

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 з елементами STEM-освіти у здобувачів загальної середньої освіти не була предметом спеціального дослідження. На даному етапі потребують уточнення шляхи, методичний інструментарій застосування STEM-освіти (її елементів) у процесі формування предметної (біологічної) компетентності учнів.

1.2. Сутність поняття «предметна компетентність», її структура

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 (рис. 1.1).

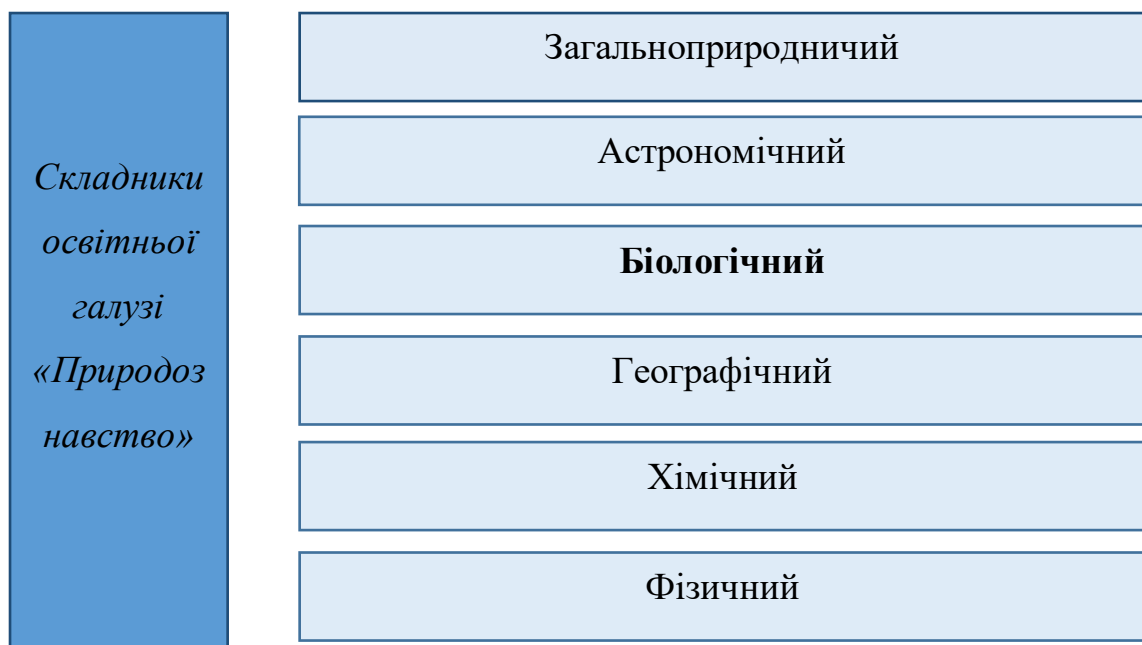


Рис. 1.1. Складники освітньої галузі «Природознавство»

Звідси, метою освітньої галузі «Природознавство» є формування вучнів природничо-наукової компетентності як базової та відповідних предметних компетентностей як обов'язкових складових загальної культури особистості та розвитку її творчого потенціалу. На часі розроблення наступного покоління державних стандартів різних освітніх ланок школи: початкової, основної і старшої (повної). Логічним буде інтеграція окремих компонентів або й усіх природничих знань. Уже створено інтегрований курс «Природничі науки».

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 (рис. 1.2).

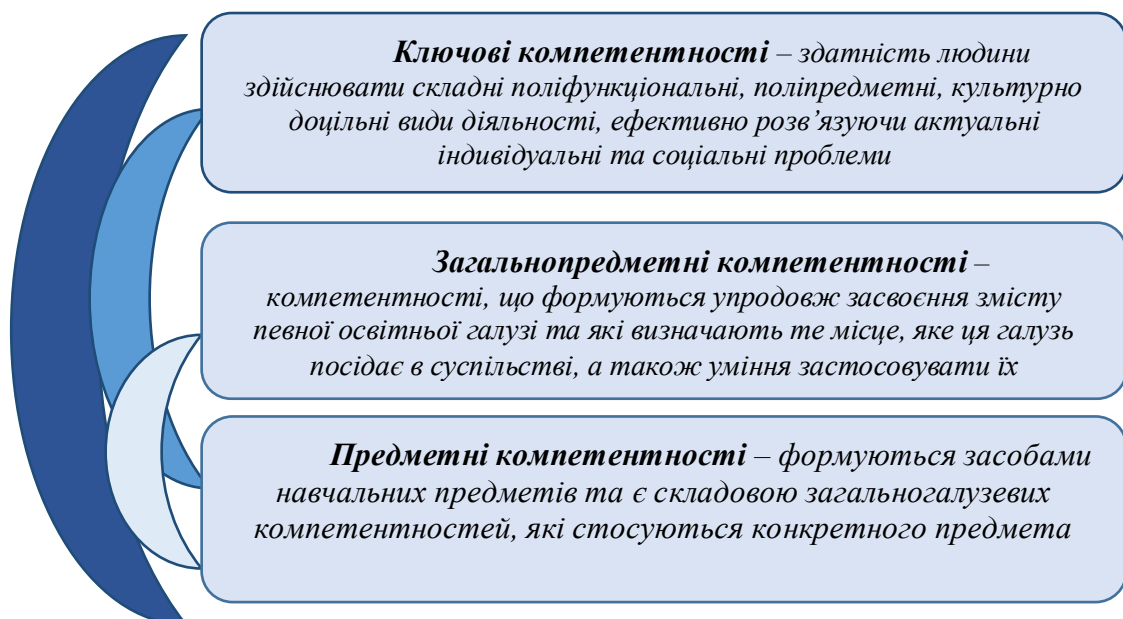


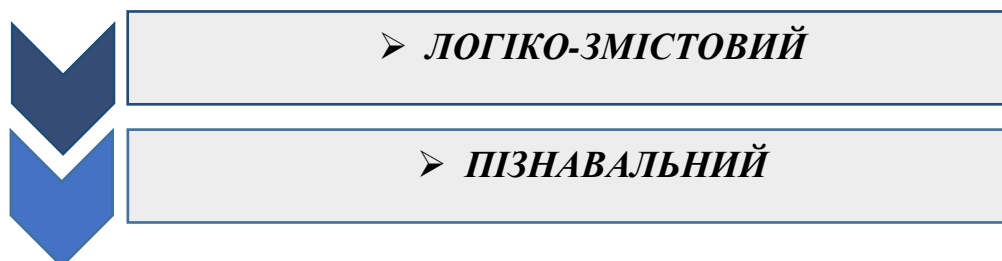
Рис. 1.2. Ієрархія компетентностей

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 [14].

Ми розглядаємо предметну біологічну компетентність учнів, яка являє собою цілісне особистісне утворення, що поєднує в собі фундаментальні біологічні знання, уміння, навички, досвід різних способів діяльності, ціннісне ставлення до об'єктів живої природи, життя, розуміння його збереження і відповідно здатність учня їх застосовувати в певних життєвих ситуаціях, приймати адекватне рішення і нести за нього відповідальність, висловити судження і вибрати власну позицію [32, с. 118].

Предметна компетентність виявляється у сформованості в учнів біологічної картини світу, теоретичних основ біологічної науки, наукового стилю мислення, знань проблематики різних галузей біології; оволодінні основними методами пізнання живої природи, розумінні еволюційних процесів органічного світу, взаємозв'язку між явищами живої і неживої природи; умінні застосовувати знання в повсякденному житті та усвідомленні значущості знань для майбутньої професійної діяльності [11, с. 238].

Предметна біологічна компетентність включає такі складники: логіко-змістову, пізнавальну, операційну, дослідницьку компетентність (рис. 1.3).



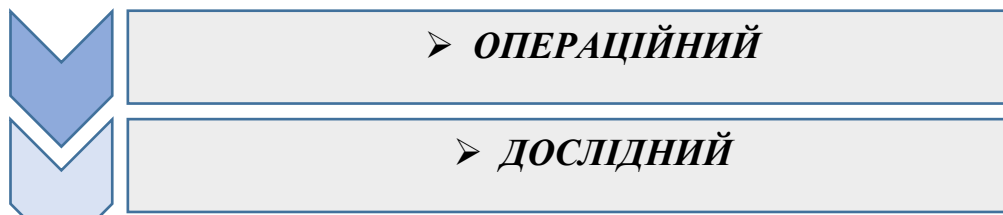


Рис. 1.3. Складники біологічної предметної компетентності

Логіко-змістова компетентність забезпечує правильність, оперативність і точність мислення, побудову логічного ланцюжка елементів цілого. Сформована логіко-змістова компетентність полягає в тому, що учень визначає біологічні поняття та застосовує їх для пояснення біологічних явищ і процесів; класифікує біологічні об'єкти; прогнозує шляхи і тенденції розвитку біологічних систем, осмислює навчальний матеріал і виділяє в ньому головне; розуміє інтегруюче значення загальнобіологічних понять, має розвинене логічне мислення, аргументовано розмірковує, робить обґрунтовані висновки; формулює гіпотези; чітко висловлює свої думки; встановлює загальні закономірності у функціонуванні, еволюції біологічних систем; використовує знання і набутий досвід логічного мислення для успішного вирішення життєвих проблем [21, 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 – це пізнавальні дії учнів, на основі яких формуються біологічні знання, що мають відповідати певним вимогам і бути: науковими, глибокими, міцними, систематичними, різнобічними. Опанування цих знань дозволить учню вибудувати траєкторію власного життя та життя близьких, формувати власний погляд на процеси, що відбуваються в соціумі і стосуються навколишнього середовища, його

охорони, життя людей, їх здоров'я; бути активним у прийнятті рішень, вступати в дискусію з питань ведення здорового способу життя, необхідності збереження біосфери, соціальної ролі біологічної науки в сучасному суспільстві.

Операційна компетентність – це вміння розв'язувати типові біологічні задачі, вправи; використовувати на практиці алгоритми розв'язання типових задач; відтворювати контекст задач; розпізнавати та систематизувати типові задачі; використовувати різні інформаційні джерела для пошуку алгоритмів розв'язання типових задач (підручники, довідники); вміння створювати власний алгоритм розв'язання задач і 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.

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 [16]. За цієї умови реалізується предметна компетентність – вміння 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 – це володіння біологічними методами дослідження, використання знань на практиці, уміння формулювати цілі, проблему, гіпотезу дослідження, планувати, здійснювати експеримент, аналізувати його результати, робити висновки. У програмі для базового рівня з метою посилення діяльнісного підходу до навчання біології передбачено проведення біологічних досліджень, перелік яких внесено до лабораторного практикуму та польового практикуму. Це дозволяє поглиблювати, систематизувати знання, створити умови для використання їх у нетиповій ситуації для вирішення конкретних теоретичних і практичних завдань. Також учні опановують методи наукового дослідження, набувають умінь самостійно виконувати наукову роботу, формулювати висновки, розробляти практичні рекомендації та впроваджувати їх у життя.

Специфіка навчального предмета "Біологія" зумовлює наявність спеціальних знань, умінь, навичок учнів: описання та використання методів біологічних досліджень; планування і проведення біологічних досліджень; застосування приладів та пристроїв, що використовуються в біологічних дослідженнях; моделювання окремих ознак біологічних систем; розв'язання задач і вправ з молекулярної біології, генетики, екології; задач на обмін речовин та фотосинтез; встановлення зв'язків між структурними елементами біологічних систем; порівняння біологічних процесів на клітинному, організменому та надорганізменому рівнях; здійснення уявного експерименту; пояснення взаємного впливу організмів та взаємозв'язків організмів в екосистемах; обґрунтування перспективних напрямів біологічних досліджень; обґрунтування використання результатів біологічних досліджень у медицині, сільському господарстві, різних галузях промисловості, необхідності збереження біорізноманітності як основи стійкості біосфери і пояснення її як результату еволюції органічного світу [17]. 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 [25].

Формування досвіду творчої дослідницької діяльності потребує тривалого часу та певної методики. Для дослідницьких завдань найхарактернішою є вимога самостійного усвідомлення та визначення проблеми, яка постає перед учнем, щоб підпорядкувати йому весь процес своєї діяльності. Виконання цього виду діяльності веде до формування необхідних дій та набуття нових предметно-специфічних знань, які детермінують необхідні дії. Виконання пошукових завдань стимулюють і стабілізують професійну спрямованість учнів, розвивають інтерес до дослідницької роботи.

На основі результатів аналізу різних джерел визначено загальну структуру предметної компетентності, у яку включені такі компоненти: знаннєвий, мотиваційно-ціннісний і діяльнісний.

Знаннєвий компонент біологічної компетентності зорієнтований на засвоєння біологічних понять, фактів, законів і теорій, формування загальнобіологічних понять, що розкриваються на всіх рівнях організації життя [28, с. 7].

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

Діяльнісний компонент зорієнтований на застосування біологічних знань у житті та професійній діяльності, розвиток інтелектуальних і

практичних умінь у процесі виконання різних видів пізнавальної діяльності, виконанні лабораторного дослідження, лабораторної роботи, дослідницького практикуму, учнівських проєктів тощо.

Зміст кожного структурно-функціонального складника досліджуваної здатності, вияв його у програмних результатах навчання продемонстровано у табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Зміст компонентів предметної (біологічної) компетентності учнів ЗЗСО

<i>Структурно-функціональні складники ПК</i>	<i>Зміст кожного складника</i>	<i>Програмні результати навчання, які виявляються у кожному складнику</i>
Знаннєвий	Засвоєння фундаментальних біологічних понять, фактів, законів і теорій, що стосуються рівнів організації живих систем; властивості живих систем (обмін речовин та енергії, саморегуляція, самооновлення, самовідтворення, еволюція тощо) Розуміння життя і різних його форм існування, біологічної картини світу, цілісності живої природи. Доцільність в організації біосистем і екосистем. Взаємозв'язки в біосистемах, між біосистемами, живою і неживою природою	<ul style="list-style-type: none"> • оперує відповідними термінами; • витлумачує поняття; • називає факти, закони та теорії; • пояснює те чи інше біологічне явище, процес; • наводить приклади біосистем і екосистем.
Мотиваційно-ціннісний	Засвоєння таких ціннісних категорій, як знання, природа, життя, здоров'я; усвідомлення біосферної етики; формування свідомого ставлення до власного здоров'я і життя,	<ul style="list-style-type: none"> • висловлює судження про значення біологічних знань про живу природу, здоров'я; • висловлює своє ставлення до здоров'я, життя,

	<p>екологічних проблем; оцінювання ролі біологічних знань для власного організму, здоров'я інших людей, суспільного розвитку, перспектив розвитку біології як науки та її значення у забезпеченні існування біосфери. Цей компонент тісно поєднаний з соціалізацією особистості, визначенням її поведінки в природі і суспільстві.</p>	<p>екологічних проблем;</p> <ul style="list-style-type: none"> • робить логічний підсумок на основі міркувань про біосферну етику; • оцінює значення розвитку вітчизняної біологічної науки, біологічних знань для суспільного розвитку.
Діяльнісний	<p>Застосування біологічних знань у житті та професійній діяльності. Розвиток практичних умінь у процесі виконання різних видів пізнавальної діяльності, серед яких постановка дослідів, лабораторне дослідження, лабораторна робота, дослідницький практикум, учнівські проекти. Цей процес тісно поєднаний з різними методами наукового пізнання: спостереження за біологічними об'єктами, їх порівняння, біологічний експеримент, опис його результатів, прогнозування, моделювання об'єктів, процесів і явищ тощо.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • застосовує здобуті знання у житті; • використовує різні методи наукового пізнання (спостереження, експеримент, прогнозування, моделювання тощо); • описує особливості об'єкта, явища чи процесу за певними ознаками; • порівнює явища чи процеси, визначає подібності та відмінності між ними; • дотримується правил поведінки в кабінеті, під час виконання різних видів робіт.

Отже, біологічна компетентність учнів середньої освіти є важливим складником ключових компетентностей у галузі природничих наук. До її структури входять знаннєвий, мотиваційно-ціннісний і діяльнісний компоненти, які знаходяться у взаємній єдності та зв'язку.

1.3. STEM-освіта як засіб формування предметної компетентності учнів 8 класу на уроках біології

STEM-освіта – це такі інноваційні технічні рішення, за допомогою яких активно реалізується потенціал ефективної організації навчання та виховання, а також здійснення цілісного педагогічного процесу та саморозвиток особистості учнів. Концепція STEM-освіти вписується в широке розуміння простору інноваційної освіти для підвищення її ефективності та покращення якості. Ця концепція у сфері освіти є фундаментальною і спричиняє ефект синергії, який виникає внаслідок проникнення та взаємодії сфер науки і техніки.

Абревіатура STEM містить великі літери науково-освітніх напрямів, в яких здійснюється освітня діяльність: Science – наука, Technology – технологія, Engineering – інжиніринг, Mathematics – математика.

Наука (Science) включає природничі науки в широкому розумінні, а саме: систематичне вивчення природи і функціонування матеріального і фізичного світу (Всесвіту) на основі таких методів, як спостереження, експеримент або вимірювання, спрямовані на формулювання закономірностей, що описують досліджувані факти в загальному вигляді. Цей складник охоплює біологію, фізику, хімію, геологію та інші науки про Землю.

Технологія (Technology) – галузь знань, яка пов'язана зі створенням і використанням технічних засобів та їх застосуванням у таких сферах як мистецтво, промислові, інженерні чи прикладні науки. Технологія в аббревіатурі STEM означає будь-яке використання інструментів з певною метою покращення середовища проживання людини чи розв'язання проблем повсякденного життя.

Інженерія (Engineering) – це мистецтво практичного, корисного застосування знань у галузі біології, фізики та хімії з метою проєктування та

конструювання різних пристроїв, таких як: двигуни, машини, мости, будівлі, транспортні засоби, кораблі та ін.

Математика (Mathematics) – група взаємозв’язаних галузей знань, включаючи алгебру, геометрію та арифметику, зосереджено на вивченні понять числа, кількості, форми, простору та їх взаємозв’язку та описані за допомогою спеціальної математичної мови/концепцій [27].

У практиці навчання відомі варіанти, коли в аббревіатурну назву додаються великі літери A (STEAM) або R (STREM). У першому випадку це означає наявність у змісті утворення компонента, що відноситься до гуманітарно-естетичної галузі (Art – мистецтво). У другому випадку – включення компонента Robotics (робототехніка), що означає орієнтованість змісту освіти та її організації на важливу складову, пов’язану зі створенням, дослідженням та застосуванням роботів.

Упровадження STEM-освіти є прикладом функціонування системи міждисциплінарної освіти у природничо-науковій галузі знання з орієнтацією на розвиток особистості учня, творчого інноваційного мислення, високого ступеня активності у дослідній проєктній діяльності. Широке поширення STEM-освіти як за кордоном, так і у вітчизняному просторі пояснюється сформованістю соціального запиту на цю модель навчання в умовах епохи, що зароджується, цифровізації та динамічного розвитку IT-індустрії. Зниження якості освіти в сфері природничих наук і недостатній рівень мотивації школярів у їх освоєнні, а також гостра нестача фахівців у галузі розвитку інформаційно-комунікаційних технологій підштовхують до пошуку рішень, здатних якісно змінити ситуацію в освітньому просторі. В зв’язку з цим STEM-освіта є системою, яка інтегрує для особистості її навчання, професійний розвиток та соціалізацію із прицілом на майбутнє [35].

STEM-підхід визначається нами як один з напрямів у педагогічному процесі, що базується на реалізації проєктної та навчально-дослідницької діяльності в контексті освіти. Зміст освіти визначається освітніми програмами, які спроектовані на основі ідеї навчання учнів із застосуванням

міждисциплінарного та прикладного підходів, що передбачають інтеграцію дисципліну єдину систему навчання. Освітня модель реалізується через створення педагогічного середовища, яке дозволяє на практиці продемонструвати, як цей науковий підхід може бути застосований у повсякденному житті. Учні в ході занять з біології проводять наукові досліди та дослідження, проходять захоплюючі природничі квести, здійснюють розв'язання винахідницьких завдань, розробку проєктів. Реалізація потенціалу інноваційних засобів навчання та технічних рішень у комплексі з навчально-пізнавальною діяльністю учнів (заняття технічною творчістю, логічні ігри, виконання квестових завдань) складає психолого-педагогічну основу для розвитку в учнів логіки, критичного мислення, здатності до творчої імпровізації та продуктивної діяльності в колективі чи індивідуальному проєктному дослідженні.

З позицій психолого-педагогічної науки та практики конструювання є для здобувачів освіти не лише їхньою практичною творчою діяльністю, а й способом реалізації, формування та розвитку універсальних розумових здібностей, які виявляються і в інших видах діяльності через створення нових смислів та об'єктів – модель, малюнок, текст, сюжет чи сценарій, завершений навчальний проєкт тощо.

У STEM-освіті у процесі навчання школярів відбувається перехід від тривіальної репродуктивної діяльності з її наслідувальною основою до творчого конструювання і здійснюється алгоритмічно – через освоєння наступних етапів:

1. Організація широкого самостійного експериментування з новими конструкційними матеріалами через ознайомлення з їх властивостями;
2. Розв'язання учнями проблемних завдань на розвиток уяви та формування узагальнених способів конструювання на основі освоєних умінь експериментувати з новими матеріалами (зокрема і в нових умовах).

3. Організація конструювання за власним задумом (розробка власного індивідуального конструкційного проєкту, а також проєкту, створеного в кооперації, результату колективної конструкторської творчості учнів) [38].

Узагальнення практики застосування засобів STEM-освіти дозволяє виділити їхні функції, до яких можна віднести такі:

- управлінська (є дидактичним і технологічним інструментарієм, за допомогою якого здійснюється ефективне управління цілісним педагогічним процесом);
- інформаційна (є носіями та джерелами навчальної інформації, що розкриває у доступній для учнів формі передбачений навчальними програмами зміст);
- навчальна (забезпечують процес формування у учнів системних знань на проблемно-теоретичному рівні);
- розвиваюча (методичний та технологічний інструментарій дозволяє формувати та закріплювати в практичній дослідно-проєктній діяльності компетентності, необхідні майбутнього професійного самовизначення);
- виховна (дозволяють через індивідуальну чи колективну навчальну діяльність впливати на формування та розвиток якостей особистості учнів, що сприяють їхній успішній соціалізації);
- мотиваційна (забезпечують високу мотивацію учнів до навчально-пізнавальної діяльності та саморозвитку);
- коригуюча (дозволяють здійснювати корекцію рівнів навчальних досягнень учнів);
- функція самоосвіти та саморозвитку (надають можливість вибудовування індивідуальної траєкторії здійснення навчальної та іншої розвиваючої діяльності під час виконання актуальних завдань і чіткому розумінні найближчих і перспективних стратегічних цілей).

Саме в цьому функціоналі та відповідному організаційному та методичному забезпеченні засоби STEM-освіти реалізують свій потенціал. *Під педагогічним потенціалом засобів STEM-освіти ми розуміємо сукупність*

існуючих можливостей інноваційного дидактичного інструментарію, що застосовується, його специфічних характеристик і властивостей, які за певних умов можуть бути ефективно використані в цілісному педагогічному процесі для формування та розвитку особистості дитини.

У процесі виконання зазначених вище функцій можна досягти максимальної реалізації педагогічного потенціалу засобів STEM-освіти з урахуванням їх технологічних та дидактичних властивостей.

До технологічних властивостей відносимо:

- аттрактивність (властивість емоційна залучати, викликати в учнів інтерес);
- багатоканальність сприйняття учнями представленої звукової, візуальної й тактильної інформації (засоби навчання розширюють шляхи засвоєння навчальної інформації, забезпечують можливості її сприйняття учнями у різних формах);
- інтерактивність (забезпечення максимально швидкої комунікації між програмно-апаратними засобами та учням у реальному часі) [39].

Якості дидактичні властивостей засобів STEM-освіти доцільно виділити наступні:

- керованість процесом навчання (можливість управління як процесом пред'явлення знань, так і процесом засвоєння знань учнями);
- забезпечення системного підходу до процесу навчання (застосування інноваційних і традиційних засобів навчання на всіх етапах організації навчально-пізнавальної діяльності учнів);
- індивідуалізація навчання (організація процесу навчально-пізнавальної діяльності з урахуванням вільного вибору учнем прийняттого темпу виконання поставлених завдань).

Потенціал цих високотехнологічних дидактичних засобів буде ефективно реалізований за наявності відповідного методичного та організаційного забезпечення, а також з урахуванням активності самих здобувачів ЗЗСО. Якісна забезпеченість процесу в інструментальному та

організаційно-методичному аспектах надзвичайно важлива в умовах створення специфічного освітнього середовища, одним із сенсоутворюючих основ якого є формування та розвиток високої мотивації до навчально-пізнавальної діяльності у сфері ІТ-технологій та природничих наук. У той же час дидактична роль виконується засобами STEM-освіти відповідно до специфіки їх застосування, полягає у підтримці управління процесом навчання на всіх етапах навчально-пізнавальної діяльності [47].

Доцільно звернути увагу на безперечну цінність та перевагу організованої та здійснюваної в центрах STEM-освіти цілісного педагогічного процесу, в умовах якого комплексно та системно розвиваються:

- механізми мислення та вольовий особистісний початок як основи високої мотивації та цілеспрямованості, уваги та акуратності;
- дрібна моторика у процесі освоєння учнями способів діяльності;
- здібності до творчості як діяльні основи умінь і навичок індивідуального та колективного творення неповторних та унікальних об'єктів результатів творчої проєктної діяльності;
- вміння та навички науково-дослідної діяльності, проблемно орієнтованого міждисциплінарного мислення та самопрезентації;
- вміння поєднувати засвоєне знання з результатами практичної діяльності у логіці розуміння цінності такого знання, яке може бути застосоване на практиці;
- вміння здійснювати рефлексію власних і колективних навчальних досягнень на основі розуміння важливості особистісних досягнень для власного сьогодення та майбутнього;
- здатність прогнозувати результати як власної індивідуальної, так і колективної діяльності (зокрема з позицій формування високої мотивації під час здійснення учнем свого майбутнього професійного вибору);
- відповідальна соціальна свідомість та поведінка під час роботи в команді та індивідуально [49].

Важливо й те, що STEM-підхід орієнтує організацію освітнього процесу на формування і розвиток універсальних компетентностей. Це так звані «4 К»:

- критичне мислення – проявляється в умінні аналізувати інформацію, засвоїти, оцінити та інтерпретувати її, дати оцінку проблемі, здійснити рефлексію та прийняти відповідальне рішення;

- креативність – творчий підхід у розв’язанні завдань, проєктів, що розробляються та здійснюються, інноваційність у пошуку та знаходження цікавих ідей;

- комунікація – вміння представити свої ідеї та рішення оточуючим, здатність почути іншу особу та домовитися;

- кооперація – передбачає партнерську взаємодію та вміння гнучко та відповідально працювати у парі, групі для досягнення загальної поставленої мети у процесі узгодженості дій і сфер відповідальності, проявах синергії [51].

Поширення і розвиток у Україні ініціатив і проєктів у сфері STEM-освіти (у тому числі й у варіативності STEAM або STREAM) передбачає глибокий і всебічний аналіз накопиченого досвіду та результатів діяльності освітніх установ, які реалізують практико-орієнтовані розробки у цій галузі. Застосування елементів STEM-освіти дозволяє виділити помітні тенденції, що відображають якісні складові освітнього процесу:

- результативність (досягнення вищого рівня оволодіння ключовими і предметними компетентностями);

- професійна орієнтованість;

- спрямованість на активне формування та розвиток особистісних якостей та універсальних компетентностей через мотиваційну сферу та високу суб'єктність участі у навчальній діяльності;

- відтворюваність та масштабність;

- орієнтованість на перспективу розвитку особистості у високотехнологічному суспільстві майбутнього.

У процесі запровадження STEM-освіти змінюється функціональна роль учителя в освітньому процесі здобувачів загальної середньої освіти. Вчитель є ініціатором, провідником, супутником, фасилітатором, модератором креативних ідей, думок, пропозицій у процесі навчання дисциплін природничої галузі, зокрема біології. Ми визначаємо основні точки перетину елементів STEM-освіти у системі координат формування предметної (біологічної) компетентності учнів:

- емоційність – заохочення школярів до опанування досвіду та експериментів, акцент на емоції, які супроводжують весь процес;
- співпраця – обмін не лише матеріалами, а й ідеями, знаннями та навичками;
- толерантність – прийняття будь-яких думок, ідей; демонстрація того, що ніщо так не вчить, як невдачі та помилки, хоча вони спочатку можуть засмучувати;
- успіх – повага та цінування праці молоді та відзначення їхніх успіхів;
- хронологічна обумовленість – врахування, що кожен здобуває знання у своєму темпі;
- креативність – заохочення до реалізації власних ідей [38].

Зауважимо, що в межах освіти, заснованої на ідеї STEM, відбувається розвиток навичок здобувачів ЗЗСО, пов'язаних з критичним мисленням, здійснюється активне здобування, опанування наукових знань через здатність аналізувати і вирішення проблем (дивергентне мислення). У процесі експериментування учні набувають навичок проєктування своєї діяльності, управління дослідження, включаючи прогнозування, формулювання та перевірку гіпотез, формування висновків на основі зібраних даних. Під час опису та обробки числових даних вони практикують математичне мислення та використання засобів нових цифрових технологій. Спільна діяльність сприяє розвитку в учнів навичок командної роботи, обговорення рішень, обмін ідеями. Водночас вони здобувають необхідні мовні навички та відпрацьовують кооперативні вміння. Дуже

важливим елементом STEM-освіти також є навчання дітей навчатися, формування та посилення внутрішньої мотивації, почуття волі та позитивного самооцінки.

Створений у процесі застосування STEM-освіти науковий простір стає платформою для обміну досвідом і знаннями, а також для співпраці та інновацій. Звернення до різних дисциплін дає кращі результати в процесі вирішення реальних проблем. Відмітимо, що STEM – це генератор змін в освітньому просторі, імпульс для інновацій.

Отже, визначені нами педагогічний потенціал і дидактична роль засобів навчання в умовах реалізації STEM-підходу в природничій освіті є одним із важливих завдань, розв'язання якого завдяки своїй орієнтованості на практику дозволяє вийти на новий рівень формування предметних компетентностей. Йдеться про теоретичну розробленість та подальшу конкретизацію основ ефективної організації та системного застосування інноваційного інструментарію та сучасних технічних рішень у цілісному педагогічному процесі в умовах STEM-освіти.

РОЗДІЛ 2

ПРАКТИЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ПРЕДМЕТНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ЗДОБУВАЧІВ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

2.1. Визначення рівня сформованості предметної компетентності учнів 8-х класів у процесі вивчення біології

Предметна компетентність учнів з біології – важливий складник ключових компетентностей здобувачів ЗЗСО відповідно до концепції Нової української школи. З метою вивчення стану сформованості означеної компетентності в учнів 8-х класів нами був проведений констатувальний експеримент. Основними завданнями цього етапу педагогічного експерименту були:

- виокремити критерії і показники рівнів сформованості предметної компетентності учнів з біології;
- на основі критеріально-показникових даних схарактеризувати рівні сформованості досліджуваної здатності в учнів 8-х класів у процесі вивчення біології;
- дібрати діагностичний інструментарій для визначення рівневих значень предметної (біологічної) компетентності;
- визначити рівні сформованості компонентних складників предметної компетентності з біології в учнів 8-х класів;
- узагальнити дані та сформулювати висновки.

Констатувальний етап експерименту з визначення рівнів сформованості предметної компетентності учнів у процесі опанування біології було поведено під час проходження педагогічної практики на робочому місці вчителя біології, основ здоров'я та природознавства у лютому місяці 2022 року. Експериментальна робота проводилась на базі загальноосвітньої школи І-ІІІ ступенів № 6 Глухівської міської ради. Вибірка респондентів на цьому

етапі педагогічного експерименту становила 78 осіб, з-поміж яких 24 учня 8-А класу, 26 учнів 8-Б класу і 28 учнів 8-В класу. Зазначені здобувачі загальної середньої освіти у процесі проведення констатувального експерименту знаходились в однакових умовах: опановували одну й ту ж навчальну дисципліну (біологія 8 клас), освітній процес з біології провадив один учитель (Жеба Н. О.), використовувалися одні для всіх форми, технології, методи, засоби навчання та ін.

На виконання *першого завдання* констатувального експерименту ми вирізнили критерії і показники сформованості предметної (біологічної) компетентності учнів. Зазначені характеристики ми визначаємо й обґрунтовуємо відповідно до компонентно-функціональної структури досліджуваної здатності, яка являє собою взаємозумовлений комплекс складників: знаннєвого, мотиваційно-ціннісного і діяльнісного.

Виокремлені критерії і показники кожного компонента предметної компетентності учнів 8-х класів у процесі вивчення біології продемонстровано у табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Критерії та показники сформованості компонентів предметної (біологічної) компетентності (ПК) учнів

<i>Компонент ПК</i>	<i>Критерії</i>	<i>Показники</i>
Знаннєвий	Пізнавальний	<ul style="list-style-type: none"> – міцність і дієвість біологічних знань; – уміння працювати з навчальною літературою; – володіння біологічними поняттями, – розуміння сутності основних біологічних теорій, законів; – здатність до оцінного судження; – уміння висувати, обґрунтовувати гіпотезу; – уміння встановлювати причинно-наслідкові зв'язки;

		<ul style="list-style-type: none"> – обґрунтованість висновків; – побудова власного алгоритму дій.
Мотиваційно-ціннісний	Аксіологічний	<ul style="list-style-type: none"> – домінантні мотиви у вивченні біології; – переважаючі установки опанування змістом навчального предмету; – ціннісні ставлення до свого здоров'я, свого життя, здоров'я і життя інших людей; – оцінка значення розвитку вітчизняної біологічної науки, біологічних знань для суспільного розвитку.
Діяльнісний	Операційний	<ul style="list-style-type: none"> – застосування понять для пояснення біологічних явищ і процесів; – планування і проведення біологічних досліджень; – розв'язання задач і вправ з біології людини; – моделювання окремих ознак біологічних систем – використання знань і набутого досвіду логічного мислення для успішного вирішення навчальних життєвих проблем.

Відповідно до *другого завдання* констатувального етапу експерименту ми схарактеризували рівні сформованості предметної компетентності з біології в учнів з урахуванням критеріально-показникових даних. На основі результатів аналізу психолого-педагогічної літератури з проблеми дослідження ми виділяємо чотири рівні сформованості ПК учнів 8-х класів у процесі вивчення біології: початковий, середній, достатній і високий.

Початковий рівень характеризується засвоєнням певної суми знань з біології людини і здатністю їх відтворювати, умінням наводити приклади, встановлювати зв'язки між біологічними процесами, явищами; невизначене

ставлення учнів до власного здоров'я, життя і здоров'я інших людей; здобувачі освіти не завжди здатні застосувати отримані біологічні знання на практиці.

Середній рівень – здатність учнів розв'язувати стандартні завдання, використовувати основні способи пізнавальної діяльності на основі предметних біологічних знань і умінь; уміння використовувати отримані в школі знання для пояснення природних явищ, біологічних процесів; уміння розв'язувати практичні завдання у знайомих ситуаціях; визначати із запропонованого тексту питання, на які б могла б відповісти біологія, а які потребують іншого вирішення.

Достатній рівень – здатність розпізнавати і виокремлювати проблеми, які можна розв'язати засобами біології; вміння використовувати наукові факти для обґрунтування, аргументації та прийняття рішення щодо розв'язання поставленої задачі; уміння використовувати здобуті в школі знання, уміння, способи діяльності у нових ситуаціях; здатність виокремлювати завдання, на які можна відповісти за допомогою досліджень.

Високий рівень – характеризується здатністю вирішувати проблеми засобами біології; вміння інтерпретувати отримані результати з урахуванням поставленого завдання; використовувати основні біологічні поняття для підтвердження правильності сформульованих висновків; уміння формулювати результати розв'язання проблеми, здійснювати прогнозування; уміння пояснювати та прогнозувати явища на основі моделювання; переносити способи діяльності в дані, наводити аргументацію для підтвердження своєї позиції або оцінки різних поглядів.

На виконання *третього завдання* констатувального етапу педагогічного експерименту нами був дібраний діагностичний інструментарій для визначення рівнів сформованості кожного компонента предметної компетентності учнів у процесі вивчення біології.

Так, для оцінки сформованості знаннєвого компонента означеної компетентності ми використовували діагностичні завдання (тести) закритого

і відкритого типу, на встановлення послідовності, на визначення відповідності, тести з однією і декількома правильними відповідями. Сформованість мотиваційно-ціннісного компонента перевіряли з використанням завдань, що передбачали висловлювання учнями ставлень до опанованого матеріалу, оцінювання ними ситуації та/або висловлювання судження щодо неї. Визначаючи рівень сформованості діяльнісного компонента предметної компетентності учнів з біології, ми застосували компетентнісно орієнтовані завдання, біологічні задачі і ситуаційні завдання (Додатки А, Б).

З метою виявлення загального рівня сформованості предметної (біологічної) компетентності учнів 8-го класу було проведено підсумкову контрольну роботу з біології, яка сформована на основі трьох компонентів предметної компетентності. Блоки завдань сформовані з урахуванням відповідних ознак компонентів:

- перший (знаннєвий) – учні добирають поняття до визначення, встановлюють зв'язки між поняттями, встановлюють відповідність між будовою біологічного об'єкта і його функцією;

- другий (діяльнісний) – порівнюють об'єкти і виявляють спільне або відмінне, розпізнають на малюнку об'єкти або їхні частини, конструюють відповідь у вигляді схеми або таблиці;

- третій (мотиваційно-ціннісний) – висловлюють особисте ставлення до ситуації, роблять логічні висновки на основі міркувань, оцінюють проблему і пропонують шляхи її розв'язання.

У контексті розв'язання *четвертого завдання* констатувального етапу педагогічного експерименту ми здійснили вимірювання рівнів сформованості предметної компетентності здобувачів ЗЗСО у процесі вивчення біології згідно з розробленим діагностичним інструментарієм.

Ефективність опанування знаннєвим компонентами предметної біологічної компетентності за розробленою методикою визначали за формулою (за І.Підласим):

$$\text{ПН} = \Phi/\Pi * 100\%$$

де ПН – продуктивність навчання

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

Π – повний обсяг засвоєних елементів знаннєвого і діяльнісного компонентів (знань/умінь/способів діяльності), що підлягають засвоєнню. Результати виконання зазначених завдань учнями 8-х класів відображено на рисунку 2.1.

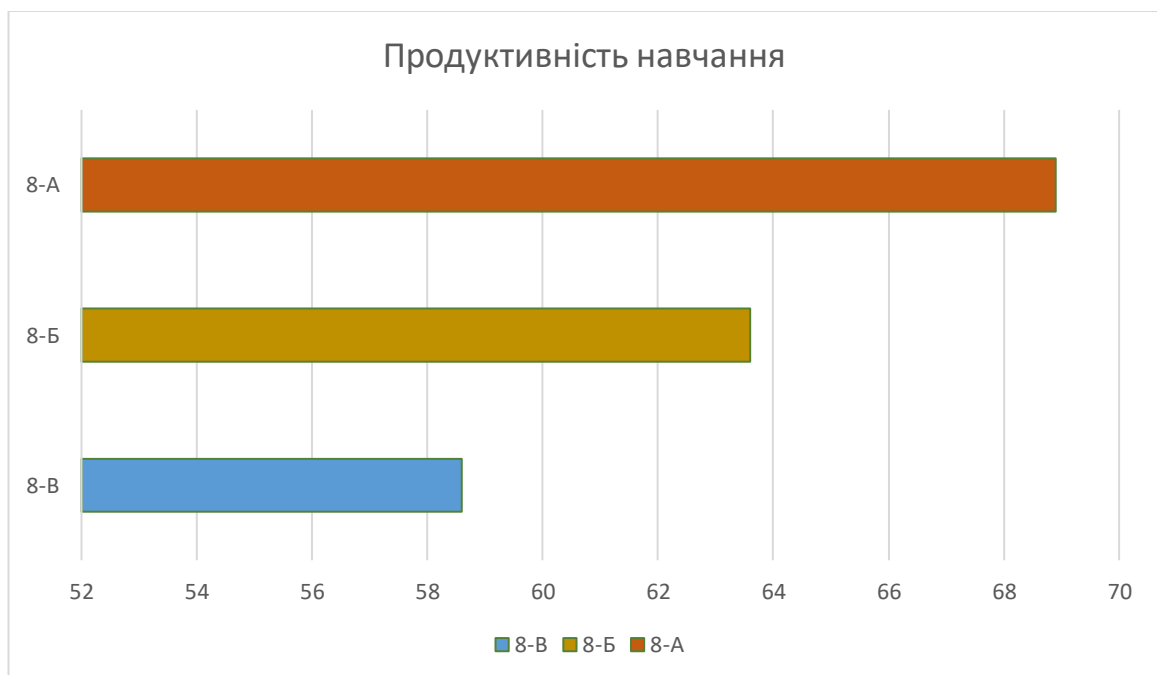


Рис. 2.1. Продуктивність навчання учнів 8-х класів з біології

Сформованість *мотиваційно-ціннісного* компонента перевіряли з використанням завдань, що передбачали висловлювання учнями ставлень до вивчаного матеріалу, оцінювання ними ситуації та/або висловлювання судження щодо неї. Якісний аналіз відповідей учнів на запитання в цих завданнях показав, що восьмикласники загалом усвідомлюють значення у своєму житті знань і умінь, які опановують на заняттях біології (75,4% учнів), здатні оцінювати свою поведінку і поведінку інших у різних ситуаціях щодо власного здоров'я та життя і здоров'я інших людей, ґрунтуючись на цінностях (82,1% учнів). Водночас 35,6% учнів відчували труднощі під час

обґрунтування свого ставлення до проблем здоров'язберігаючого характеру і можливості власного внеску в їхнє розв'язання.

Рівні сформованості мотиваційно-ціннісного компонента ПК учнів з біології продемонстровано у табл. 2.2. і на рис. 2.2.

Таблиця 2.2

Рівні сформованості мотиваційно-ціннісного компонента біологічної предметної компетентності учнів 8-х класів

Класи	Рівні сформованості предметної компетентності та число учнів (ЧУ)							
	Високий		Достатній		Середній		Початковий	
	ЧУ абс.	%	ЧУ абс.	%	ЧУ абс.	%	ЧУ абс.	%
8-А	4	16,67%	8	33,33%	7	21,17%	5	20,83%
8-Б	3	11,54%	7	26,92%	7	26,92%	9	34,62%
8-В	4	14,28%	5	17,87%	11	39,28%	8	28,57%

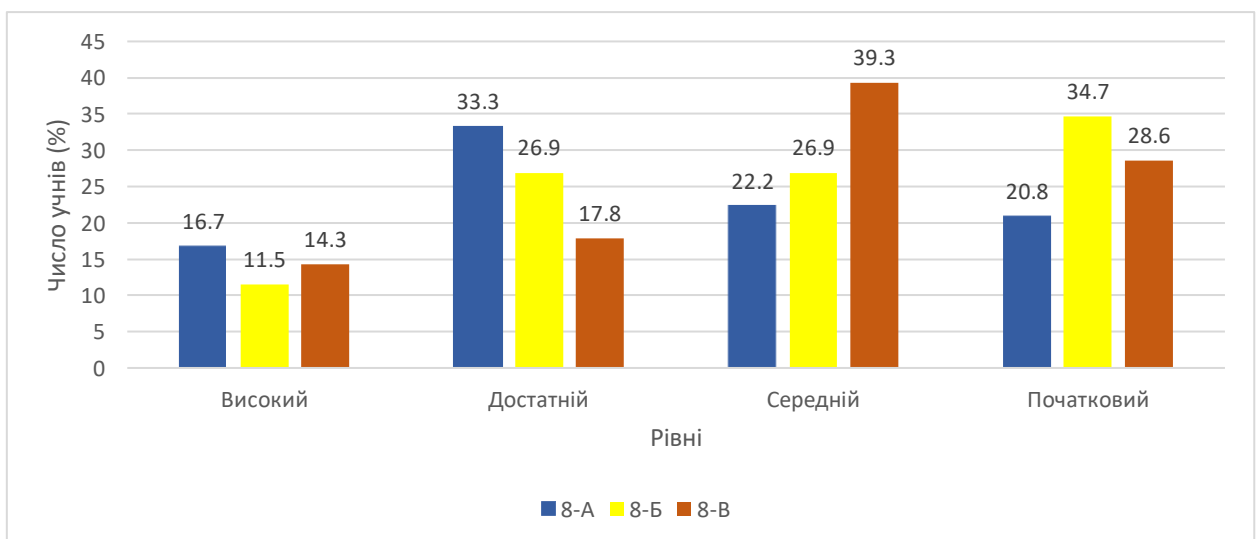


Рис. 2.2. Рівні сформованості мотиваційно-ціннісного компонента біологічної предметної компетентності учнів 8-х класів

Діяльнісний компонент біологічної компетентності зорієнтований на розвиток інтелектуальних і практичних умінь у процесі виконання різних видів пізнавальної діяльності, серед яких постановка дослідів, лабораторне дослідження, лабораторна робота, дослідницький практикум, учнівські проекти. Цей процес тісно поєднаний з різними методами наукового пізнання: спостереження за біологічними об'єктами, їх порівняння, біологічний експеримент, опис його результатів, прогнозування, моделювання об'єктів, процесів і явищ тощо.

Рівні сформованості діяльнісного компонента ПК учнів з біології продемонстровано у табл. 2.3. і на рис. 2.3.

Таблиця 2.3

Рівні сформованості діяльнісного компонента біологічної предметної компетентності учнів 8-х класів

Класи	Рівні сформованості предметної компетентності та число учнів (ЧУ)							
	Високий		Достатній		Середній		Початковий	
	ЧУ абс.	%	ЧУ абс.	%	ЧУ абс.	%	ЧУ абс.	%
8-А	3	12,50%	6	25,00%	8	33,33%	7	29,17%
8-Б	4	15,38%	5	19,23%	8	30,77%	9	34,62%
8-В	2	7,14%	3	10,71%	10	35,72%	13	46,43%

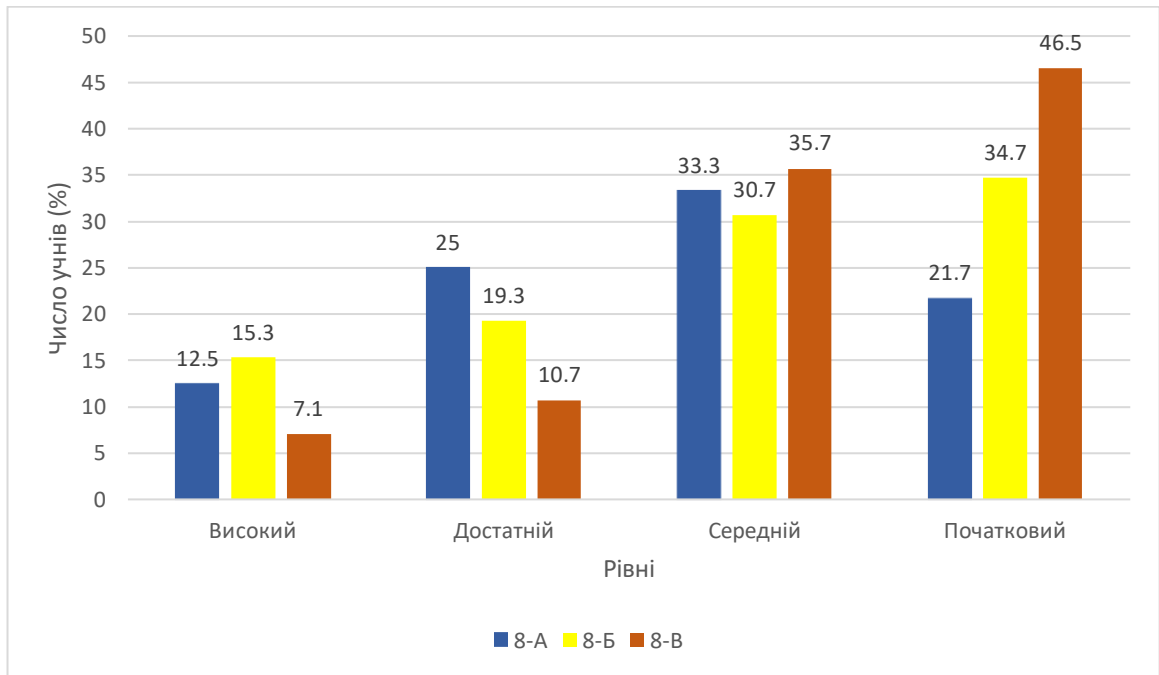


Рис. 2.3. Рівні сформованості діяльнісного компонента біологічної предметної компетентності учнів 8-х класів

Отже, можемо констатувати, що в учнів досліджуваних класів переважає середній і початковий рівні сформованості мотиваційно-ціннісного і діяльнісного компонентів предметної компетентності з біології. Натомість учнів з достатнім і високим рівнями знаннєвого компоненту предметної компетентності більше.

Таким чином, аналіз даних табл. 2.2, 2.3 та гістограм (рис. 2.1, 2.2, 2.3) дає змогу зробити висновок, що потрібно більше уваги звернути на формування в учнів мотиваційно-ціннісного та діяльнісного складників предметної компетентності учнів 8-х класів у процесі вивчення біології. Складними для учнів виявилися завдання, в яких потрібно оцінити проблему і запропонувати шляхи її розв'язання, висловити особисте ставлення до ситуації. Тому подальші наші пошуки спрямовуємо на визначення шляхів формування досліджуваної здатності учнів, застосовуючи елементи STEM-освіти.

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

Компетентнісно орієнтоване вивчення біології у 8 класі визначене чинною навчальною програмою, що починається з очікуваних результатів навчально-пізнавальної діяльності учнів, в основу яких закладено компоненти предметної компетентності: знаннєвий (знання), діяльнісний (діяльність) і мотиваційно-ціннісний (ставлення). В оновленій навчальній програмі передбачено поєднання предметного змісту з наскрізними змістовими лініями.

Предметний зміст спрямований на формування поняття про організм людини як складну багатокomпонентну цілісну біологічну систему, що функціонує в особливих умовах соціального середовища; свідомої мотивації здорового способу життя, відповідальності за власне життя і здоров'я. Наскрізні змістові лінії «Громадянська відповідальність», «Екологічна безпека і сталий розвиток», «Здоров'я і безпека» і «Підприємливість і фінансова грамотність» посилюють предметний зміст і спрямовують його на формування в учнів предметної і відповідних ключових компетентностей [33, с. 162].

Вважаємо перспективним використання елементів STEM-освіти на уроках біології у 8 класі. Цей курс передбачає вивчення особливостей організму людини. Збереження здоров'я молодого покоління можливе за умови розуміння будови свого тіла, специфіки перебігу фізіологічних процесів [52].

На основі результатів аналізу наукової літератури з проблеми дослідження, вивчення досвіду професіоналів-практиків з реалізації змісту біологічної освіти виокремлюємо основні шляхи формування предметної компетентності учнів 8-х класів з елементами STEM-освіти.

Збагачення змісту навчання. Збагачення передбачає широкий спектр заходів щодо якісної перебудови змісту навчання з метою розвитку

інтелектуально-творчого потенціалу особистості здобувачів загальної середньої освіти. Збагачення змісту STEM навчання пов'язують із максимальним використанням у структурі освітньої діяльності наукових та інженерних практик, методів наукової та технічної творчості. У процесі впровадження освітнього напрямку STEM варто звертати увагу на теоретичні моделі трансформації змісту, які більшою мірою гарантують позитивний результат під час запровадження в освітню практику, аніж варіанти фрагментарного, випадкового впливу на зміст [49, с. 30].

На імпонує модель збагачення навчання Дж. Рензулі (рис. 2.4).

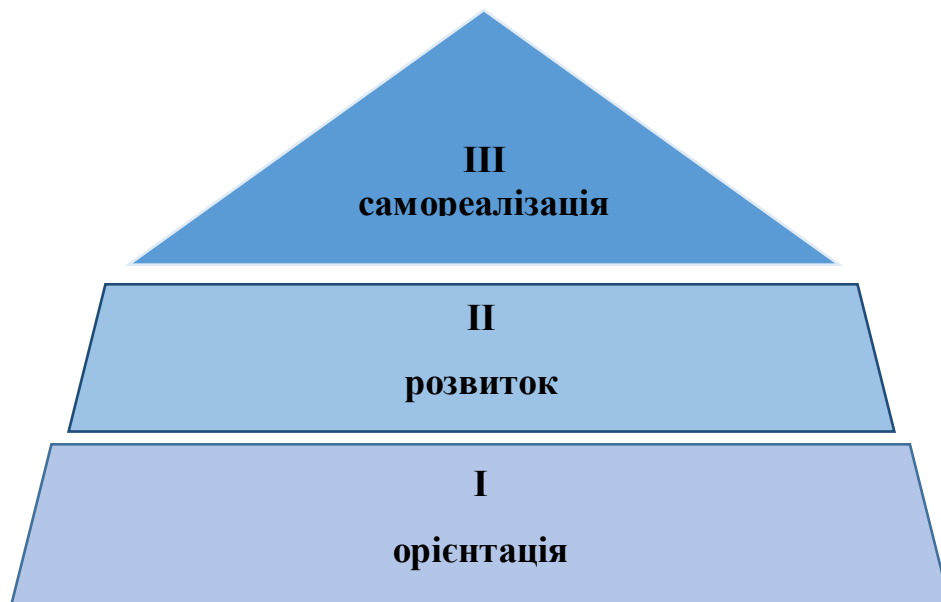


Рис. 2.4. Модель збагачення навчання Дж. Рензулі

I вид збагачення – «загальна орієнтовна діяльність» (ознайомлення учнів з різними сферами STEM-знань і відповідної професійної діяльності, які можуть їх зацікавити), як своєрідне підґрунтя дослідницької та конструкторської/винахідницької діяльності, що зорієнтоване на розширення кола інтересів і визначення схильностей учнів.

II вид збагачення – «уміння і навички, вищі розумові процеси» – спрямований на розвиток креативності та критичного мислення учнів,

передбачає орієнтацію на розвиток інтелектуально-емоційної сфери в контексті набуття умінь, які необхідні для розв'язання широкого кола проблем реального світу.

III вид збагачення – «вищий рівень діяльності, самореалізація» – призначений для задоволення специфічних пізнавальних потреб здібних школярів, які орієнтовані на проведення самостійних досліджень, створення інженерних проєктів і вирішення творчих завдань (індивідуально і в малих групах) [49, с. 31].

Пропонована модель допускає як послідовне чергування виділених видів, так і незалежне використання кожного. Перший і другий види, на думку Дж. Рензуллі, призначені для всіх учнів, а третій – для здобувачів освіти з особливими пізнавальними потребами.

Визначені види передбачають реконструкцію наявних навчальних програм відповідно до принципів розвитку особистісних схильностей в освітньому середовищі. Орієнтування на розвиток учнівських талантів у галузі STEM передбачає застосування наукових досліджень та інженерних практик в якості методик навчання.

Реалізація інтеграційного підходу під час проведення STEM – занять.

Важливими компонентами середовища STEM-освіти є інтегровані навчальні програми, курси за вибором, що зорієнтовані на формування передусім предметних компетентностей (до створення креативного контенту мають долучатися освітяни та фахівці з певних галузей знань, представники промисловості та бізнесу). Важливого значення набувають міждисциплінарні засади навчання, які спрямовані на вирішення реальних практичних завдань в умовах дефіциту академічних знань, а також практико-орієнтоване навчання в межах STEM-дисциплін і поза ними [49, с. 9].

Реалізація STEM-навчання може здійснюватися з використанням таких основних організаційних форм, як урок (заняття), проєкт, курс, квест, хакатон та ін., у яких діяльність вчителя та учнів здійснюється у встановленому порядку і в певному режимі (рис. 2.5).

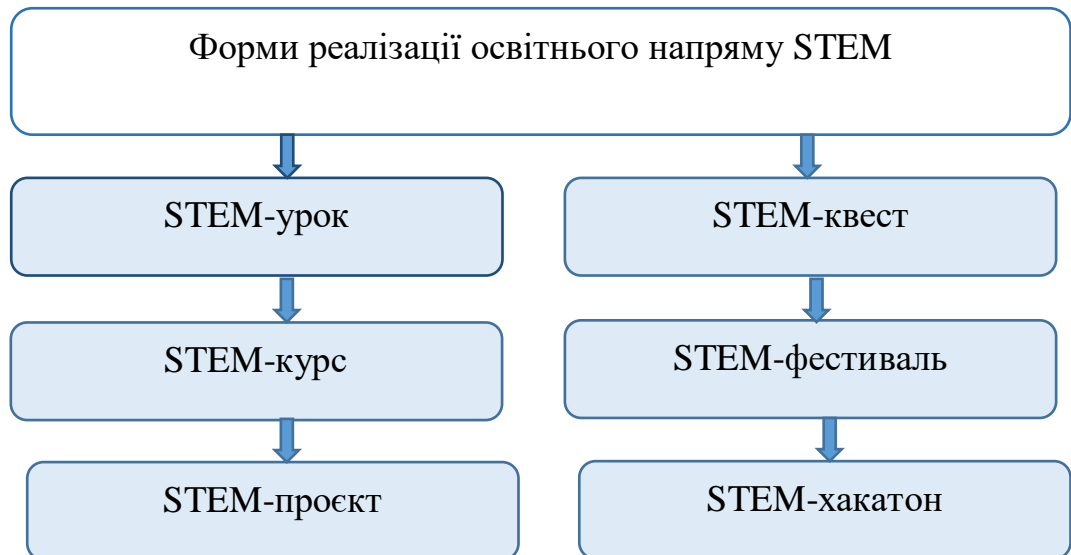


Рис. 2.5. Організаційні форми STEM навчання

Особливою формою наскрізного STEM-навчання є інтегровані уроки, які спрямовані на встановлення міжпредметних зв'язків, що сприяють формуванню в учнів цілісного, системного світогляду, актуалізації особистісного ставлення до питань, що розглядаються на уроці (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

Інтеграція тем з біології та інших предметів

<i>Інші предмети</i>	<i>Біологія</i>
Види рухів.	Рухи живих організмів.
Симетрія.	Симетрія квітки, живих організмів.
Геометрична прогресія.	Розмноження організмів. Правило екологічної піраміди.
Функції та їхні властивості. Тиск (розділ термодинаміки).	Серцево-судинна система. Зміна тиску в судинах.
Площа фігур.	Інтенсивність фотосинтезу, площа листка.
Графіки функцій.	Побудова варіаційної кривої.
Математичне моделювання.	Прогнозування та моделювання як методи біологічних досліджень.

Оптика. Художнє мистецтво.	Вивчення зорової системи.
Термодинаміка	Будова та функції шкіри.
Теорія пружності. Механіка.	Будова внутрішнього та зовнішнього скелету живих організмів.

Інтегровані уроки можуть проводитись двома шляхами:

- через об'єднання схожої тематики кількох навчальних предметів;
- через формування інтегрованих курсів або окремих спецкурсів

шляхом об'єднання навчальних програм таких курсів/предметів.

Основою ефективності таких уроків є чітке визначення мети і відповідне їх планування для забезпечення різнобічного розгляду учнями певного об'єкта, поняття, явища з використанням навчальних засобів різних предметів. Особливість планування і проведення інтегрованих, бінарних уроків полягає у тому, що вони можуть проводитись як одним учителем, який викладає предмети, що інтегруються, так і декількома. Приклад інтегрованого уроку з біології для учнів 8-х класів наведено у додатку В.

Активне застосування дослідницької діяльності та моделювання.

Ефективним шляхом формування предметної компетентності учнів з біології є використання в освітньому процесі дослідів. Вони викликають захоплення, зацікавленість учнів проблемою, яка досліджується, сприяють розвитку логічного мислення, формують в учнів навички аналізу й синтезу інформації. Для школярів 8 класу як приклад короткочасного дослідження, можна запропонувати з'ясувати дію ферментів слини на крохмаль (Додаток Г).

На уроках учні можуть створювати моделі органів та їхніх систем, для цього необхідно детально вивчити їхню будову та функції, уміти обраховувати всі параметри, узагальнювати дані.

Наприклад, під час вивчення теми «Дихальна система» за допомогою простого обладнання можна сконструювати її модель (від примітивної до

складнішої), як це зображено на рис. 2.6. Під час такого мейкерства можна застосовувати пластикові пляшки, пакети, трубочки до коктейлю, картон, зубочистки та ін.



Рис. 2.6. Моделі легень людини

За допомогою цих моделей учні знайомляться з технологією міжреберного дихання, роботи діафрагми, візуалізують явище неомоториксу та ін.

Можна також візуалізувати шкоду куріння, імітуючи акти вдиху та видиху. Вата, що розміщується на дні пляшки, починає набувати коричневого кольору в результаті «викурювання» сигарет. Це дозволяє учасникам освітнього процесу самостійно зробити об'єктивні висновки та прогнози.

Ефективно застосовувати аплікаційні моделі, наприклад кровоносної, травної, видільної, репродуктивної систем людини. Учні, складаючи з

частинок аплікації мале та велике коло кровообігу, відпрацьовують алгоритм руху крові, послідовність розташування артерій, повторюють відділи серця.

Цікавими є моделі скелету людини, виготовлені з макаронних виробів (рис. 2.7).



Рис. 2.7. Модель скелету людини з макаронних виробів

Експериментуючи на уроках, учні поглиблюють свої знання, вчаться встановлювати причинно-наслідкові зв'язки, критично мислити, пов'язують теорію з практикою, що сприяє усвідомленню важливості навчання.

Використання застосунків доповненої реальності на уроках біології.

В умовах надстрімкого розвитку науки, техніки й технологій значних перетворень зазнає вся освітня система, як у світі в цілому, так і в Україні зокрема. Імерсивні технології стрімко «входять» в освітній процес, захоплюють та змінюють світосприйняття не лише учнів, а й вчителів [51].

Імерсивні технології – це технології повного або часткового занурення у віртуальний світ або різні види «змішування» реальної і віртуальної реальності. Імерсивні технології також називають технологіями розширеної реальності. До їх переліку входять:

– VR-технології (Virtual Reality, технології віртуальної реальності);

– AR-технології (Augmented Reality, технології доповненої реальності). 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. Познайомитись з доповненою реальністю можна за допомогою одного лише смартфона, проте для занурення у віртуальний простір необхідно наявність спеціального шолому або окулярів [38].

Технології віртуальної і доповненої реальності 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. Зазначаємо, що AR і VR дають змогу набутися досвіду, до якого учні зазвичай не мають доступу.

Пропонуємо для застосування в процесі формування предметної компетентності учнів з біології використовувати такі засоби навчання технології доповненої реальності: AR-додатки, AR-карти, AR-книги, AR-підручники, журнали з AR, навчальні посібники з AR, 3D-розмальовки, AR-застосунки та ін.

Вивчати будову тіла, внутрішню систему органів людини найкраще із застосунок «AR Анатомія 4D+». Він містить розділи: мозок, серце, дихальна система, система внутрішніх органів, рука і зап'ястя, зуби, стегно, коліно, кісточка і стопа, лікоть, хребет, нирки, сечовидільна система, венозна система, артеріальна система, нервова система, травна система, лімфатична система, скелет.

За допомогою цієї безкоштовної програми та простих паперових зображень «Анатомія 4D» здатна відправити здобувачів загальної середньої освіти в інтерактивний 4D світ людської анатомії. Анатомія 4D використовує доповнену реальність та інші передові технології для створення ідеальної системи навчання XXI століття.

Додаток «Анатомія 4D+» дає можливість учням здійснити подорож по людському організму, виявити положення внутрішніх органів, ознайомиться із системами органів та іншими особливостями будови тіла. Просте використання 3-х вимірного зображення дає можливість використовувати його як у класі, так і поза його межами.

Розроблений DAQRI додаток «Анатомія 4D+» дозволяє:

- вивчити організм людини до найдрібніших деталей;
- виокремлювати різні органи чи системи органів (так, наприклад, можна зосередитися лише на скелеті, м'язовій або дихальній системі);
- обирати для вивчення як чоловічий, так і жіночий організм;
- збільшувати, зменшувати, переміщувати у просторі зображення, щоб детально вивчити кожен орган чи частину тіла організму людини;
- використовувати як нові друквані зображення для цієї програми, так і старі;
- надихнутися унікальністю людської анатомії.

Для роботи з цим застосунком спочатку необхідно роздрукувати або зберегти будь-який набір зображень із «Target Library» всередині програми у головному меню. Тепер учні готові до неймовірної 4D подорожі всередині людського організму. Школярі наводять свій пристрій на зображення та спостерігають як картинка оживає, рухається, змінює своє положення, з'являються надписи тощо.

Так, застосунок «AR Анатомія 4D+» можна використовувати під час вивчення теми «Організм людини як біологічна система» та інших тем у 8 класі (рис. 2.8).

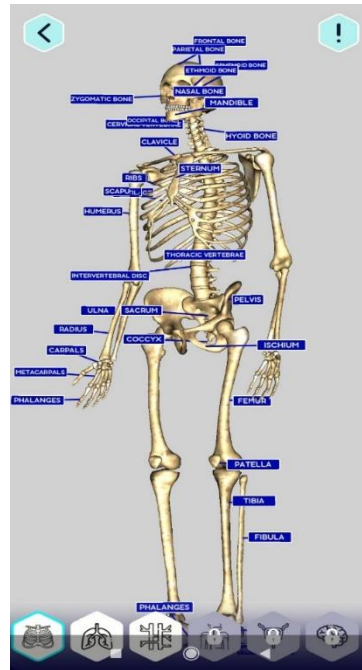


Рис. 2.8. Об'ємні моделі застосунку «AR Анатомія 4D+»

Кожна людина знає, що всередині тіла містяться внутрішні органи, кожен із яких має своє призначення і разом з подібними за функціями органами утворює відповідну систему. Але як вони насправді виглядають? Це демонструють відповідні 3D моделі застосунку «AR-3D Science» (рис. 2.9).



Рис. 2.9. 3D моделі застосунку «AR-3D Science»

Зазначаємо, що менш ширшого застосування в закладах освіти набули застосунки з віртуальною реальністю, так як для їх застосування необхідне

спеціальне обладнання. Якщо використовувати віртуальні застосунки, то на «YouTube-каналі» є каталог відеороликів VR, який постійно оновлюється.

Використання імерсивних технологій в освітньому процесі – наочне і цікаве вивчення природничих наук в одному приміщенні та сучасне проведення уроку. Вони допоможуть спростити розуміння, прискорити та зміцнити вивчення та засвоєння навчального матеріалу, а отже вивести компетентності учнів на новий якісний рівень знань.

Застосування QR-кодування.

Акцентуємо увагу, що одним з актуальних способів формування інформаційної складової освітнього середовища й упровадження підходу BYOD в освіті є використання QR-кодів (аббревіатура QR тлумачиться як Quick Response, тобто «швидка відповідь»). Так, уже є підручники з біології та робочі зошити, де деякі завдання супроводжуються QR-кодами. Практично будь-який сучасний мобільний пристрій легко розпізнає і розшифрує інформацію, закодовану за допомогою QR-коду. Для цього потрібно лише піднести камеру гаджета із встановленим продуктом до зображення коду. Спочатку програма розшифрує код, а після цього запропонує виконати певну дію, яка передбачена вмістом коду.

Для цього у вільному доступі існує безліч онлайн-ресурсів. Серед українських та україномовних ресурсів для створення QR-кодів слід виділити такі:

- <http://qrcodes.com.ua/>;
- <http://www.qr-code.com.ua>;
- <http://ua.qr-code-generator.com>.

Учитель за допомогою QR-кодів може урізноманітнити освітній процес. Наприклад, використовуючи QR-код як:

- елемент квест-уроку;
- елемент гри;
- інструмент для прискорення поширення інформації;
- інструмент звітності роботи учнів;

- елемент домашнього завдання;
- елемент самоперевірки виконаного завдання;
- QR-вікторина;
- елемент уявної екскурсії або подорожі.

Отже, використання елементів STEM-освіти на уроках біології створює можливість вивчати складні процеси шляхом їх унаочнення, закріплення теоретичних знань на практиці, сприяє розвитку комунікативних навичок під час роботи в команді, креативному підходу до вирішення завдань, усвідомленню важливості застосування науково-технічних знань в повсякденному житті.

2.3. Методичні рекомендації щодо застосування елементів STEM-освіти у процесі формування предметної компетентності учнів на уроках біології

Результати проведеного дослідження, узагальнення досвіду професіоналів-практиків з проблеми дослідження, власні наукові пошуки дозволили розробити методичні рекомендації щодо застосування елементів STEM-освіти у процесі формування предметної компетентності учнів на уроках біології:

1. Активно застосовувати інтегрований підхід у процесі формування предметної компетентності здобувачів загальної середньої освіти під час вивчення біології. Означений підхід не лише підвищить якість окремих компонентів освітнього процесу, а й сприятиме формуванню в учнів основних життєвих компетентностей, структурованої системи знань, яка зумовлює їх орієнтування в конкретно-предметній діяльності. Встановлення цілісної наукової картини світу й образу світу учнів на основі міжпредметних зв'язків в освітньому процесі також відкриває шляхи для розв'язання проблеми підвищення якості освіти, розвитку самостійності й креативності

здобувачів освіти та їхньої підготовки до самостійного здобуття знань і творчої діяльності.

2. Створювати й функціонально розвивати мейкер-простір, або мейкер-спейс (*англ. Maker Space* – простір для створювача). Це творчий простір учнів, де вони розвивають власні здібності, виявляють обдарованість або талант у специфічній діяльності, реалізують свій творчий потенціал, спілкуються з однодумцями, випробують власні можливості й відтворюють власні задуми в діяльності, не переймаючись тим, що наступний крок може стати хибним. Мейкерський простір складається з мейкерів, які використовують суміш цифрових і практичних навичок, щоб створювати та розповсюджувати винаходи задля власного використання та використання їх іншими людьми.

3. Розробляти й реалізовувати STEM-проєкти. Ефективним засобом реалізації STEM-освіти є проєктна діяльність учнів. Виконання проєктів передбачає інтегровану дослідницьку, творчу діяльність школярів, спрямовану на отримання самостійних результатів під керівництвом учителя-ментора. Саме такі проєкти сприяють ефективному формуванню діяльнісного й мотиваційно-ціннісного складників предметної біологічної компетентності здобувачів загальної середньої освіти.

4. Використовувати асоціативні, структурно-логічні й опорні схеми, які підвищують інтерес учнів до навчання, оскільки з'являється більша креативність, свобода в міркуваннях і доведенні учнів. Вони з легкістю формулюють власні висновки з будь-якої теми, що народжуються на очах у вигляді карток, таблиць, малюнків, моделей тощо.

5. Широко впроваджувати систему інтегрованих завдань, змодельованих із життєвих ситуацій.

6. Створювати STEAM-лабораторії. Вони включають в себе наявність 3D-принтерів, наборів навчальної електроніки, голографічної фотовідеостудії та інших сучасних технічних засобів. STEAM-освіта дозволяє вчителям наочніше пояснювати необхідний матеріал, тому що поруч із теорією учні

відразу бачать, як це виглядає в реальному житті. Таким чином відбувається доступ здобувачів освіти до сучасних технологій. Використання цифрових лабораторій в освітньому процесі дозволяє економити час на проведенні дослідження, додатково мотивувати учнів до більш глибокого вивчення предмета, та зробити навчальний процес цікавим та захоплюючим.

7. Навчання за STEM передбачає також підготовку педагога, діяльність якого не обмежується викладанням власного предмета, а здатного до реалізації міждисциплінарних зв'язків, який усвідомлює значущість професійних знань у контексті соціокультурного простору, свою соціальну відповідальність, постійно дбає про особистісне і професійне зростання, уміє досягти нових педагогічних цілей, сам постійно вчиться у процесі навчання інших.

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. Однак, проблема формування окресленої здатності з елементами STEM-освіти у здобувачів загальної середньої освіти не була предметом спеціального дослідження. На даному етапі потребують уточнення шляхи, методичний інструментарій застосування STEM-освіти (її елементів) у процесі формування предметної (біологічної) компетентності учнів.

2. Предметну біологічну компетентність учнів визначаємо як цілісне особистісне утворення, що поєднує в собі фундаментальні біологічні знання, уміння, навички, досвід різних способів діяльності, ціннісне ставлення до об'єктів живої природи, життя, розуміння його збереження і відповідно здатність учня їх застосовувати в певних життєвих ситуаціях, приймати адекватне рішення і нести за нього відповідальність, висловити судження і вибрати власну позицію. Предметна компетентність включає такі складники: логіко-змістову, пізнавальну, операційну, дослідницьку компетентність.

На основі результатів аналізу наукових джерел визначено загальну структуру предметної компетентності, у яку включені такі компоненти: знаннєвий, мотиваційно-ціннісний і діяльнісний. Знаннєвий компонент зорієнтований на засвоєння біологічних понять, фактів, законів і теорій; мотиваційно-ціннісний – на формування ціннісних орієнтацій, мотивів, інтересів і потреб взаємодії з навколишнім природним середовищем; діяльнісний – на застосування біологічних знань у житті та професійній діяльності.

3. З метою визначення рівнів сформованості досліджуваної здатності ми вирізнили критерії і показники сформованості предметної (біологічної)

компетентності учнів. Зазначені характеристики обґрунтували відповідно до компонентно-функціональної структури означеної компетентності, яка являє собою взаємозумовлений комплекс складників: знаннєвого, мотиваційно-ціннісного і діяльнісного. Нами визначені та схарактеризовані рівні сформованості предметної компетентності з біології в учнів з урахуванням критеріально-показникових даних. На основі результатів аналізу психолого-педагогічної літератури з проблеми дослідження ми виділили чотири рівні сформованості предметної учнів 8-х класів у процесі вивчення біології: початковий, середній, достатній і високий.

Застосувавши діагностичний інструментарій, ми з'ясували, що в учнів досліджуваних класів переважає середній і початковий рівні сформованості мотиваційно-ціннісного і діяльнісного компонентів предметної компетентності з біології. Натомість учнів з достатнім і високим рівнями знаннєвого компоненту предметної компетентності більше.

4. 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 8-х класів з елементами STEM-освіти: збагачення змісту навчання, реалізація інтеграційного підходу під час проведення STEM – занять, активне застосування дослідницької діяльності та моделювання, використання застосунків доповненої реальності на уроках біології, застосування QR-кодування.

5. Результати проведеного дослідження, узагальнення досвіду професіоналів-практиків з проблеми дослідження, власні наукові пошуки дозволили розробити методичні рекомендації щодо застосування елементів STEM-освіти у процесі формування предметної компетентності учнів на уроках біології: активно застосовувати інтегрований підхід у процесі формування предметної компетентності; створювати й функціонально розвивати мейкер-простір; розробляти й реалізовувати STEM-проекти; використовувати асоціативні, структурно-логічні й опорні схеми;

впроваджувати систему інтегрованих завдань, змодельованих із життєвих ситуацій; створювати STEAM-лабораторії.

Перспективу подальших досліджень убачаємо в розробці схем для створення об'ємних моделей органів та їхніх систем, що можуть бути використані на уроках біології у 8 класі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андрієвська В. М., Білоусова Л. І. Концепція BYOD як інструмент реалізації STEAM-освіти. *Фізико-математична освіта*. 2017. Вип. 4 (14). С. 13–17.
2. Бабійчук С. STEM-освіта у США: проблеми та перспективи. *Педагогічний часопис Волині*. 2018. №1 (8). С. 12–17.
3. Білик Ж. І. Реалізація STEM-підходу до навчання у процесі комплексних досліджень природних об'єктів рідного краю. *Освіта та розвиток обдар. особистості*. 2018. № 4. С. 73–79.
4. Білик Ж. І., Постова К. Г. Методика та організація навчально-дослідницької діяльності учнів з біології з огляду на STEM-підхід в освіті. *Освіта та розвиток обдарованої особистості*. 2017. № 6. С. 22–25.
5. Васильченко Л. STEM-освіта як важлива умова підвищення якості сучасної природничо-математичної освіти. *Нова педагогічна думка*. 2019. № 3. С. 55–57.
6. Величко Л. Компетентнісний і ЗУНівський підходи в навчанні: порівняння ознак таблиці. *Біологія і хімія в рідній школі*. 2017. № 4. С. 2–5.
7. Величко Л., Козленко О., Малієнко Ю. Синхронічна таблиця як засіб інтегрування знань з природничих предметів. *Український педагогічний журнал*. 2016. № 3. С. 260–264.
8. 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.
9. 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.
10. 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.

11. Генкал С. Структура біологічної компетентності учнів профільних класів. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*, 2017, № 8 (72). С. 236-246.

12. Гнєзділова В. І. Інноваційні технології у STEM-освіті: навчальний посібник для студентів спеціальності 014 Середня освіта. Івано-Франківськ: Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, 2021. 76 с.

13. Гриньова О., Цунікова І. Трансформація інформаційно-освітнього середовища в контексті впровадження STEM-навчання. *Наукові записки Малої академії наук України. Серія: Педагогічні науки*. Київ, 2017. Вип. 10. С. 197–207.

14. Державний стандарт базової середньої освіти. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/nova-ukrayinska-shkola/derzhavnij-standart-bazovoyi-serednoyi-osviti>

15. Доценко С. STEM-освіта: науковий дискурс та освітні практики. *Рідна школа*. 2021. № 3. С. 31-35.

16. Дячковська Л. К. Формування ключових компетентностей учнів : методичний посібник. Миколаїв : Навчально-методичний центр професійно-технічної освіти у Миколаївській області, 2012. 160 с.

17. Задорожний К. М. Дослідницька та проектна діяльність під час вивчення біології. Харків : Видавнича група «Основа», 2008. 143 с.

18. 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.

19. Козленко О., Діска К. Досвід використання блоків моделей у навчанні біології. *Біологія і хімія в рідній школі*. 2016. № 2. С. 29–32.

20. Колток Л., Іваник Н. Упровадження STEM-освіти в освітній процес нової української школи. *Актуальні питання гуманітарних наук*. Дрогобич, 2020. Т. 3. №27. С. 133–136.

21. 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 СОІППО, 2021. 62 с.

22. Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи / за ред. О. В. Овчарук. Київ : К.І.С., 2004. 112 с.

23. 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>

24. 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>

25. Коршевніук 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>.

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

27. Левченко М. STEM як стратегія освіти XXI століття. *Рідна школа*. 2020. № 2/4. С. 74–76.

28. 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>

29. Матяш Н. Відображення компетентісного підходу до вивчення людини в авторських підручниках з біології. *Проблеми сучасного підручника*. 2017. Вип. 18. С. 88–94.

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

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

32. 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.

33. 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.

34. Мірча Н. Зміст і напрями організації освітнього процесу із запровадженням STEM-навчання задля формування компетенцій учнів. *Наукові записки Малої академії наук України. Серія: Педагогічні науки*. Київ, 2019. Вип. 15. С. 50–55.

35. Морзе Н. В., Нанаєва Т., Омельченко Н. STEM в освіті: навч. посіб. Київ: ACCORD GROUP, 2018. 116 с.

36. Москаленко М. П., Вакал А. П., Міронець 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.

37. 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.

38. Патрикеева О. О. Методичні засади розвитку STEM-освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти. *Педагогіка і психологія. Вісник НАПН України*. 2018. № 4 С. 27–36.

39. Поліхун Н. І., Сліпухіна І. А., Чернецький І. С. Педагогічна технологія STEM як засіб реформування освітньої системи України. *Освіта та розвиток обдарованої особистості*. 2017. № 3(58), С. 5–9.
40. 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>
41. Про освіту : Закон України від 05.09.2017 р. № 2145-VIII. *Голос України*. 2017. 27 верес. (№ 178-179). С. 10–22.
42. 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.
43. 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.
44. Рибалко Л. Упровадження інноваційних підходів до навчання – шлях модернізації змісту освіти. *Вісник Львівського університету. Серія педагогічна*. 2016. № 31. С. 3–10.
45. Родигіна І. Діяльнісний підхід до формування базових компетентностей учнів. *Біологія і хімія в школі*. 2005. № 1. С. 34–36.
46. Савченко О. Ключові компетентності – інноваційний результат шкільної освіти. *Рідна школа*. 2011. № 8–9. С. 4–8.
47. Стирижак О. Є., Сліпухіна І. А., Полісун Н. І., Чернецький І. С. STEM-освіта: основні дефініції. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2017. Т. 62. №6. С. 16–33.
48. Топузов О. Теоретико-методичні засади особистісно-орієнтованого навчання предметів природничого циклу. *Рідна школа*. 2012. № 1-2. С. 13–16.
49. Упровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної і неформальної освіти обдарованих учнів: методичні рекомендації / Н. І. Поліхун, К. Г. Постова, І. А. Сліпухіна, Г. В. Онопченко, О. В. Онопченко. Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2019. 80 с.

50. 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.

51. Шарко В. Д. Модернізація системи навчання учнів STEM-дисциплін як методична проблема. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. 2016. Вип.10 (III). С. 160-165.

52. Школьна А. В. Використання елементів STEM-освіти на уроках біології у 8 класі. *Студентський науковий вимір проблем природничо-математичної освіти в контексті інтеграції України до єдиного європейського і світового освітнього простору*: зб. наук. праць IV Всеукр. студ. наук.-практ. інтернет-конф. (м. Глухів, 25 травн. 2022 р.). Глухів, 2022. С. 117–118.

53. 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. I 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>

54. Юсипіва Т. І., Міняйло 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.

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

Додаток А

Біологічні задачі до розділу «Людина» (8 клас)

1. У пологовому будинку переплутали дітей. Відомо, що в першій дитини I група крові, у другій IV. У батьків, які хочуть забрати дітей: у першій пари в обох батьків II група крові, в другій пари – II і III. Яка пара має забрати першу дитину і є її батьками?

2. Учені провівши досліди з'ясували: у пробірку з кров'ю людини, яка перехворіла на дифтерію, додавали мікроорганізми дифтерії – вони гинули. У другу пробірку з кров'ю людини, яка не хворіла на дифтерію, додали ці мікроорганізми – вони не гинули. Чому?

3. Скільки всього шлункового соку виробляється за життя людини, яка прожила 80 років? Відомо, що за добу виділяється близько 2 л шлункового соку.

4. На добу в організм людини разом з їжею повинно надходити 0,5- 0,8 г кальцію. Скільки молока на день слід випивати людині, щоб забезпечити себе кальцієм, якщо відомо, що в 100 г його міститься 0,1 г?

5. При зануренні у воду в балоні для дихання знаходиться кисню лише 5-6%. Чому?

6. Швидкість проведення збудження по нервах ссавців і людини становить 100-120 м/с, жаби – 26 м/с, риби – 4 м/с. Як пояснити цю різницю?

7. Доведено, що з 170 л первинної сечі, яка фільтрується в ниркових капсулах людини протягом доби, 168,5 л реабсорбується в кров, а з організму виводиться лише 1,5 г сечі. Розрахуйте вихід сечі.

8. У дослідах з вивчення стомлення м'язів руки Сеченовим І.М. була виявлена цікава закономірність: рука, що стомилася, відпочиває швидше, якщо працюють м'язи іншої руки. Поясніть це явище.

9. У 1846 році на судні «Мері Сомс» загинув батальйон солдат, що сховалися від бурі в його трюмах, хоча саме судно залишилося зовсім неушкодженим. Що спричинило загибель солдат?

10. Люди, які систематично їдять цибулю і часник, щоб позбутися запаху, полощуть ротову порожнину, чистять зуби, проте, характерний запах не зникає. Чому?

Додаток Б

Компетентнісно орієнтовані завдання до розділу «Біологія 8 клас»

Завдання 1. Поясніть, чому ваше серце б'ється частіше, коли ви виконуєте фізичні вправи.

Завдання 2. Жовчний міхур містить жовч – речовину, яка сприяє перетравленню жирів. Які види їжі потрібно уникати людині, в якій видалений жовчний міхур?

Завдання 3. Життєва ємність легень людини складає 3500 мл. Визначіть об'єм і масу кисню і вуглекислого газу (CO_2), який міститься в тому об'ємі повітря, який людина вдихає за 1 год, якщо здійснює 16 вдихів за хвилину.

Завдання 4. Яку масу кисню переносить кров людини масою 60 кг за один колообіг, якщо маса крові в організмі складає 8% від маси тіла, а вміст гемоглобіну в крові 14 г на 100 мл крові (густина крові — $\rho = 1,05$ г/мл)?

Завдання 5. Ви уже знаєте, що біологічна роль жирів полягає у виконанні енергетичної, будівельної, терморегуляційної і захисної функції. Яка маса води утворюється в організмі людини при повному окисненні місячної норми (1,2 кг) жирів, що вживаються (в перерахунку на тристеарин)? Скільки енергії виділиться, якщо при окисненні 1 г жиру утвориться 38,9 кДж?

Завдання 6. За добу у шлунку людини виділяється біля 800 мл шлункового соку (густина — $\rho = 1,066$ г/мл). Розрахуйте масу натрію хлориду, необхідного для утворення хлоридної кислоти, який міститься у шлунковому соці, масова частка якої в шлунковому соці 0,4–0,5%. Учням з хімії уже відомо, що фізіологічна дія хлоридної кислоти (HCl) спрямована на підтримання кислого середовища у шлунку для забезпечення нормальної діяльності травних ферментів (гідроліз білків) і прояв бактерицидних властивостей (знищення шкідливої для організму флори). Потрібно враховувати, що для утворення хлоридної кислоти в організмі людини

потрібний натрій хлорид. З 1 моля натрію хлориду може утворитися 1 моль хлоридної кислоти.

Завдання 7. Як вам відомо, першу вакцину проти натуральної віспи винайшов англійський лікар Едуард Дженнер, який помітив, що доярки, які перехворіли на коров'ячу віспу, несприйнятливі до людської віспи. Як поступив Е. Дженнер далі і яке це мало значення для розвитку біології і медицини? Яка риса характеру лікаря зіграла роль у цій ситуації?

Завдання 8. Луї Пастер – засновник сучасної медичної мікробіології та імунології розробив метод запобіжних щеплень проти ряду інфекційних захворювань, зокрема вакцинацію проти сибірки, бешихи свиней, сказу. Він запропонував методи стерилізації (пастеризації), в основі яких лежить знищення хвороботворних бактерій, цільових грибів тощо. Цей метод застосовують при консервуванні харчових продуктів. З результатами використання методу пастеризації ми стикаємося щодня, купуючи молочні продукти «Молоко пастеризоване» тощо. Оцініть наукові здобутки вченого і поясніть їх значення у сучасних технологіях зберігання продуктів харчування.

Завдання 9. За кожне скорочення серце викидає в аорту 70 мл крові. Знаючи систолічний об'єм крові (СОК) і частоту серцевих скорочень (ЧСС), визначіть, скільки крові серце перекачує за той чи інший проміжок часу (наприклад, за одну хвилину) і яку роботу при цьому воно виконує.

Завдання 10. Скільки л крові перекачає серце бігуна, якщо відомо, що пульс у марафонця в період бігу дорівнює 150 уд/хв, а час в дорозі 2 год 30 хв. У період бігу лівий шлуночок за одне скорочення викидає біля 100 мл крові.

Завдання 11. Скільки повітря необхідно людині в спокої упродовж години, якщо відомо, що гемоглобіну в крові міститься 750 г, а 1 г гемоглобіну може зв'язати 1,34 мл кисню. На один повний цикл кров витрачає в середньому 0,5 хв.

Завдання 12. Припустимо, що ви вранці на сніданок з'їли бутерброд з ковбасою. У яких відділах травної системи і під впливом яких речовин відбудеться травлення її компонентів?

Завдання 16. У групі альпіністів завжди зустрічається кілька чоловік, які не можуть подолати висоту. У них виникає, насамперед, задуха, головокружіння, головний біль, серцева недостатність, тошнота і шум у вухах. Поясніть, в чому причина такого різкого погіршення самопочуття.

Завдання 17. Скільки повітря (л) потрібно для дихання класу з 25 учнів за 40 хв уроку, якщо людина в середньому робить 16 вдихів за хвилину, вдихаючи при кожному з них 500 мл повітря? Які наслідки продуктивності праці учнів спостерігаються, якщо тривалий час не провітрювати класну кімнату?

Завдання 18. Користуючись малюнком, схарактеризуйте будову бронхів і поясніть, чому бронхіт складно вилікувати?

Завдання 19. Перед тим як пірнути під воду використовується акваланг. На жаль, досвід використання акваланга показав, що з його допомогою погрузатися під воду можна лише на глибину до 40 м. Поясніть, чому подальше погруження небезпечно для життя аквалангіста.

Завдання 20. Визначте, скільки глюкози ($C_6H_{12}O_6$) має окислитися в м'язах для того, щоб підняти штангу масою 50 кг на висоту 2 м, якщо відомо, що під час окиснення 1 г глюкози виділяється 17,2 кДж енергії.

Завдання 21. Чому дітям подобається гойдатися на гойдалках? Яке це має значення?

Завдання 22. Чому у людей похилого віку часто порушується рівновага тіла?

Завдання 23. Під час здачі загального аналізу крові, лікар звертає особливу увагу на рівень глюкози в крові. Поясніть, чому лікар надає такого значення рівню глюкози в крові та вкажіть орган, порушення функції якого може спричинити таке збільшення.

Завдання 24. Оля прийшла до школи із застудою. Минуло декілька днів, і половина її шкільних подруг також захворіли. Назвіть одну із наймовірніших причин, чому одна частина її подруг захворіла, а частина – ні. І чи правильно поступила Оля, прийшовши до школи із застудою?

Завдання 25. Для здоров'я людини дуже корисні листові овочі. Джерелом яких речовин вони є?

А білків

Б вуглеводів

В мінеральних речовин

Г жирів.

**План-конспект інтегрованого уроку з біології з елементами STEM-освіти
(8 клас).**

Тема: Газообмін у легенях і тканинах.

Навчальні цілі: учні знатимуть про сутність процесу газообміну в легенях та в тканинах, роль дифузії в цих процесах; зможуть розкрити зв'язок між дихальною і кровоносною системами; зможуть аналізувати зображення з цифрового мікроскопа, встановлювати причинно-наслідкові зв'язки, розв'язувати задачі, робити висновки.

Програмні вимоги: учні характеризують процеси газообміну в легенях та тканинах; порівнюють та обґрунтовують відмінність складу повітря, що вдихається і видихається; газообмін у легенях і тканинах.

Обладнання: таблиця «Органи дихання», мультимедійна презентація, роздатковий матеріал, USB мікроскоп, оптико-цифровий мікроскоп, проєктор, мультимедійна дошка.

Тип уроку: комбінований

Хід уроку

1. Організаційний етап.

Привітання учнів, перевірка їх готовності до уроку.

2. Перевірка домашнього завдання й актуалізація опорних знань учнів.

2.1. Тестові завдання на встановлення однієї правильної відповіді:

1. *Укажіть, який процес називається внутрішнім диханням:*

А вентиляція легенів

Б дифузія газів у легенях

В дифузія газів у тканинах

Г окиснювальні процеси в клітинах

2. *Зазначте, при подразненні якої ділянки дихальних шляхів виникає чхання:*

А носової порожнини

Б глотки

В ротової порожнини

Г гортані

3. *Укажіть, який процес називається зовнішнім диханням:*

А вентиляція легенів

Б дифузія газів у легенях

В дифузія газів у тканинах

Г окиснювальні процеси в клітинах

4. *До верхніх дихальних шляхів належать:*

А носова порожнина, трахея, легені

Б носова порожнина, носоглотка, глотка

В носова порожнина, бронхи, трахея

Г гортань, трахея, бронхи

5. *До нижніх дихальних шляхів належать:*

А носова порожнина, трахея, легені

Б носова порожнина, носоглотка, глотка

В носова порожнина, бронхи, трахея

Г гортань, трахея, бронхи

6. *Носова порожнина виконує функції:*

А зігрівання, очищення, зволоження, знезараження повітря

Б зігрівання, очищення, зволоження, газообміну повітря

В зігрівання, збагачення, зволоження повітря

Г зігрівання, очищення, окиснення повітря

7. *Відділ дихальної системи, що має вид лійки:*

А легені

Б трахея

В гортань

Г носоглотка

8. *Укажіть з якої тканини утворені голосові зв'язки:*

А посмугованої м'язової

Б непосмуговоної м'язової

В сполучної

Г епітеліальної

9. Бронх, що входить у праву легеню поділяється на:

А дві гілки

Б три гілки

В чотири гілки

Г не поділяється

10. Укажіть якою тканиною утворена задня стінка трахеї:

А посмуговоної м'язової

Б сполучна тканина із непосмугованими м'язами

В сполучної

Г епітеліальної

11. Бронх, що входить в ліву легеню поділяється на:

А дві гілки

Б три гілки

В чотири гілки

Г не поділяється

12. Пройшовши гортань, повітря потрапляє до:

А легень

Б трахеї

В бронхів

Г глотки

2.2. «Творча лабораторія».

Більшість людей вважають, що під час захворювання, яке супроводжується кашлем, необхідно приймати лікарські препарати які його пригнічують. Яка ваша думка з цього питання?

2.3. Вправа «Встановити послідовність».

Встановіть правильну послідовність процесів, що відбуваються під час дихання:

- А Транспортування газів кров'ю.
- Б Використання кисню клітинами й виділення ними вуглекислого газу.
- В Дифузія газів у легенях (обмін газів між кров'ю та альвеолярним повітрям).
- Г Дифузія газів у тканинах (обмін газів між кров'ю та тканинами).
- Д Вентиляція легенів (обмін повітря між зовнішнім середовищем і альвеолами легень).

3. Мотивація навчальної діяльності.

Доцільно використати прийом «Відкладена відповідь». У процесі засвоєння нових знань, учні встановлюють причину загибелі людей, використовуючи міжпредметні зв'язки фізики та біології (на великій висоті люди опинилися в умовах зниженого тиску — у розрідженій атмосфері дуже низький парціальний тиск кисню).

Задача. Навесні 1862 р. у Франції троє людей піднялися на повітряній кулі «Зеніт» на висоту 11 км. На землю повернувся один живий, решта загинули. Ніхто не міг пояснити причину трагедії, оскільки кисню на цій висоті було достатньо. Згодом причину встановив учений І.М.Сеченов. То чому ж загинули люди на «Зеніті»? Щоб відповісти на запитання задачі, ознайомимось із будовою легень та особливостями газообміну в легенях і тканинах.

4. Вивчення нового матеріалу.

План пояснення нового матеріалу

1. *Особливості будови легенів* (розповідь вчителя, робота з USB мікроскопом, самостійна робота з підручником метод «Нова інформація»).

2. *Газообмін у легенях і тканинах* (пояснення вчителя, експеримент, пошукова робота з підручником, бесіда, заповнення таблиці, повідомлення учня).

1.1. Особливості будови легенів.

Розповідь вчителя: Легені – органи дихання, розташовані в грудній порожнині. Це парні органи: права легеня є більшою і складається з 3 часток,

ліва – з 2 часток. Основна функція легень. За допомогою легень здійснюється газообмін між повітрям у порожнині легень і кров'ю, що тече легeneвими капілярами. Проектування зображення на екран: Права легеня складається з трьох долей, а ліва з двох.



Запитання для учнів: Чому права легеня більша і складається з трьох часток, ліва - з двох?(в лівій частині знаходиться серце)

Самостійна робота з підручником (метод «Нова інформація»).
Опрацювати текст «Які особливості будови легень?», ст..66, §14 (Біологія : підруч. для 8 кл. загальноосвіт. навч. закл./Валерій Соболев. – Кам'янець-Подільський : Абетка, 2016. –288 с. : іл.).

Дати відповідь на питання:

Які особливості будови легень?

Учні роблять записи в зошит нової інформації під час самостійного опрацювання теоретичного матеріалу. *Легені складаються з легeneвих пухирців – альвеол. Альвеоли – легeneві пухирці, в яких відбувається газообмін між кров'ю і вдихуваним повітрям. Плевра – сполучнотканинна оболонка легень. Сурфактант – жироподібна речовина, що перешкоджає злипанню альвеол. Всю площу легень утворюють легeneві пухирці – альвеоли. Загальна поверхня всіх легeneвих пухирців перевищує 100 кв.м. Легeneві пухирці вкриті густою сіткою кровоносних капілярів малого кола кровообігу. Легeneві пухирці всередині вистелені спеціальною оболонкою, яка не дозволяє їм*

спадатися, а залишатися округлими. Така оболонка носить назву сурфактант.—

Методичні рекомендації. Після вивчення будови легень доцільно звернути увагу учнів на значення для їх функціонування плевральної порожнини та плевральної рідини. Тому доцільно поставити перед учнями наступні запитання.

Запитання для учнів:

– Плевральна порожнина, яка утворена легеневою та пристінковою плеврами, заповнена плевральною рідиною. Яка функція плевральної рідини? (полегшує тертя під час вдиху-видиху).

– У плевральній порожнині тиск на 6-9 мм рт.ст. нижчий від атмосферного. Використовуючи знання з фізики, поясніть, яке це має значення? (це сприяє рухові легень під час вдиху і видиху).

Зовні легені вкриті сполучнотканниною оболонкою – плеврою, яка має два листки: легенева плевра та пристінкова. Легенева прилягає до легень, а пристінкова до ребер. Між ними знаходиться плевральна порожнина.

4.2. Газообмін у легенях і тканинах.

Методичні рекомендації. Для розуміння учнями, що у легневих пухирцях (альвеолах) міститься повітря, доцільно продемонструвати наступний дослід, показати легені свіжі та варені під мікроскопом і поставити проблемне запитання.

Демонстрація досліду:

Вчитель наливає у дві склянки воду і опускає в першу склянку шматочок свіжих легень (наприклад, свинячих), а в другу варених (учні відзначають, що варені легені опустились на дно склянки, а свіжі залишились на поверхні води) *Демонстрування шматочка свіжих і варених легень під USB мікроскопом.* Запитання до учнів:

– Чому варені легені потонули, а свіжі – ні? (учні роблять припущення, що свіжі легені містять повітря) Повітря, яке міститься в альвеолах (легневих пухирцях) називається альвеолярне.

– Яке повітря називається вдихуваним, а яке видихуваним? (обговорення відповідей учнів).

Людина дихає атмосферним повітрям, яке складається із суміші газів. Як ви вважаєте – чи однаковий склад повітря, який ми вдихаємо і видихаємо? (учні відмічають, що склад повітря буде різний).

Методичні рекомендації. Для визначення складу вдихуваного і видихуваного повітря можна використати програмне забезпечення Logger PRO 3, LabQuest 2, O₂ –датчик газу, CO₂ –датчик газу, BioChamber 250 (пляшечки для O₂ –датчика газу і CO₂ –датчика газу). Використовуючи датчик O₂, LabQuest 2, виміряти кількість кисню у вдихуваному та видихуваному повітрі. Аналогічно, використовуючи датчик CO₂, LabQuest 2, виміряти кількість вуглекислого газу. Після чого, порівняти склад даних газів у вдихуваному та видихуваному повітрі. Дані можна записати до таблиці:

Повітря	Вміст газів	
	<i>Кисень</i>	<i>Вуглекислий газ</i>
<i>Вдихуване</i>		
<i>Видихуване</i>		

Завдання для учнів:

1. Порівняйте склад: Вдихуваного та видихуваного повітря.
2. Поясніть: Чому змінюється їхній склад?
3. Яке це має значення для організму? (обговорення відповідей учнями)

Людина дихає атмосферним повітрям з вмістом кисню 21%, вуглекислого газу — 0,03%, а видихає — 16%, вуглекислого газу — 4%. В альвеолярному повітрі кисню — 14,2%, вуглекислого газу — 5,2%. Альвеолярне повітря відрізняється від вдихуваного і видихуваного.

Запитання для учнів:

– Пригадайте з курсу фізики: Що таке парціальний тиск? (Парціальним тиском називають частину загального тиску, яка припадає на цей газ у газовій суміші).

Практичне завдання для учнів (біологія + фізика + математика):

В альвеолярному повітрі парціальний тиск кисню становить 100-110 мм рт.ст., у венозній крові – 40 мм рт.ст. У венозній крові, яка надходить до легень, парціальний тиск вуглекислого газу дорівнює 47 мм рт. ст., а в альвеолярному повітрі — 40 мм рт. ст. Використовуючи вищенаведені дані, вкажіть, в якому напрямку здійснюється дифузія кисню та вуглекислого газу в легенях. Зробіть схематичний малюнок.

Альвеоли легень обплетені густою сіткою капілярів. Стінки капілярів дуже тонкі, що сприяє проникненню газів із легень у кров і навпаки. Газообмін залежить від поверхні, через яку здійснюється дифузія газів і різниці парціального тиску дифундуючих газів. У крові кисень сполучається з гемоглобіном, утворюючи оксигемоглобін. 1 г гемоглобіну зв'язує 1,34 см³ кисню. В альвеолярному повітрі парціальний тиск кисню 100- 110 мм рт.ст., у венозній крові – 40 мм рт.ст. Різниця становить 60-70 мм рт. ст.. За цих умов 97% гемоглобіну крові з'єднується з киснем. Що ж до вуглекислого газу, то вміст, а отже і парціальний тиск його в альвеолярному повітрі менший, ніж у венозній крові, яка рухається по капілярах легень. У венозній крові, яка надходить до легень, парціальний тиск вуглекислого газу дорівнює 47 мм рт. ст., а в альвеолярному повітрі — 40 мм рт. ст.. Цієї різниці (7 мм рт. ст..) цілком досить для забезпечення дифузії вуглекислого газу з крові в альвеолярне повітря.

Практичне завдання для учнів:

Як відбувається газообмін у тканинах? Якщо відомо, що в артеріальній крові парціальний тиск кисню 96 мм рт.ст., в тканинній рідині — 20-46 мм рт.ст. В тканинній рідині — 20-46 мм рт.ст., а в клітинах — близько до нуля. Парціальний тиск вуглекислого газу в клітинах становить 60 мм рт.ст. внаслідок утворення його в мітохондріях, а в крові парціальний тиск CO₂ становить – 32-45 мм рт.ст.

(У тканинах безперервно відбуваються окислювальні процеси, в яких сполучається кисень. Перехід кисню з крові в тканини зумовлюється

різницею парціальних тисків його в крові і тканинах. В артеріальній крові парціальний тиск кисню 96 мм рт. ст., в тканинній рідині — 20-46 мм рт. ст. Різниця тиску кисню (76-50 мм рт. ст.) забезпечує енергійний перехід кисню з плазми крові через стінку капіляра в тканинну рідину. Газообмін між тканинною рідиною і клітинами відбувається завдяки різниці тиску кисню: в тканинній рідині — 20-46 мм рт. ст., а в клітинах — близько до нуля. Парціальний тиск вуглекислого газу становить 60 мм рт. ст. внаслідок утворення його в мітохондріях. Таким чином, вуглекислий газ переходить у тканинну рідину і кров (в крові його парціальний тиск становить — 32-45 мм рт. ст., різниця — 28-15 мм рт. ст.), а кисень — в клітини. Збідніла на кисень кров поступає в легені, де цикл обміну газів повторюється. Крім різниці парціального тиску, на ступінь віддачі кисню оксигемоглобіном впливає величина тиску вуглекислого газу. Чим більше його в крові, тим слабший зв'язок гемоглобіну з киснем. Міцність зв'язку гемоглобіну з киснем залежить також і від температури: при підвищенні температури зв'язок слабший, при зниженні — сильніший).

Проектування зображення на екран:



Отже, по артеріях малого кола кровообігу в легені поступає венозна кров, яка збагачується киснем. Одночасно венозна кров звільняється від вуглекислого газу та видихається. Збагачена киснем кров по судинах великого кола рухається до органів та збагачує їхні клітини киснем. В результаті життєдіяльності клітин утворюється вуглекислий газ, який поступає в кров і вона перетворюється на венозну.

Це цікаво: Багато речовин, зокрема наркотики (ефір, хлороформ, спирти), гальмують процеси дихання. Небезпечною отрутою є чадний газ, який утворюється в результаті неповного згорання дров, вугілля тощо.

Методичні рекомендації. Перед вивченням транспортування газів кров'ю, доцільно подивитись еритроцити під мікроскопом, пригадати їх будову і чим зумовлений червоний колір. Демонстрування еритроцитів людини під оптико-цифровим мікроскопом. Пригадайте будову еритроцитів. Чому вони червоні?

Пошукова робота з підручником. Опрацювати текст «Транспорт кисню», «Транспорт вуглекислого газу», ст. 70, §15 і дати відповідь на питання:

Як транспортуються гази кров'ю?

Які сполуки при цьому утворюються?

Транспорт кисню від легень до тканин здійснюється переважно гемоглобіном еритроцитів крові, що є основним транспортувальником кисню. Незначна частка O_2 (близько 1%) транспортується в плазмі у розчиненому стані, оскільки розчинність кисню у воді невелика. Гемоглобін містить атом двовалентного Феруму, що зв'язує кисень, і перетворюється на оксигемоглобін (HbO_2). Один грам гемоглобіну може приєднати 1,34 мл кисню.

Транспорт вуглекислого газу від тканин до легень здійснюється трьома способами: 1) у розчиненому стані (10 %); 2) у вигляді карбгемоглобіну (10 %); 3) у вигляді карбонатів (80 %). Розчинність CO_2 у воді більша за розчинність кисню, тому й більша частка вуглекислого газу переноситься плазмою крові. Частина вуглекислого газу зв'язується з гемоглобіном з утворенням карбгемоглобіну ($HbCO_2$). Ця сполука є нестійкою й легко розкладається в легневих капілярах. Решта CO_2 взаємодіє з водою плазми крові, утворюючи карбонатну кислоту (H_2CO_3).

Повідомлення учня: «Вплив зниженого атмосферного тиску на організм людини» Вплив зниженого атмосферного тиску людина відчуває при

підніманні на висоту в літаку, в горах. Патологічні зміни, які виникають при цьому, зумовлені двома основним чинниками: зменшенням парціального тиску кисню у повітрі, що вдихається, і зниженням атмосферного тиску (декомпресією). Брак кисню спричиняє стан гіпоксії. Комплекс проявів, пов'язаних із зникненням атмосферного тиску, дістав назву синдрому декомпресії. При зниженні атмосферного тиску гази, що містяться в організмі, розширюються, знижується їх розчинність у рідкому середовищі. Точка кипіння крові та інших рідин настільки знижується, що вони можуть «закипіти» при температурі тіла. Характер цих явищ залежить від швидкості декомпресії та її ступеня. У разі швидкого перепаду атмосферного тиску розвивається синдром вибухової декомпресії. В його розвитку відіграє важливу роль баротравма легень, серця і великих судин внаслідок різкого підвищення внутрішньолегенового тиску. Розрив альвеол і судин легень призводить до проникнення газових пухирців у кровеносну систему (газова емболія). У випадку розгерметизації космічного корабля чи висотного літака настає миттєва смерть внаслідок «закипання» крові та інших рідин організму, а також в результаті блискавичної форми гіпоксії. У разі поступового переходу людини в умови зниженого барометричного тиску розвивається гірська, або висотна, хвороба.

5. Узагальнення і систематизація знань

5.1. Прийом «Відкладена відповідь». Учні відповідають на запитання, поставлене на етапі мотивації засвоєння знань:

Чому загинули аеронавти у 1875 році? (Відповідь. Люди загинули від нестачі кисню в організмі. Серед найчистішого повітря на великій висоті люди опинилися в умовах зниженого тиску – у розрідженій атмосфері дуже низький парціальний тиск кисню).

Підсумок. Отже, на висоті 7-8 тис.м. артеріальна кров за своїм газовим складом наближається до венозної. Усі тканини тіла відчують гостру нестачу кисню, що призводить до тяжких наслідків. Тому при піднятті на

висоту більше – 5 тис.м. необхідно користуватися спеціальними кисневими приладами.

5.2.Вправа «Біологічний практикум». Як дослідним шляхом довести, що під час дихання виділяється вуглекислий газ? (Видихнути повітря через трубочку у вапняну воду (вапняна вода помутніє). Вапняна вода взаємодіє з вуглекислим газом з утворенням кальцій карбонату)

6.Підведення підсумків уроку.

Учні працюють з відкритим реченням:

На сьогоднішньому уроці для мене найважливішим відкриттям було...

Виставлення і аргументація оцінок.

7.Домашнє завдання.

7.1. Завдання для всього класу. Підручник: опрацювати параграфи 14 ст. 66, 15 ст. 69-71, усно відповісти на різнорівневі запитання ст. 71. Зошит: опрацювати записи в зошиті.

7.2. Індивідуальні та творчі завдання. Поясніть вислів: «Хто їсть яблука, той легше дихає».

7.3. Скласти діаграму Вена «Порівняльна характеристика процесу газообміну в легенях і тканинах».

Урок закінчено!

Дослід (8 клас)

Тема: Виявлення крохмалю та глікогену в тканинах організмів.

Мета вчителя: ознайомити учнів з органічними компонентами клітини, показати відмінність двох полісахаридів між собою.

Обладнання: пивні дріжджі, цукор, крохмаль, картопля, 10% розчин трихлороцтової кислоти ($C_2HCl_3O_2$), зелене яблуко, насіння пшениці, боби, лід, кварцовий пісок, розчин I_2 та KI , кристалізатор, стаканчики, воронка Бюхнера (або звичайна воронка), фільтр, марля, колба на 100 мл, пробірки, штатив, спиртівка.

Очікувані результати навчально-пізнавальної діяльності учнів: учні називатимуть: органічні компоненти клітини; характеризуватимуть: відмінності двох полісахаридів між собою; порівнюватимуть: особливості крохмалю та глікогену; робитимуть висновок: про різноманітність структур полісахаридів тваринного та рослинного походження, їх біологічні функції.

Методичні рекомендації вчителю Глікоген (також відомий як «тваринний крохмаль», попри неточність цієї назви) – полісахарид, гомополімер α -глюкози, основна форма її зберігання в клітинах тварин, більшості грибів, багатьох бактерій та архей. У мікроорганізмів глікоген більш менш рівномірно розкиданий по цитоплазмі клітини у вигляді гранул діаметром 20-100 нм, їх зазвичай можна побачити тільки через електронний мікроскоп. Якщо клітина містить багато глікогену вона стає червоно-коричневою при зафарбовуванні розчином йоду. У хребетних тварин найбільші кількості глікогену запасуються печінкою, де він може становити 7-10% загальної маси (100-120 г у дорослої людини), та скелетними м'язами (1-2% від загальної маси). Невеликі кількості глікогену знаходяться в нирках, і ще менші – в певних гліальних клітинах мозку і білих кров'яних тільцях. Крохмаль (лат. *amylum*, $(C_6H_{10}O_5)_n$) – рослинний високомолекулярний полісахарид амілози і амілопектину, мономером яких є глюкоза. Резервний гомополісахарид рослин. Нагромаджується в результаті фотосинтезу у

плодах, зерні, коренях і бульбах деяких рослин як запасна форма вуглеводів. Види крохмалю: картопляний, кукурудзяний, амілопектиновий, пшеничний, рисовий, гороховий, тапіоковий, модифікований і ін. Найбагатше крохмалем зерно злакових рослин: рису (до 86%), пшениці (до 75%), кукурудзи (до 72%), а також бульби картоплі (до 24%) та зерно ячменю.

Для організму людини крохмаль поряд з сахарозою служить основним постачальником вуглеводів – одного з найважливіших компонентів їжі. Під дією ферментів крохмаль гідролізується до глюкози, яка окислюється в клітинах до вуглекислого газу і води з виділенням енергії, необхідної для функціонування живого організму. Відомо, що крохмаль активізує обмін жовчних кислот та сприяє виведенню холестерину з організму. Крохмаль міститься в рослинах у вигляді гранул. У зернових культурах і інших вищих рослинах гранули крохмалю утворюють пластиди. Пластиди, з яких складається крохмаль називають амілопластами. У зернових культурах (пшениця, кукурудза, жито, ячмінь, сорго і просо) крохмаль представлений простими гранулами – кожен амілопласт складається з однієї гранули. У рису і вівса гранули складені – кожен амілопласт містить багато гранул.

Виконання досліду

1. Попередньо необхідно виділити глікоген із дріжджів. Для цього 10 г пивних дріжджів треба відмити від суслу, відфільтрувати та розмішати в 200 мл 20% розчину цукру. Суміш залишити на 3 години при температурі 25 оС. Розпочнеться інтенсивне бродіння, в результаті чого в клітинах дріжджів накопичується глікоген.

2. Отриману суміш профільтрувати на воронці Бюхнера або через марлевий фільтр.

3. Профільтрований залишок розтерти з 25 мл 10% розчину трихлороцтової кислоти при температурі 0 оС (охолодити в морозильній камері, а потім у кристалізаторі з льодом) та кварцевим піском (5 г).

4. Суміш знову профільтрувати, фільтрат злити до колби. Якщо концентрація глікогену висока то розчин каламутніє. Трихлороцтова кислота сприяє осадженню білків.

5. Приготувати крохмальний розчин (не густий), зрізи картоплі, зеленого яблука, бобів та насіння пшениці.

6 У дві пробірки налити по 10 мл розчину глікогену та крохмалю. Додати 2-3 краплі розчину І₂ та КІ. У пробірці з глікогеном з'явиться червонобуре забарвлення, а з крохмалем – синьо-фіолетове.

7 Після обробіть зрізи картоплі, зеленого яблука, бобів та насіння пшениці йодом. Який результат спостерігаєте?

8 Пробірку з розчиною крохмалю нагріти на полум'ї спиртівки. Синьо-фіолетове забарвлення зникне. При охолодженні забарвлення розчину повертається.

9 Зробіть висновки з проведеного досліду, відповівши на запитання:

1. Чому з'явилося у пробірках різне забарвлення? (Це пов'язано з різницею в будові крохмалю та глікогену. Обидві речовини складаються із залишків α -глюкози, але глікоген має більш розгалужену структуру.

2. Які речовини накопичуються в тканинах рослин?

3. Які функції виконує крохмаль в рослинних організмах?

4. З чим пов'язано зникнення забарвлення під час нагрівання? (Зміна забарвлення пов'язано зі зміною просторової конфігурації ланцюгів крохмалю під час нагрівання. Руйнуються комплекси розгалужених структур амілопектину з йодом).

Додатково можна запропонувати учням виявити крохмаль в продуктах харчування.

