

ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА

Біологічний факультет

Кафедра фізіології та екології рослин

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

Напрямок підготовки

(шифр і назва)

Спеціальність 014.05-середня освіта (біологія та здоров'я людини)

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

« ____ » _____ 20__ р.

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ (КВАЛІФІКАЦІЙНУ) РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Грошко Вікторії Вікторівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи Етичний штучний інтелект як засіб вдосконалення навчання біології у школі

керівник роботи канд. біол. наук, доц. Романюк Н. Д.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені Вченою радою факультету від “ ____ ” _____ року № _____

2. Строк подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи визначення ролі етичного штучного інтелекту як засобу вдосконалення навчання біології у школі, а також розробка рекомендацій щодо його ефективного впровадження у навчальний процес.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) дослідити сучасні підходи до використання штучного інтелекту в освіті, зокрема у викладанні біології, етичні аспекти застосування штучного інтелекту у навчальному процесі, включаючи потенційні ризики і переваги для учнів, особливості використання етичного штучного інтелекту для вдосконалення методів навчання біології у школі.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
23 рисунки

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	Завдання Прийняв
Вступ	Канд. біол. наук, доц. Романюк Н.Д		
Огляд літератури	Канд. біол. наук, доц. Романюк Н.Д		
Матеріали та методи досліджень	Канд. біол. наук, доц. Романюк Н.Д		
Результати досліджень і їхнє обговорення	Канд. біол. наук, доц. Романюк Н.Д		
Висновки	Канд. біол. наук, доц. Романюк Н.Д		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної (кваліфікаційної) роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Робота над літературою		
2.	Написання розділу «Науково-етичні принципи штучного інтелекту в освітньому процесі»		
3.	Вивчення та аналіз освітніх програм з ШІ		
4.	Написання розділу «Практична частина»		
5.	Розробка уроків для 7-9 класів		
6.	Подання рукопису на остаточну перевірку		
7.	Оформлення дипломної роботи		
8.	Представлення на кафедрі готову дипломну роботу		

Студент

(підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

Львівський національний університет імені Івана Франка
Біологічний факультет
Кафедра фізіології та екології рослин

КВАЛІФІКАЦІЙНА (МАГІСТЕРСЬКА) РОБОТА

на тему: **ЕТИЧНИЙ ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ЯК
ЗАСІБ ВДОСКОНАЛЕННЯ НАВЧАННЯ БІОЛОГІЇ У ШКОЛІ**

Виконала:

студентка II курсу, групи БЛО-М21
спеціальність 014.05-середня освіта
(біологія та здоров'я людини)
Грошко Вікторія Вікторівна

Керівник: кандидат біол.наук,
доц. Романюк Н.Д

Рецензент: кандидат біол.наук,
доц. Думанчук Н.Я

Львів 2024

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ I. НАУКОВО-ЕТИЧНІ ПРИНЦИПИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ.....	6
1.1. Огляд стану біологічної освіти в Україні.....	6
1.2. Вплив ШІ на навчання біології: перспективи і виклики	15
1.3. Основи етичного використання ШІ в освіті	26
1.4. Особливості використання ШІ під час війни в Україні.....	36
1.5. Приклади успішної інтеграції ШІ в навчання біології	44
РОЗДІЛ II	56
ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА	56
2.1. Розробка уроку з теми «Особливості будови клітин» за допомогою Kahoot! у 7 класі	56
2.2. Інтерактивний урок з Blender: «Створення 3D-моделі гемоглобіну» у 9 класі	67
2.3. Віртуальна лабораторія PhET Interactive Simulations: «Око. Сприймання кольору» у 8 класі	76
ВИСНОВКИ.....	81
ЛІТЕРАТУРА	81

ВСТУП

У сучасній системі освіти зростає потреба у вдосконаленні навчальних методів, особливо в контексті розвитку нових технологій. Штучний інтелект (ШІ) активно проникає в освітню сферу, пропонуючи нові можливості для покращення процесу навчання, зокрема у вивченні таких складних предметів, як біологія. Етичний штучний інтелект, який враховує моральні аспекти у своїй роботі, може сприяти підвищенню ефективності навчання, створюючи безпечно та індивідуалізоване освітнє середовище для кожного учня.

Актуальність дослідження обумовлена стрімким розвитком інформаційних технологій та їх впливом на навчальний процес. В умовах цифровізації освіти виникає потреба у створенні інноваційних інструментів, які допоможуть учням краще засвоювати матеріал. Етичний ШІ може стати таким інструментом, оптимізуючи навчання та забезпечуючи розвиток критичного мислення, відповідального ставлення до знань та комунікативних навичок. Вивчення потенціалу етичного ШІ у викладанні біології сприятиме вирішенню низки актуальних проблем освіти, зокрема, недостатньої мотивації учнів і недосконалості традиційних методів викладання.

Аналіз даних літератури включає дослідження праць українських і зарубіжних вчених. Серед українських науковців, які досліджували можливості ШІ в освіті, варто відзначити роботи Михайла Жалдака та Івана Зязюна [9], які вивчали застосування інформаційних технологій у навчальному процесі. Зарубіжні дослідники, такі як Пітер Норвіг та Стюарт Рассел [14], активно аналізують етичні аспекти використання ШІ в освіті, зокрема його потенціал у викладанні природничих наук. Роботи Йошуа Бенджіо та Джеффри Гінтона [15] також відіграють важливу роль у розумінні технічних можливостей та ризиків ШІ.

Академічна доброчесність є фундаментальною основою сучасної освіти та наукових досліджень, забезпечуючи чесність, прозорість і відповідальність у

навчальному та науковому середовищі. Зі стрімким розвитком штучного інтелекту (ШІ) виникає необхідність переосмислення етичних норм його використання в освітній і науковій діяльності. Технології ШІ можуть стати як потужним інструментом для аналізу даних, оптимізації навчального процесу та створення нових знань, так і викликом для дотримання академічних стандартів. Проблема полягає в ризиках порушення доброчесності через неправомірне використання ШІ, наприклад, для автоматизованого написання текстів або уникнення відповідальності за власну роботу. Це потребує чіткого нормативного регулювання, етичних стандартів і формування культури відповідального використання технологій.

Метою дослідження було визначення ролі етичного штучного інтелекту як засобу вдосконалення навчання біології у школі, а також розробка рекомендацій щодо його ефективного впровадження у навчальний процес.

Відповідно до мети було поставлено **завдання**:

1. Проаналізувати сучасні підходи до використання штучного інтелекту в освіті, зокрема у викладанні біології.
2. Дослідити етичні аспекти застосування штучного інтелекту у навчальному процесі, включаючи потенційні ризики і переваги для учнів.
3. Визначити особливості використання етичного штучного інтелекту для вдосконалення методів навчання біології у школі.
4. Розробити уроки з використанням програм ШІ з урахуванням етичних стандартів.

Об'єктом дослідження є процес навчання біології у школі.

Предметом дослідження – використання етичного штучного інтелекту для вдосконалення цього процесу.

Методи дослідження включали аналіз літературних джерел для огляду стану біологічної освіти в Україні, аналізу перспектив і викликів, пов'язаних із впровадженням штучного інтелекту, та вивчення етичних аспектів його використання в освітньому процесі. Цей метод дозволив систематизувати

існуючі теоретичні знання та визначити основні тенденції й проблеми в сучасній біологічній освіті. Порівняльний аналіз застосовувався для зіставлення успішних прикладів інтеграції ІІІ в навчання біології як в Україні, так і за кордоном, що дало змогу оцінити різні підходи до використання інноваційних технологій у викладанні біологічних дисциплін. Педагогічний експеримент був використаний для розробки та впровадження уроків. Цей метод дозволив апробувати інтерактивні технології в реальних умовах шкільного навчання та отримати дані про їхню ефективність.

Ці методи дозволяють оцінити вплив нових технологій на навчання біології та розробити ефективні стратегії для їх подальшого впровадження в освітній процес.

Структура роботи: дана робота складається з вступу, двох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Перелік використаних джерел складається із 48 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 87 сторінок.

РОЗДІЛ І. НАУКОВО-ЕТИЧНІ ПРИНЦИПИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ

1.1. Огляд стану біологічної освіти в Україні

Біологічна освіта в Україні протягом останніх десятиліть зазнала значних змін, що пов'язані з реформуванням освітньої системи, інтеграцією сучасних технологій та наукових досягнень, а також необхідністю адаптації до нових викликів глобалізації та науково-технічного прогресу. Зокрема, актуальні виклики включають впровадження інноваційних методів навчання, покращення матеріально-технічної бази шкіл та університетів, а також удосконалення нормативної бази, яка регулює викладання природничих наук.

Починаючи з 2018 року, в Україні активно здійснюється реформа загальної середньої освіти в рамках концепції «Нова українська школа» (НУШ), що була затверджена Міністерством освіти і науки України. Основною метою цієї реформи є перехід від традиційних форм викладання до компетентнісного підходу, який має забезпечити учням не лише теоретичні знання, але й практичні навички та вміння застосовувати їх у житті. Згідно з концепцією НУШ, навчання біології має стати більш інтерактивним та практично орієнтованим, із використанням сучасних інформаційних технологій [16, с. 34].

Важливою подією в розвитку біологічної освіти в Україні стало оновлення навчальних програм із біології у 2017 році, коли Міністерство освіти і науки затвердило нові стандарти для 6-9 класів [17], а у 2019 році – для 10-11 класів [18]. Ці зміни стали частиною ширшого процесу реформування загальної середньої освіти, який передбачає перехід від традиційного підходу до більш сучасної моделі навчання, орієнтованої на компетентнісний підхід. Оновлені програми відображають прагнення забезпечити учнів не лише знаннями, але й вміннями практично застосовувати ці знання для вирішення проблем та аналізу реальних життєвих ситуацій.

Одним із основних принципів нових програм стало зменшення обсягу теоретичного матеріалу. Занадто великий обсяг теоретичних знань, зосереджений на запам'ятовуванні фактів, історично був характерною рисою української освіти, що часто ставало бар'єром для розвитку в учнів критичного мислення та вміння досліджувати. Оновлені навчальні програми передбачають зосередження уваги на фундаментальних поняттях та ключових наукових теоріях, а також на тому, як вони застосовуються у реальному житті. Це допомагає учням краще зрозуміти природу явищ і процесів, з якими вони стикаються у повсякденному житті та в науковій діяльності.

Особлива увага приділяється практичній складовій навчання. Біологія як наука передбачає велику кількість лабораторних і польових досліджень, які допомагають учням засвоювати матеріал через безпосередній досвід. Згідно з новими стандартами, у кожному класі має бути передбачено не менше 15-20% від загальної кількості годин на проведення практичних занять та лабораторних робіт [18]. Це дозволяє учням розвивати практичні навички, необхідні для проведення експериментів, спостереження за природними явищами, аналізу та інтерпретації даних. Важливу роль відіграє також проведення навчальних екскурсій, польових практик та інтеграція позакласних форм навчання, що сприяє закріпленню отриманих знань на практиці.

Одним із ключових завдань, яке ставить перед собою Міністерство освіти і науки, є розвиток дослідницьких компетентностей учнів. Це передбачає формування вміння ставити наукові питання, розробляти гіпотези, проводити експерименти, аналізувати отримані результати та робити на їх основі висновки. Такий підхід є особливо актуальним у контексті сучасного науково-технічного прогресу, коли від фахівців вимагається не лише знання, але й уміння творчо підходити до вирішення складних задач.

У цьому контексті важливе значення має розробка сучасних навчальних підручників та методичних матеріалів, які відображають зміни в підходах до навчання. Підручники нового покоління створюються з урахуванням

інтеграційних процесів між різними науками та компетентнісного підходу до навчання. Відповідно до нових вимог, ці підручники містять не лише теоретичні відомості, але й завдання для самостійного виконання, приклади реальних досліджень, проекти для виконання у групах та практичні завдання, що орієнтовані на розвиток дослідницьких навичок.

Вагомий внесок у розробку таких підручників роблять вітчизняні науковці, зокрема Сергій Довгий та Ірина Сухомлин. Сергій Довгий є провідним експертом у сфері природничих наук і вже багато років працює над вдосконаленням методології викладання біології в школах. Його підручники з біології для середньої та старшої школи є зразком сучасних навчальних матеріалів, у яких інтегровані елементи компетентнісного підходу. Ірина Сухомлин, в свою чергу, є фахівцем з біологічної освіти та педагогіки, яка активно впроваджує інноваційні технології у навчальний процес, зокрема використання інформаційно-комунікаційних технологій та онлайн-платформ для дистанційного навчання [9, с. 125].

Крім того, важливим елементом нових програм є впровадження елементів міждисциплінарного підходу. Це передбачає зв'язок біології з іншими предметами, такими як фізика, хімія, географія та інформатика. Такий підхід допомагає учням краще зрозуміти взаємозв'язки між різними природничими науками, що сприяє більш глибокому засвоєнню матеріалу.

Загалом, оновлення навчальних програм з біології є важливим кроком на шляху до модернізації системи освіти в Україні. Воно відкриває нові можливості для учнів та вчителів, забезпечує інтеграцію сучасних методик викладання та сприяє розвитку науково-дослідницьких компетентностей молоді.

Одним із ключових викликів біологічної освіти в Україні є недостатнє технічне оснащення шкіл, що залишається серйозною проблемою для реалізації сучасних освітніх стандартів. Згідно з даними Міністерства освіти і науки України, у багатьох навчальних закладах, особливо в сільській місцевості,

відсутні сучасні лабораторії, спеціалізоване обладнання для проведення біологічних досліджень або доступ до інтерактивних навчальних платформ. Це суттєво обмежує можливості для проведення практичних робіт, які є важливою частиною навчального процесу, та ускладнює впровадження компетентнісного підходу, що передбачає активне залучення учнів до досліджень і самостійної наукової діяльності.

Окрім того, нерівномірний доступ до сучасних технологій у сільських та міських школах створює додаткові бар'єри для забезпечення рівних освітніх можливостей. У міських школах зазвичай є кращий доступ до інтернету, комп'ютерної техніки, мультимедійних ресурсів та інтерактивних платформ, у той час як у сільській місцевості такі можливості обмежені. Це призводить до значних відмінностей у якості освіти, що особливо помітно в контексті викладання предметів природничо-наукового циклу, таких як біологія. Сільські школи часто не можуть дозволити собі необхідне обладнання для проведення лабораторних робіт, що знижує мотивацію учнів до вивчення біології та стримує їх розвиток у науковій сфері.

Розвиток цифрових технологій також суттєво впливає на зміни в освітньому процесі, і ця тенденція особливо активізувалася під час пандемії COVID-19. Перехід на дистанційне навчання в 2020 році змусив вчителів і учнів адаптуватися до нових реалій, що передбачало активне використання онлайн-ресурсів. Однією з найпомітніших ініціатив стала «Всеукраїнська школа онлайн» – національна платформа для дистанційного навчання, яка забезпечує доступ до відеоуроків, методичних матеріалів та інтерактивних завдань з різних предметів, включно з біологією. Завдяки цій платформі учні з різних куточків країни, незалежно від їхнього місця проживання, отримали можливість продовжувати навчання під час карантину, що стало важливим кроком для забезпечення доступності освіти в умовах кризи.

Однак проблема технічного забезпечення залишилася актуальною і в рамках дистанційного навчання. У багатьох сім'ях, особливо в сільській

місцевості, не було достатньо комп'ютерів або планшетів для одночасного навчання кількох дітей, а швидкість інтернету не завжди дозволяла брати участь у онлайн-уроках без перебоїв. Крім того, не всі школи мали можливість використовувати сучасні освітні платформи через відсутність необхідної технічної бази або відповідної підготовки вчителів.

Важливим інструментом для вирішення проблеми браку фізичних лабораторій у школах стали віртуальні лабораторії. Завдяки технологіям симуляції учні можуть проводити дослідження та експерименти у віртуальному середовищі, що дає можливість отримувати практичний досвід навіть у віддаленому форматі. Наприклад, платформа Labster, яка пропонує симуляції біологічних процесів і досліджень, дозволяє учням виконувати експерименти з генетики, екології, біохімії тощо. Це стало новим етапом у викладанні біології, оскільки віртуальні лабораторії не лише дають можливість досліджувати те, що у звичайних умовах було б недоступним через відсутність обладнання, але й сприяють більш глибокому розумінню складних наукових процесів.

Іншим важливим напрямком використання цифрових технологій у викладанні біології стало впровадження інтерактивних платформ для оцінювання знань учнів. Наприклад, популярною стала платформа Kahoot!, яка дозволяє проводити інтерактивні вікторини та тести у режимі реального часу. Використання таких інструментів не лише робить процес навчання більш захопливим, але й дозволяє вчителям миттєво оцінювати рівень засвоєння матеріалу та коригувати уроки відповідно до потреб учнів.

Загалом, впровадження цифрових технологій у біологічну освіту відкриває нові можливості для покращення якості навчання, проте цей процес потребує належної технічної бази та підготовки вчителів. Сучасні тенденції в освіті демонструють необхідність подальшого розвитку інфраструктури шкіл, рівного доступу до ресурсів та навчальних матеріалів, а також інтеграції нових підходів у процес викладання біології.

Міжнародні проєкти та програми відіграють ключову роль у підвищенні якості біологічної освіти в Україні, сприяючи інтеграції світових освітніх стандартів та новітніх методик викладання. Зокрема, у 2016 році Україна приєдналася до програми PISA (Programme for International Student Assessment) [20], яка є міжнародною системою оцінювання рівня знань учнів. PISA дозволяє оцінити успішність учнів з природничих наук, включаючи біологію, шляхом порівняння їхніх знань та навичок з учнями з інших країн. Це важливий інструмент для об'єктивної оцінки стану української біологічної освіти, оскільки результати дослідження не лише демонструють сильні та слабкі сторони навчального процесу, але й допомагають визначити конкретні напрями, які потребують вдосконалення. Участь у PISA надає можливість визначити, наскільки українська біологічна освіта відповідає вимогам глобального освітнього простору та які зміни необхідно впровадити для покращення якості викладання біології в Україні.

Вдосконалення біологічної освіти в Україні безпосередньо пов'язане з нормативно-правовим забезпеченням, яке забезпечує фундамент для розвитку освітніх систем і впровадження інноваційних методик викладання. Прийнятий у 2017 році Закон України «Про освіту» [19] став важливим етапом у реформуванні освітньої сфери, оскільки він визначив нові стандарти освітнього процесу.

Цей закон акцентує увагу на необхідності впровадження інноваційних підходів у викладанні, які здатні задовольнити потреби сучасного суспільства. Він підкреслює важливість створення умов для інтеграції інформаційних технологій та сучасних навчальних ресурсів у навчальний процес. Це особливо актуально для природничих наук, таких як біологія, де технології можуть істотно підвищити якість навчання та дослідження.

Впровадження нових стандартів, зазначених у законі, передбачає, що українські школи повинні бути оснащені сучасними технологіями, які допоможуть у навчанні, зокрема під час проведення лабораторних досліджень.

Ці дослідження є невід'ємною частиною вивчення біології, оскільки вони дозволяють учням не лише отримувати теоретичні знання, але й застосовувати їх на практиці. Вони сприяють формуванню критичного мислення та навичок дослідження, що є ключовими для навчання в галузі науки.

Наявність сучасного обладнання та програмного забезпечення, а також доступ до цифрових ресурсів може значно покращити процес навчання. Використання інтерактивних платформ, віртуальних лабораторій і симуляційних програм допоможе учням глибше зрозуміти складні біологічні процеси та системи. Цей підхід дозволяє не лише забезпечити вищий рівень засвоєння матеріалу, але й підвищити зацікавленість учнів у предметі.

Реалізація положень Закону України «Про освіту» є критично важливою для розвитку біологічної освіти, адже вона створює умови для інновацій, які дозволяють адаптувати освітні методики до вимог сучасного світу. Це не лише сприяє підвищенню якості освіти, але й формує у молодого покоління компетенції, необхідні для успішної кар'єри в наукових і технологічних сферах.

Національна стратегія розвитку STEM-освіти на 2020-2027 роки, затверджена Міністерством освіти і науки України [21], є важливим кроком у реформуванні біологічної освіти, оскільки вона створює системний підхід до навчання в галузі природничих наук. Основна мета цієї стратегії полягає в підвищенні рівня підготовки учнів у STEM-дисциплінах, що є критично важливим для розвитку країни, зважаючи на зростаючі вимоги до кваліфікованих фахівців у цих сферах.

Одним із ключових елементів цієї стратегії є впровадження новітніх технологій та інноваційних методів викладання, які дозволяють учням активно залучатися до процесу навчання. Для біології це передбачає не лише оновлення навчальних програм, а й акцент на практичних заняттях, наукових експериментах та проєктній діяльності. Використання сучасних цифрових інструментів, таких як віртуальні лабораторії та інтерактивні платформи, відкриває нові можливості для навчання, дозволяючи учням здійснювати

дослідження та експерименти, які можуть бути недоступні в традиційних класах.

Ця стратегія також підкреслює важливість активного залучення учнів до наукових проєктів, що допомагає їм розвивати дослідницькі та аналітичні навички. Через участь у наукових експериментах учні не лише отримують теоретичні знання, але й вчаться застосовувати їх на практиці, що формує їхню здатність критично мислити та вирішувати складні завдання.

Крім того, підвищення кваліфікації вчителів є важливим аспектом реалізації цієї стратегії. Вчителі повинні отримати можливість опанувати нові підходи до викладання біології з використанням інформаційних технологій, таких як віртуальні лабораторії та інтерактивні симуляції. Це не лише покращить якість навчання, а й забезпечить вчителів необхідними знаннями та навичками для ефективного впровадження сучасних технологій у навчальний процес.

У результаті, реалізація Національної стратегії розвитку STEM-освіти в Україні може суттєво покращити якість біологічної освіти, забезпечуючи учням доступ до інноваційних методів навчання та можливість активно брати участь у наукових дослідженнях. Це сприятиме розвитку критичного мислення, креативності та наукової грамотності серед молодого покоління, що є важливими аспектами для успішної кар'єри в сучасному світі.

Дослідження вітчизняних та зарубіжних науковців суттєво сприяють вдосконаленню біологічної освіти в Україні, пропонуючи нові методи та підходи до викладання. Українські дослідники Наталія Лебедева та Валентина Радченко [1, с. 122] займаються адаптацією сучасних методик викладання біології, орієнтуючи свої дослідження на специфіку українських шкіл. Вони акцентують увагу на важливості інтеграції інноваційних підходів у навчальний процес, враховуючи різноманітність учнівських потреб та освітніх умов. Це включає використання інтерактивних навчальних матеріалів, проєктного

навчання та активних форм роботи, що сприяє підвищенню зацікавленості учнів у предметі та їхньому активному залученню до процесу навчання.

На міжнародному рівні, такі науковці, як Пітер Норвіг та Стівен Рассел [14, с. 355], досліджують використання штучного інтелекту в навчанні природничих наук, що відкриває нові горизонти для розвитку біологічної освіти. Їхні роботи зосереджені на інтеграції технологій штучного інтелекту в освітній процес, зокрема на впровадженні адаптивних навчальних систем, які можуть аналізувати дані про успішність учнів і пропонувати індивідуалізовані маршрути навчання. Це дозволяє враховувати різноманітність стилів навчання та темпів засвоєння матеріалу, що є особливо важливим у контексті біології, де учні мають різний рівень попередніх знань та інтересів.

Таким чином, синергія між дослідженнями українських вчених та світовими науковими розробками створює сприятливе середовище для впровадження інновацій у біологічну освіту. Це дозволяє не лише покращити якість навчального процесу, а й забезпечити учням доступ до сучасних знань та технологій, формуючи їхню готовність до викликів сучасного світу. Розробка нових навчальних програм, заснованих на цих дослідженнях, може суттєво підвищити мотивацію учнів до вивчення біології, стимулюючи їх до активного дослідження навколишнього світу.

Таким чином, стан біологічної освіти в Україні перебуває на етапі активного реформування та модернізації, з урахуванням вимог сучасного суспільства та інноваційних технологій. Проте залишається низка викликів, таких як недостатня матеріально-технічна база та необхідність подальшого впровадження цифрових інструментів у навчальний процес. Розвиток біологічної освіти має важливе значення не лише для формування компетентних спеціалістів, але й для підвищення наукової обізнаності населення загалом.

1.2. Вплив ШІ на навчання біології: перспективи і виклики

Штучний інтелект є однією з найбільш інноваційних технологій, яка має потенціал радикально змінити освітній процес, включаючи навчання біології в школах. Використання ШІ в освіті відкриває нові можливості для індивідуалізації навчання, аналізу великих обсягів даних та автоматизації рутинних завдань, що дозволяє вчителям зосередитися на творчих і комунікативних аспектах викладання. Однак, як і в будь-якій технологічній новації, існують певні виклики та ризики, пов'язані з інтеграцією ШІ в освітній процес.

Однією з ключових перспектив використання ШІ у викладанні біології є можливість створення адаптивних навчальних програм. Такі програми, завдяки алгоритмам машинного навчання, можуть адаптуватися до рівня знань та стилю навчання кожного учня. Наприклад, платформи на основі ШІ, такі як EdTechпроекти Coursera та Duolingo, вже успішно застосовуються у сфері онлайн-освіти для автоматизації процесу навчання та надання учням персоналізованих завдань. У галузі біології адаптивні навчальні платформи можуть бути корисними для учнів, які вивчають складні концепції, такі як генетика або молекулярна біологія, дозволяючи їм отримувати індивідуально налаштовані матеріали та завдання відповідно до їхніх знань і навичок.

Завдяки адаптивним системам навчання, які можуть пристосовуватися до рівня знань учня, його прогресу та стилю навчання, ШІ дозволяє створити більш персоналізовані умови навчання. Дослідження під керівництвом професора Джона Дуда з Массачусетського технологічного інституту (MIT) у 2018 році показало [45], що використання ШІ в адаптивному навчанні може покращити успішність учнів на 20% у порівнянні з традиційними методами викладання. Для біології це означає можливість детальнішого вивчення таких складних тем, як генетика, молекулярна біологія, екологія, завдяки індивідуально налаштованим навчальним матеріалам і завданням.

У 2019 році було проведено дослідження під керівництвом Джонатана Бергмана [46], яке виявило, що використання адаптивних навчальних систем підвищує ефективність навчання на 15–25% порівняно з традиційними методами викладання. У контексті біології це може означати більш глибоке розуміння учнями складних тем, таких як еволюція або екосистеми, завдяки можливості індивідуально працювати з матеріалами, які відповідають їхнім рівням підготовки.

Крім індивідуалізації навчання, ШІ також пропонує унікальні можливості для практичного навчання, що є особливо важливим у викладанні біології. Завдяки віртуальним лабораторіям, таким як платформа Labster, учні мають можливість проводити експерименти у віртуальному середовищі, що особливо корисно для шкіл, які не мають доступу до сучасного лабораторного обладнання. У 2020 році платформа Labster була інтегрована в навчальні процеси кількох шкіл у Києві в рамках пілотного проєкту Міністерства освіти і науки України з впровадження віртуальних лабораторій у навчання. Учні отримали можливість вивчати біологічні процеси через симуляції, що значно підвищило їхній інтерес до предмета та поглибило розуміння складних наукових концепцій.

Ще одним важливим аспектом є використання ШІ для автоматизації оцінювання знань. Системи на основі ШІ здатні автоматично перевіряти тести та письмові роботи, що значно зменшує навантаження на вчителів і дозволяє їм більше часу приділяти підготовці уроків та взаємодії з учнями. Наприклад, у 2020 році компанія Turnitin, відома своїми рішеннями для перевірки академічних робіт на плагіат, почала активно впроваджувати інструменти на основі ШІ для оцінювання робіт учнів у США [47, с. 158]. Ці інструменти дозволяють аналізувати зміст робіт, перевіряти їх на відповідність вимогам і навіть надавати поради щодо покращення стилю написання.

Інтеграція ШІ в біологічну освіту також сприяє розвитку навичок аналітичного мислення у студентів, оскільки учні можуть працювати з

великими обсягами наукових даних, вчитися аналізувати їх і робити висновки. Системи ШІ можуть автоматично генерувати навчальні завдання, оцінювати їх і надавати учням зворотний зв'язок у режимі реального часу. Це дозволяє вчителям зосередитися на творчих аспектах навчання, тоді як рутинні завдання автоматизуються. У 2021 році компанія Google запустила освітню програму «AI forAll» [47, с. 359], яка включає навчальні курси для викладачів з інтеграції ШІ у навчальні програми. У рамках цього проєкту українські школи також мають можливість отримати доступ до навчальних матеріалів з використанням ШІ, що сприяє його поширенню в освітньому середовищі.

Таким чином, перспективи використання ШІ в навчанні біології є надзвичайно широкими. ШІ сприяє індивідуалізації навчального процесу, полегшує доступ до практичних знань через віртуальні лабораторії, автоматизує рутинні завдання та підвищує рівень зацікавленості учнів у вивченні біології. Однак, щоб ці перспективи стали реальністю, важливо вирішити низку технічних та організаційних викликів, таких як доступ до якісних даних, технічна оснащеність шкіл та підготовка вчителів до роботи з новітніми технологіями. Впровадження ШІ в освіту може стати важливим кроком до модернізації біологічної освіти в Україні, зробивши її більш інноваційною та ефективною.

Однак, попри численні перспективи, впровадження ШІ в навчання біології стикається з певними викликами. Одним із ключових викликів є недостатній технічний розвиток освітніх закладів. За даними Міністерства освіти і науки України за 2021 рік, значна частина українських шкіл, особливо у сільській місцевості, не має належної технічної інфраструктури для впровадження ШІ [48, с. 264]. Відсутність сучасного комп'ютерного обладнання, швидкісного інтернету, а також спеціалізованих навчальних платформ є серйозною перепорою на шляху до впровадження нових технологій у процес навчання біології. Це ускладнює доступ до таких інструментів, як

віртуальні лабораторії або адаптивні навчальні програми, які могли б значно покращити якість біологічної освіти.

Важливо також зазначити, що використання ІІІ вимагає постійного оновлення програмного забезпечення та технічної підтримки, що вимагає додаткових фінансових вкладень. Нерівномірний доступ до технологій між міськими і сільськими школами загострює проблему цифрової нерівності, що стає бар'єром на шляху до забезпечення рівного доступу до якісної біологічної освіти.

Ще одним важливим викликом, який постає перед системою освіти, є недостатній рівень підготовки вчителів до роботи з технологіями штучного інтелекту. Викладання біології з використанням ІІІ вимагає від педагогів не лише глибоких знань із предмета, але й уміння працювати з новітніми технологіями, налаштовувати адаптивні платформи та інтегрувати їх у навчальний процес.

У 2020 році Міністерство освіти і науки України ініціювало проєкт під назвою «Цифрова освіта», який має на меті підвищення кваліфікації педагогів у сфері цифрових технологій. Цей проєкт охоплює різні аспекти цифрової компетентності, включаючи основи роботи з комп'ютерними програмами, використання Інтернет-ресурсів для навчання, а також основи роботи з технологіями ІІІ. Однак, попри позитивні результати, цей процес ще не охопив усіх педагогів. Зокрема, вчителі, які працюють у регіонах з обмеженим доступом до технологій, стикаються з труднощами у впровадженні інноваційних методів викладання [43].

Недостатня підготовка вчителів може негативно вплинути на якість навчання, оскільки вчителі, які не володіють необхідними навичками, можуть не використовувати потенціал ІІІ для покращення навчального процесу. Це підкреслює необхідність системних змін у підготовці педагогів, включаючи регулярні тренінги, семінари та онлайн-курси, які забезпечать вчителів знаннями та навичками для ефективного використання технологій ІІІ у

навчанні біології. Важливо також забезпечити доступ до ресурсів і технологій для всіх навчальних закладів, незалежно від їх географічного розташування, що сприятиме більш рівномірному розвитку цифрових компетенцій серед вчителів у різних регіонах України.

Крім того, використання штучного інтелекту в навчанні біології вимагає суттєвої зміни методології викладання. Традиційні методи, які орієнтуються на передачу знань від вчителя до учня, вже не відповідають сучасним вимогам. Сьогодні необхідно трансформувати навчальний процес у нові моделі, де учні самі активно залучаються до дослідження і відкриття нових знань за допомогою технологій ШІ.

Такий підхід передбачає перехід до активних форм навчання, які стимулюють критичне мислення та творчість учнів. Вчителі повинні знайти способи інтеграції технологій у заняття, створюючи умови для самостійного навчання, колективної роботи та дослідницької діяльності. Це вимагає від педагогів нових підходів до організації уроків, включаючи проектне навчання, колаборативні проекти, використання симуляцій та інтерактивних платформ.

Ця зміна є великим викликом, особливо для старшого покоління вчителів, які можуть бути менш знайомі з новітніми технологіями. Їм потрібно не лише опанувати нові інструменти, але й переосмислити свої педагогічні стратегії. Важливими стають підходи, що сприяють розвитку в учнів навичок самостійного навчання, аналізу даних і критичного мислення. Для цього вчителі можуть використовувати технології ШІ для аналізу результатів учнів, щоб краще розуміти їх потреби та адаптувати навчальний процес.

Інтеграція штучного інтелекту у навчання біології справді ставить важливі етичні питання, які потребують глибокого аналізу та обговорення. Рекомендації ЮНЕСКО щодо етичного використання ШІ в освіті, затверджені у 2021 році, надають рамки для забезпечення етики, прав і безпеки учнів під час впровадження нових технологій [28].

Одним із основних аспектів цих рекомендацій є необхідність забезпечення захисту прав учнів. Це включає в себе не лише фізичну безпеку, але й психологічну, емоційну та інтелектуальну безпеку, що особливо важливо у контексті використання ШІ, яке може впливати на навчальний процес і взаємодію учнів. Технології ШІ здатні зібрати великий обсяг даних про поведінку та досягнення учнів, що піднімає питання про конфіденційність та використання цих даних.

Збереження конфіденційності даних учнів є критично важливим етичним питанням. У рекомендаціях наголошується на важливості отримання явної згоди учнів та їхніх батьків на збір, обробку та зберігання персональних даних. Вчителі і навчальні заклади повинні чітко усвідомлювати, які дані збираються, з якою метою вони використовуються, і як довго вони зберігаються. Це потребує розробки чітких політик щодо управління даними та їх захисту, щоб уникнути зловживань і несанкціонованого доступу до інформації.

Крім того, важливо забезпечити прозорість у використанні алгоритмів ШІ, які можуть приймати рішення на основі зібраних даних. ЮНЕСКО підкреслює необхідність зрозумілості алгоритмів і пояснення учням, як і чому використовуються ці технології. Це допоможе формувати довіру до нових технологій і зменшити ризики упередженості, які можуть виникати в результаті використання автоматизованих систем.

Рекомендації також акцентують увагу на необхідності забезпечення доступу до технологій усіх учнів, незалежно від їхнього соціального статусу чи географічного розташування. Важливо забезпечити рівний доступ до якісної освіти та ресурсів, що включають ШІ, щоб не загострювати існуючі нерівності у навчанні.

Таким чином, рекомендації ЮНЕСКО надають важливі орієнтири для етичного використання ШІ в освіті. Вони закликають до відповідального ставлення до даних учнів, забезпечення їхніх прав та створення прозорої і доступної навчальної середовища. З дотриманням цих принципів можна

зменшити ризики, пов'язані з використанням технологій, і сприяти позитивному впливу ІІІ на навчальний процес.

У зв'язку з інтеграцією штучного інтелекту в освітній процес в Україні, дійсно, виникає нагальна потреба в розробці та затвердженні нормативних актів, які б регулювали використання цих технологій. Це важливо для забезпечення прав учнів, вчителів та адміністрацій навчальних закладів, а також для формування чітких правил гри у сфері освіти. Наприклад, існуючий закон «Про захист персональних даних», прийнятий у 2010 році [8], вимагає оновлення, оскільки сучасні технології, зокрема ІІІ, здатні збирати, обробляти та аналізувати величезні обсяги інформації про учнів. Необхідно врахувати специфіку використання таких технологій у навчальному процесі, включаючи питання конфіденційності та етичного використання даних.

Зокрема, важливо розробити положення, що регулюють збір і обробку персональних даних учнів, їх зберігання та доступ до них. Ці норми мають гарантувати, що інформація про учнів не буде використовуватися в неналежних цілях або передаватися третім особам без відома та згоди самих учнів чи їхніх батьків. Також слід розробити рекомендації щодо використання алгоритмів ІІІ в освітніх процесах, щоб забезпечити їх прозорість та зрозумілість для всіх учасників навчального процесу.

Однак не менш важливим є питання збереження ролі вчителя в умовах використання ІІІ. Автоматизація таких процесів, як перевірка робіт, організація тестування та ведення обліку, може суттєво полегшити роботу вчителя та дати більше часу для творчої діяльності. Проте, незважаючи на ці переваги, слід усвідомлювати, що ІІІ не може замінити живе спілкування між учителем і учнем. Роль вчителя виходить за межі передачі знань; це також підтримка, мотивація та емоційна взаємодія, які є критично важливими для розвитку учнів.

Зростає ризик того, що з надмірним упровадженням автоматизованих технологій освітні процеси можуть стати надто стандартизованими та

механізованими. Це може призвести до втрати креативності й індивідуального підходу до учнів. Освіта повинна залишатися простором для експериментів, самовираження та розвитку критичного мислення, які важливі для формування особистості. Вчителі повинні залишатися провідниками знань і креативності, навіть якщо ШІ стане потужним інструментом у їхній роботі.

У цьому контексті важливо формувати нову культуру освітнього процесу, в якій ШІ буде використовуватися як допоміжний засіб для вчителів, а не як заміна. Навчальні заклади повинні знайти баланс між технологією та традиційними методами викладання, зберігаючи при цьому увагу на потребах і інтересах учнів. Тільки в такому випадку ШІ зможе стати ефективним інструментом, що підвищує якість освіти, а не загрозою для її гуманістичних цінностей.

Для того щоб системи ШІ ефективно функціонували, необхідно забезпечити доступ до великих обсягів якісних даних. У контексті викладання біології це означає створення та підтримку цифрових платформ, які містять наукові бази даних, віртуальні лабораторії, навчальні матеріали та інші ресурси. Проте в Україні цей процес лише на початковому етапі.

Існує потреба в розробці державних програм, які б підтримали створення таких платформ та забезпечували рівний доступ до них для всіх учнів. Крім того, необхідно розробляти інструменти для оцінки якості даних, які використовуються ШІ для навчання, оскільки неякісні або неточні дані можуть призвести до помилкових результатів та висновків.

Останнім викликом, пов'язаним із впровадженням штучного інтелекту у навчання біології, є психологічний вплив на учнів, який потребує особливої уваги. Використання технологій ШІ змінює спосіб взаємодії учнів із навчальним матеріалом і самим процесом освіти. Наприклад, дослідження, проведене під керівництвом Сюзанни Прайс у 2020 році в США, виявило, що надмірна автоматизація освітніх процесів може мати негативні наслідки для мотивації учнів та знижувати їхню зацікавленість у предметі [29].

Учні, які активно взаємодіють з навчальними ресурсами та матеріалом, зазвичай демонструють вищий рівень залученості та успішності. Однак, коли навчання стає переважно автоматизованим, виникає ризик, що учні можуть втратити відчуття важливості особистої участі у процесі навчання. Залежність від автоматизованих систем може призвести до зниження активності, а також до відчуття бездіяльності, коли учні починають покладатися на технології для виконання завдань, замість того, щоб самостійно шукати відповіді на свої запитання.

Цей психологічний ефект може бути особливо помітним серед молодших учнів, які ще формують свої навички самостійного навчання. Відсутність інтерактивного спілкування з вчителем або однокласниками, а також недостатня залученість у процесі може призвести до відчуття ізоляції. У таких умовах учні можуть втратити інтерес до предмета, оскільки відчувають, що їхні зусилля не мають прямого впливу на результати навчання.

Важливою складовою розв'язання цієї проблеми є інтеграція елементів активного навчання, які заохочують учнів до участі в дискусіях, дослідженнях та експериментах. Використання технологій ШІ повинно підтримувати, а не замінювати ці традиційні методи навчання. Наприклад, платформи ШІ можуть бути використані для створення адаптивних навчальних планів, які враховують індивідуальні інтереси та потреби учнів, але водночас не зменшують роль вчителя як наставника та фасилітатора навчального процесу.

У відповідь на численні виклики, пов'язані з інтеграцією штучного інтелекту та нових форм навчання, Міністерство освіти і науки України розпочало низку ініціатив, спрямованих на підтримку психологічної стійкості учнів. Це стало особливо актуальним у світлі нових реалій, з якими стикнулися учні та вчителі під час пандемії COVID-19. Один із ключових проєктів, реалізованих у цей період, – «Екосистема психологічної допомоги у сфері освіти» [30].

Проект був створений для того, щоб надати учням необхідну психологічну допомогу та підтримку, адже перехід до дистанційного навчання став для багатьох новим і стресовим досвідом. У рамках програми фахівці надавали консультації, розробляли рекомендації щодо подолання стресу та тривоги, а також навчали учнів, батьків і вчителів навичкам ефективного управління своїми емоціями.

Крім того, у межах проекту були організовані онлайн-курси та вебінари, що висвітлювали методи психологічної саморегуляції, управління часом, а також засоби підвищення мотивації до навчання в умовах невизначеності. Важливою складовою програми стало залучення психологів, які працювали безпосередньо з учнями, забезпечуючи індивідуальну підтримку та надаючи їм можливість висловити свої переживання та проблеми.

З метою поліпшення психологічного клімату в навчальних закладах було розроблено рекомендації для вчителів щодо того, як підтримувати учнів під час дистанційного навчання. Це включало поради щодо організації уроків з урахуванням нових викликів, використання інтерактивних технологій, що сприяють залученню учнів до навчального процесу, а також рекомендації щодо створення дружньої та підтримуючої атмосфери в класі.

Такі програми підтримки не лише допомогли учням впоратися з емоційним навантаженням, але й стали основою для формування нової культури навчання, де психологічний комфорт учнів є важливим аспектом освітнього процесу. Це дозволяє не лише підвищити ефективність навчання, але й сприяє розвитку особистості, формуванню стійкості та адаптивності учнів до змін. Важливо, що Міністерство продовжує працювати над удосконаленням цих програм, адаптуючи їх до нових викликів, з якими стикається система освіти в умовах швидкого розвитку технологій.

Таким чином, ШІ відкриває широкі перспективи для навчання біології, зокрема через індивідуалізацію навчального процесу, автоматизацію рутинних завдань та використання віртуальних лабораторій. Проте впровадження цієї

технології вимагає вирішення ряду викликів, серед яких етичні питання, технічна готовність шкіл та доступ до якісних даних. Подальший розвиток біологічної освіти в Україні буде залежати від успішної інтеграції ІІІ та створення сприятливих умов для його ефективного використання. Лише при належному вирішенні цих викликів можна досягти максимальної ефективності від впровадження ІІІ в освітній процес і забезпечити високий рівень навчання біології.

1.3. Основи етичного використання ШІ в освіті

Розвиток ШІ стрімко змінює всі сфери суспільства, зокрема й освітню. Його застосування обіцяє покращення якості навчання, доступності освіти, персоналізованого підходу до учнів та студентів. Проте разом із перспективами виникає низка етичних питань, які необхідно вирішити для забезпечення належного використання ШІ в освітньому процесі.

Дослідження етичних питань використання ШІ розпочалося ще до його фактичного впровадження, яке багато дослідників пов'язують із розвитком великих мовних моделей, таких як Chat GPT [35], у 2022 році. Одним із найперших і найвпливовіших документів, який зачіпає етичні аспекти ШІ, є Азіломарські принципи штучного інтелекту, які були розроблені та представлені на відповідній конференції у 2017 році [31]. Окремий блок цих принципів присвячений етичним та ціннісним аспектам використання ШІ.

Варто зазначити, що вже за кілька місяців до цього розпочався активний діалог щодо соціальних, економічних та правових наслідків ШІ в межах некомерційної коаліції Partnership on Artificial Intelligence to Benefit People and Society. Коаліція, яка була створена для забезпечення етичного розвитку ШІ, включила понад 90 компаній та організацій, серед яких Amazon, Facebook, Google, DeepMind, Microsoft, IBM та інші [32].

Важливий внесок у розвиток етичних стандартів у галузі ШІ зробила також Виконавча влада США. У жовтні 2016 року Національна рада науки та технологій США опублікувала документ «Preparing for the Future of Artificial Intelligence» [33], в якому підкреслювала необхідність етичної освіти для фахівців у галузі штучного інтелекту та студентів. У ньому наголошувалося на важливості впровадження етичних аспектів в навчальні програми для майбутніх розробників ШІ.

На сьогоднішній день у світі вже існує значна кількість документів, що регулюють етичні принципи застосування ШІ. Згідно з дослідженням, проведеним на базі DASH Репозитарію Гарвардського університету,

проаналізовано 36 найбільш відомих документів, присвячених етичним питанням штучного інтелекту. Основні висновки цього дослідження включають наступні:

- 1) документи суттєво відрізняються за метою, масштабом і глибиною;
- 2) документи розроблялися в різних регіонах світу, таких як Латинська Америка, Азія, Близький Схід, Північна Америка та Європа, і культурні особливості відігравали значну роль у формуванні їхнього змісту;
- 3) авторами документів є уряди, міжурядові організації, технологічні компанії, професійні асоціації та академічні установи [34].

Етичні питання, що регулюються документами, які стосуються ШІ, охоплюють широкий спектр аспектів, що впливають як на технологічні компанії, так і на державні регуляторні органи. Зокрема, питання конфіденційності даних, безпеки, прозорості алгоритмів та уникнення упереджень у рішеннях, прийнятих на основі ШІ, стають надзвичайно важливими в умовах швидкого розвитку технологій.

Великі технологічні гіганти, такі як IBM, Google та Meta, активно працюють над створенням етичних кодексів і внутрішніх груп, що спеціалізуються на вирішенні етичних проблем. Ці команди оцінюють ризики, пов'язані з використанням великих обсягів даних, і розробляють рекомендації для забезпечення етичності та відповідальності у впровадженні нових технологій. Наприклад, IBM створила «Етичні принципи штучного інтелекту», які покликані забезпечити, щоб технології були прозорими, підконтрольними та справедливими, а також щоб вони не завдавали шкоди суспільству.

У свою чергу, уряди різних країн активно розробляють правові рамки та стратегії, що стосуються етичного регулювання ШІ. Багато з цих ініціатив є частиною загальної національної стратегії розвитку штучного інтелекту. Наприклад, Європейський Союз розробив регламент щодо штучного інтелекту, який акцентує увагу на високих етичних стандартах, покликаних забезпечити безпеку і захист прав громадян. Цей регламент передбачає категоризацію

систем ШІ за рівнем ризику та відповідно до цього визначає різні вимоги до їх використання.

Крім того, на міжнародному рівні активно ведеться обговорення етичних норм для ШІ в рамках таких організацій, як ООН, OECD та UNESCO. Ці організації пропонують рекомендації та кращі практики для забезпечення етичного використання ШІ, підкреслюючи важливість міжнародного співробітництва в цій сфері.

Для прикладу можна розглянути досвід Європейського Союзу, який є одним із лідерів у розробці жорстких регуляторних норм для штучного інтелекту. У вересні 2020 року Європейська комісія затвердила План дій цифрової освіти на період 2021-2027 років [36]. Ця ініціатива націлена на адаптацію освітніх систем країн-членів до цифрової епохи, відповідаючи на потреби сучасного суспільства, яке постійно змінюється під впливом нових технологій.

В межах першого пріоритету цього плану підкреслюється необхідність розробки етичних рекомендацій щодо використання штучного інтелекту та даних у навчанні й викладанні. Основна увага приділяється аспектам доступності та інклюзивності, які є ключовими для забезпечення рівного доступу до освітніх ресурсів для всіх учнів, незалежно від їхніх здібностей або соціального статусу.

У рамках цих ініціатив реалізуються проєкти, такі як AI4ED, SHERPA та AgileEDU, які підкреслюють важливість інтеграції допоміжних технологій та функцій доступності у системи штучного інтелекту. Проєкт AI4ED [37], наприклад, фокусується на використанні штучного інтелекту для покращення навчальних результатів і підвищення ефективності викладання. Він досліджує способи, якими ШІ може адаптуватися до індивідуальних потреб учнів, допомагаючи їм досягати кращих результатів.

Проєкт SHERPA [38] акцентує увагу на етичних аспектах використання ШІ в освіті, розробляючи рекомендації та інструменти для забезпечення

етичності, прозорості та довіри до технологій. Це включає питання конфіденційності даних учнів та етичні стандарти їх використання.

AgileEDU [39], у свою чергу, фокусується на гнучкості освітніх систем у відповіді на швидкі зміни в технологіях і ринку праці. Цей проект досліджує, як ШІ може сприяти розвитку адаптивних освітніх платформ, які будуть реагувати на змінювані потреби учнів та вимоги професійного середовища.

Таким чином, досвід Європейського Союзу демонструє, як можна ефективно регулювати використання штучного інтелекту в освітньому процесі, забезпечуючи етичні норми, доступність та інклюзивність. Ці ініціативи можуть слугувати моделлю для інших країн, включаючи Україну, які прагнуть інтегрувати нові технології в освіту, зберігаючи при цьому високі етичні стандарти та повагу до прав учнів.

Україна також має враховувати міжнародний досвід та розробляти власні регуляторні рамки для впровадження ШІ в освіті. Оскільки українська система освіти поступово адаптується до цифрових викликів, важливо розробити етичні стандарти використання ШІ, що включатимуть принципи справедливості, інклюзивності, захисту персональних даних та прозорості алгоритмів. Національна стратегія цифрової трансформації в Україні також має приділяти особливу увагу етичним аспектам розвитку технологій штучного інтелекту, враховуючи міжнародні стандарти та українські реалії.

Важливі етичні принципи використання ШІ в освіті, такі як прозорість, конфіденційність, недискримінація та професійна відповідальність, мають ключове значення для створення справедливої та інклюзивної освітньої екосистеми. Дотримання цих принципів дозволяє забезпечити безпечне та відповідальне використання технологій у навчальному процесі, що важливо для розвитку майбутніх поколінь.

1. Прозорість Одним із найважливіших аспектів впровадження ШІ в освіті є забезпечення прозорості того, як системи ШІ приймають рішення. Прозорість дозволяє учням, батькам та викладачам розуміти, як оцінюються

навчальні досягнення та яким чином алгоритми адаптують навчальні матеріали до індивідуальних потреб учнів. Наприклад, система адаптивного навчання на основі ШІ може змінювати рівень складності завдань, враховуючи попередні результати учня. Однак без достатньої прозорості може бути незрозуміло, чому певні завдання стали легшими або складнішими.

У 2019 році Європейська комісія ухвалила Етичні рекомендації для надійного ШІ [40], де зазначається, що системи ШІ мають бути зрозумілими, а їхні механізми – пояснюваними. Це зобов'язує розробників забезпечити доступність інформації про функціонування алгоритмів, щоб гарантувати довіру та підзвітність.

2. Конфіденційність та захист даних. Використання ШІ в освітньому процесі тісно пов'язане з обробкою великих обсягів персональних даних. Наприклад, системи відстежують успішність учнів, їхню активність у навчанні та поведінкові моделі, що може стати основою для індивідуалізації освітнього процесу. Проте це також ставить питання конфіденційності даних.

У Європі одним із ключових документів, що регулюють захист персональних даних, є General Data Protection Regulation (GDPR), ухвалений у 2018 році [41]. Він вимагає суворого контролю над обробкою персональних даних, зокрема даних учнів, гарантує право на видалення даних і вимагає інформованої згоди на їх обробку. Недотримання цього регламенту може призвести до значних штрафів для освітніх установ, що використовують технології ШІ.

3. Недискримінація. Алгоритми ШІ, як правило, навчаються на великих наборах даних, але ці дані можуть містити соціальні упередження. Якщо алгоритми не тестуються на справедливість і інклюзію, вони можуть відтворювати й навіть посилювати дискримінаційні практики. Наприклад, система оцінювання може несправедливо оцінювати учнів із різних соціальних або етнічних груп через упередження, які вже містяться в даних.

Документ «Ethics Guidelines for Trustworthy AI» (ЄС, 2019) [40] також визначає принципи, які забезпечують недискримінаційне використання ШІ. У ньому зазначено, що системи ШІ повинні бути ретельно протестовані, щоб уникнути посилення упереджень, а також повинні бути прозорими щодо критеріїв, які впливають на ухвалення рішень.

Прикладом застосування цього принципу може бути розробка освітніх програм на основі ШІ, які автоматично адаптують завдання та навчальні матеріали до учнів, зважаючи на їхні результати. Проте важливо, щоб така адаптація була справедливою та не створювала перешкод для певних груп учнів, які можуть бути менш представлені у навчальних даних.

4. Професійна відповідальність. ШІ є потужним інструментом, але він не повинен замінити роль педагогів. Викладачі залишаються відповідальними за навчальний процес, а ШІ повинен бути використаний як допоміжний інструмент, який підвищує ефективність навчання. Етичні стандарти вимагають, щоб педагоги мали можливість втручатися у рішення, ухвалені ШІ, та перевіряти їх. Наприклад, якщо ШІ автоматично оцінює роботу учня, викладач повинен мати можливість переглянути цю оцінку та внести свої корективи, якщо це потрібно.

У звіті «Preparing for the Future of Artificial Intelligence» (США, 2016) [33] зазначається, що етичне навчання та підготовка спеціалістів у галузі ШІ є ключовим компонентом для того, щоб гарантувати відповідальне використання цих технологій у різних сферах, включаючи освіту. Крім того, рекомендації включають залучення викладачів до процесу розробки та впровадження систем ШІ, щоб вони краще розуміли можливості та обмеження цих технологій.

У 2021 році ЮНЕСКО ухвалило важливий документ – «Рекомендації щодо етичного використання штучного інтелекту (ШІ) в освіті» [28], який визначає глобальні стандарти та принципи для безпечного, прозорого та справедливого впровадження ШІ в освітні процеси. Цей документ став відповіддю на швидкий розвиток технологій і необхідність врахування етичних

аспектів, зокрема прав людини, рівності та інклюзивності, під час використання штучного інтелекту у навчанні.

Основні положення «Рекомендацій щодо етичного використання ШІ в освіті»:

1. Забезпечення рівного доступу до освіти за допомогою ШІ. ЮНЕСКО підкреслює, що штучний інтелект може сприяти забезпеченню рівного доступу до якісної освіти для всіх учнів, незалежно від їхнього соціального статусу, гендеру або географічного розташування. Однак ШІ повинен бути розроблений і впроваджений так, щоб уникнути упередженості та дискримінації.

Наприклад, системи адаптивного навчання можуть використовувати ШІ для налаштування освітніх програм під індивідуальні потреби учнів, але їх треба тестувати на відсутність упереджень, що можуть погіршити доступ до якісної освіти для деяких соціальних груп.

2. Етичне використання даних. Використання ШІ в освіті передбачає обробку великих обсягів персональних даних, таких як навчальні досягнення учнів, інформація про їхню поведінку і навіть біометричні дані (наприклад, використання ШІ для моніторингу уваги під час навчання). ЮНЕСКО наголошує на важливості дотримання принципів конфіденційності, прозорості в обробці даних і отримання згоди на їх використання. Дані повинні бути надійно захищені від неправомірного використання.

Організація також закликає країни-члени до прийняття законодавчих ініціатив, які б суворо регламентували збір і обробку даних, щоб уникнути порушень приватності та захистити права учнів.

3. Підвищення кваліфікації вчителів і розвитку цифрової грамотності. Важливим аспектом використання ШІ в освіті є професійна підготовка вчителів та інших учасників освітнього процесу. ЮНЕСКО акцентує увагу на тому, що впровадження ШІ не повинно зменшувати роль вчителя, а, навпаки, підтримувати й доповнювати його роботу. Викладачі повинні отримати достатню підготовку для використання ШІ у своїй професійній діяльності.

Документ також наголошує на важливості розвитку цифрової грамотності серед учнів, щоб вони могли ефективно використовувати ІІІ і розуміли його можливості та обмеження.

4. Прозорість і підзвітність систем ІІІ. Прозорість є ключовим принципом, якого має дотримуватися кожна освітня установа під час використання ІІІ. ЮНЕСКО рекомендує, щоб всі освітні організації, які використовують ІІІ, забезпечували зрозуміле пояснення того, як працюють їхні системи. Це включає пояснення алгоритмів, механізмів ухвалення рішень, джерел даних і можливих результатів використання ІІІ.

5. Управління впливом ІІІ на соціальну та емоційну сферу учнів. У документі ЮНЕСКО зазначається, що ІІІ може впливати не тільки на когнітивний розвиток учнів, але й на їхню соціальну та емоційну сферу. Це стосується взаємодії з технологіями, які можуть змінювати спосіб комунікації та взаємодії в навчальному середовищі. Тому необхідно проводити моніторинг таких впливів і розробляти інструменти для їх коригування.

6. Розробка етичних норм на національному рівні. ЮНЕСКО рекомендує країнам-членам розробляти національні етичні керівництва для використання ІІІ в освіті, враховуючи міжнародні стандарти і локальні умови. Це повинно включати створення механізмів контролю за дотриманням цих стандартів на практиці.

Україна активно розвиває технології штучного інтелекту, у тому числі в освітній сфері, і поступово впроваджує принципи, викладені в документі ЮНЕСКО. Важливим кроком стало прийняття Концепції розвитку штучного інтелекту в Україні у 2020 [42] році, яку розробило Міністерство цифрової трансформації. У рамках цієї концепції значна увага приділяється етичним аспектам використання ІІІ, що співзвучно з рекомендаціями ЮНЕСКО.

Україна, через проєкт «Дія. Цифрова освіта» [43], сприяє розвитку цифрової грамотності серед громадян, включаючи школярів та вчителів. У рамках цього проєкту запроваджуються різні цифрові освітні програми, в яких

ШІ може відігравати важливу роль у персоналізації навчання. Використання ШІ в освітніх програмах вимагає суворого дотримання правил захисту даних. В Україні вже діє Закон України «Про захист персональних даних»[8], який встановлює чіткі правила щодо обробки та зберігання даних учнів, але ці заходи потребують подальшого вдосконалення в контексті використання ШІ.

В Україні вже діють ініціативи для підвищення кваліфікації вчителів у сфері цифрових технологій. Наприклад, у рамках проекту «Нова українська школа» [44] активно впроваджуються цифрові інструменти, які допомагають вчителям адаптувати навчальні матеріали до потреб учнів за допомогою технологій. Одним із напрямків адаптації є розробка національних стандартів щодо етичного використання ШІ, зокрема в освітніх процесах. В Україні це питання регулюється на рівні стратегій та концепцій розвитку штучного інтелекту, але потребує подальшого формування більш конкретної правової бази.

Україна знаходиться на шляху до впровадження рекомендацій ЮНЕСКО через активне законодавче та стратегічне планування, розвиваючи етичні принципи та підходи до використання ШІ в освіті на національному рівні.

Одним з головних викликів є забезпечення прозорості алгоритмів. Алгоритми навчання на основі ШІ можуть бути дуже складними та нечіткими для розуміння кінцевими користувачами. Це може викликати недовіру до таких систем, особливо якщо учні чи викладачі не розуміють, як приймаються рішення щодо їхнього навчального процесу. Важливо також забезпечити доступ до пояснень роботи алгоритмів, щоб уникнути надмірної автоматизації та втрати контролю над процесом навчання.

Іншим важливим аспектом є питання відповідальності. Коли алгоритми ШІ помиляються, виникає проблема, хто несе відповідальність за такі помилки: розробники програмного забезпечення, освітні заклади чи самі вчителі. Це вимагає розробки чітких правил щодо відповідальності за впровадження і контроль використання ШІ в освітньому процесі.

У майбутньому етичне використання ІІІ в освіті може включати розробку глобальних стандартів етичного застосування ІІІ в навчальних закладах. Це потребуватиме міжнародної співпраці, щоб встановити загальні принципи для розробників освітніх технологій і політиків у галузі освіти.

Важливим напрямом стане впровадження етичних комітетів у навчальних закладах, які контролюватимуть використання ІІІ, забезпечуючи дотримання всіх правил і стандартів етичного поведіння. Таким чином, етичне використання ІІІ в освіті є надзвичайно важливим для забезпечення справедливого, безпечного та прозорого освітнього процесу.

1.4. Особливості використання ШІ під час війни в Україні

Війна в Україні значно вплинула на всі аспекти суспільного життя, включаючи освіту. Школи та університети опинилися перед викликами, які стосуються не лише безпеки учнів і вчителів, але й доступності та якості навчання. В цих умовах штучний інтелект (ШІ) набуває особливої важливості як засіб, що може підтримувати та навіть удосконалювати навчальні процеси в надзвичайних ситуаціях.

Війна в Україні принесла багато викликів, зокрема вимушену міграцію учнів і вчителів, руйнування освітньої інфраструктури та нестабільність у навчальному процесі. У цих складних умовах штучний інтелект (ШІ) відіграє критичну роль у забезпеченні безперервності навчання та підтримці освітнього процесу, надаючи інноваційні рішення для подолання цих викликів.

Однією з основних проблем, з якою стикаються українські учні під час війни, є часті переміщення та втрати постійного доступу до освітніх ресурсів. Війна змусила багатьох учнів залишити свої домівки, що суттєво ускладнює їхнє навчання через нестабільні умови та змінені графіки. У таких обставинах штучний інтелект надає можливість створювати гнучкі та адаптивні навчальні плани, які враховують індивідуальні потреби кожного учня.

ШІ може швидко адаптувати навчальні програми до поточних умов учня, враховуючи рівень його знань, потреби та можливості доступу до ресурсів. Наприклад, для дітей, які мають нерегулярний доступ до інтернету або взагалі його позбавлені через зруйновану інфраструктуру, навчальні платформи на основі ШІ можуть заздалегідь завантажувати матеріали для використання в режимі офлайн. Це дозволяє учням продовжувати навчання навіть у тих випадках, коли немає можливості постійно виходити в інтернет.

Одним із прикладів є інтеграція інтелектуальних мобільних додатків для навчання, що використовують штучний інтелект для автоматичної адаптації контенту. Такі програми можуть оновлювати навчальні матеріали, коли учень має доступ до інтернету, і дозволяють продовжувати навчання без підключення

до мережі. ШІ також здатен відстежувати прогрес учнів і автоматично підлаштовувати наступні уроки на основі результатів попередніх завдань, що забезпечує індивідуалізоване навчання навіть у режимі офлайн.

Це особливо важливо для учнів, які знаходяться у тимчасово окупованих територіях або у зонах з нестабільною інфраструктурою, де доступ до стабільного інтернет-зв'язку може бути обмеженим або взагалі відсутнім. Водночас, ШІ дозволяє зберігати навчання навіть за відсутності вчителя, забезпечуючи учням можливість самостійно засвоювати нові знання.

Крім того, ШІ дозволяє створювати навчальні програми, які автоматично враховують контекст, у якому знаходиться учень. Наприклад, алгоритми ШІ можуть враховувати особливості психоемоційного стану учнів, які перебувають у зоні військових дій або переживають наслідки вимушеної міграції. Використовуючи дані про стресові фактори, технології штучного інтелекту здатні регулювати складність навчальних завдань, щоб не перевантажувати учнів і водночас підтримувати їхню мотивацію до навчання.

ШІ також допомагає вчителям контролювати прогрес учнів, які навчаються дистанційно. Це особливо важливо під час війни, коли вчителі не завжди можуть безпосередньо спостерігати за результатами роботи своїх учнів. Системи на основі ШІ можуть надавати докладну інформацію про успішність кожного учня, вказуючи на сильні та слабкі сторони його знань, що дозволяє коригувати навчальний план та індивідуальні завдання для більш ефективного навчання.

Ще одним викликом для українських учнів, які виїхали за кордон, є мовний бар'єр та необхідність адаптації до нових освітніх систем. У цьому аспекті ШІ також стає важливим інструментом, допомагаючи автоматично перекладати навчальні матеріали, адаптувати їх до інших освітніх програм і навіть підтримувати учнів у процесі вивчення нової мови.

За допомогою технологій машинного перекладу та розпізнавання мовлення, ШІ дозволяє українським учням інтегруватися в іноземні школи,

одночасно продовжуючи вивчення рідної мови та зберігаючи доступ до українських навчальних програм. Це сприяє збереженню національної ідентичності та підтримці культурного зв'язку з Батьківщиною, навіть у період вимушеної еміграції.

Під час війни учні в Україні стикаються зі значним емоційним та психологічним тиском, що викликано нестабільною ситуацією в країні, частими переміщеннями, втратами та травмами. Цей стрес може суттєво впливати на їхню здатність зосереджуватися на навчанні, мотивацію до освіти та загальне психічне здоров'я. В таких умовах ШІ може стати потужним інструментом для надання психологічної підтримки учням та допомоги в управлінні їх емоційним станом.

Одним із способів використання ШІ для підтримки психічного здоров'я учнів є розробка додатків та платформ, які можуть відстежувати емоційний стан учнів на основі їхньої активності, поведінки та взаємодії з навчальним матеріалом. Наприклад, алгоритми можуть аналізувати час, проведений на навчальних платформах, успішність у виконанні завдань та участь у віртуальних уроках. На основі цих даних системи ШІ можуть виявляти ознаки зниження мотивації, проблем з концентрацією або емоційного стресу.

Чат-боти на основі ШІ можуть стати ефективним інструментом для моніторингу емоційного стану учнів. Вони можуть вести розмови з учнями, ставити запитання про їхні відчуття, рівень тривожності та загальне самопочуття. Наприклад, чат-бот може запитувати про настрій учня, його переживання щодо навчання або соціального оточення. На основі відповідей чат-бот може надавати рекомендації щодо подальших дій, таких як техніки релаксації, дихальні вправи або поради щодо підвищення мотивації.

Якщо виявлено ознаки серйозного стресу або тривоги, чат-бот може перенаправити учня до фахівця, наприклад, шкільного психолога або консультанта, забезпечуючи своєчасну допомогу. Це дозволяє виявляти

проблеми на ранніх стадіях і допомагати учням досягати емоційного благополуччя.

ШІ також може бути інтегрований у системи дистанційного навчання через спеціалізовані модулі, що спрямовані на підтримку емоційного добробуту учнів. Ці модулі можуть включати інтерфейси для самооцінки психічного стану, онлайн-тестування для виявлення рівня тривожності або депресії, а також програми, які навчать учнів ефективним методам управління стресом.

Наприклад, система може пропонувати учням віртуальні заняття з медитації або релаксації, а також інтерактивні вправи, які допомагають знижувати рівень стресу. Такі програми можуть бути адаптовані до індивідуальних потреб учнів, що дозволяє враховувати їхні особисті переживання та стратегії подолання труднощів.

ШІ відкриває нові горизонти для підтримки збереження української культури та історії, особливо в умовах війни, коли національна ідентичність та культурна спадщина стають особливо вразливими. Інтеграція українських літературних та історичних текстів в освітні програми на базі ШІ може стати важливим інструментом для збереження та популяризації української культури серед молоді.

Однією з ключових функцій ШІ в освітньому процесі є можливість адаптації навчальних програм до потреб учнів, що можуть бути не лише фізично, а й психологічно відокремлені від своєї культурної спадщини. В умовах війни та великої кількості внутрішньо переміщених осіб, ШІ може допомогти учням залишатися пов'язаними з українською культурою, використовуючи адаптивні платформи, які пропонують навчальні матеріали, що стосуються української історії, мови, традицій та мистецтва.

ШІ може суттєво поліпшити доступ до української культурної спадщини та освіти, створюючи інтерактивні платформи, які включають українські літературні твори, фольклор, а також історичні документи та артефакти. Ось кілька можливих напрямків їх використання:

1. Віртуальні бібліотеки:

- Цифровий доступ. Створення віртуальних бібліотек, які надають безкоштовний доступ до українських класичних та сучасних літературних творів, наукових праць, поетичних збірок та інших літературних матеріалів. Це дозволяє студентам, дослідникам та широкій аудиторії ознайомитися з важливими аспектами української культури та ідентичності.

- Пошукові системи. Інтеграція потужних пошукових систем, що дозволяють користувачам швидко знаходити потрібні твори за різними критеріями, такими як автор, жанр, період написання або тематика. Це особливо важливо для дослідників, які можуть проводити глибокі літературні аналізи.

- Інтерактивні елементи. Включення функцій, що дозволяють користувачам залишати коментарі, оцінки, рецензії на прочитані твори, а також створювати обговорення та літературні клуби, що сприяє розвитку читацької спільноти.

2. Інтерактивні уроки:

- Тематика уроків. Розробка інтерактивних уроків на основі українських історичних подій, літературних творів та фольклору, які дозволяють учням глибше зануритися в матеріал. Наприклад, учні можуть досліджувати контекст написання твору, його вплив на культуру та суспільство, а також значення персонажів і тем.

- Взаємодія з контентом. Використання ІІІ для створення навчальних модулів, які заохочують учнів аналізувати тексти, ставити запитання та обговорювати їх значення. Це може включати в себе інтерактивні завдання, такі як вікторини, ігри та симуляції, які роблять навчання більш захопливим і залучають учнів до активного навчання.

- Адаптивне навчання. Впровадження систем адаптивного навчання, які аналізують прогрес учнів та надають персоналізовані рекомендації для подальшого вивчення. Наприклад, якщо учень має труднощі з певною темою,

система може пропонувати додаткові матеріали чи вправи для покращення його знань.

3. Доступ до історичних документів та артефактів:

- Віртуальні експозиції. Створення інтерактивних віртуальних музеїв або експозицій, що містять українські історичні документи, артефакти, карти та інші матеріали. Це дозволяє користувачам досліджувати культурну спадщину України, не виходячи з дому.

- Освітні програми. Розробка освітніх програм, що використовують ці артефакти для проведення уроків з історії, мистецтва або соціальних наук, дозволяючи учням глибше зрозуміти контекст подій та культурних явищ.

Додатковою перевагою використання ІІІ в освіті є можливість створення віртуальних та доповнених реальностей, які здатні занурити учнів у різні етапи української історії та культурні традиції. Це технологічне нововведення має значний потенціал у викладанні, адже воно забезпечує унікальний досвід навчання, що може суттєво вплинути на розуміння та сприйняття матеріалу учнями.

Віртуальні музеї та екскурсії можуть стати важливим елементом навчального процесу. ІІІ може бути використаний для створення віртуальних турів по українських музеях, історичних місцях та пам'ятках архітектури. Учні можуть «відвідати» Львівську оперу, Софійський собор чи заповідники української природи, взаємодіючи з експонатами та отримуючи інформацію про їхнє історичне значення. Такі віртуальні екскурсії можуть включати інтерактивні елементи, такі як завдання, питання та вікторини, що активізують учнів і заохочують їх досліджувати та аналізувати представлений матеріал.

Доповнена реальність у навчальному процесі може забезпечити ще більший рівень інтерактивності. Завдяки цій технології учні можуть переглядати історичні артефакти, культурні символи та літературні твори в тривимірному форматі, що дозволяє їм глибше розуміти їхню структуру та контекст. Наприклад, використовуючи мобільні пристрої або спеціальні

окуляри, учні можуть бачити реконструкції давніх українських сіл або важливих історичних подій у реальному часі. Цей підхід може створювати багатосенсорний досвід, поєднуючи візуальні, аудіо- та тактильні елементи, що робить навчання більш захопливим і ефективним. Це, в свою чергу, сприяє кращому запам'ятовуванню та розумінню матеріалу.

Важливим аспектом є те, що віртуальні подорожі можуть бути адаптовані під інтереси та запити учнів. Це дозволяє кожному з них знайти свої улюблені елементи української культури чи історії, що може допомогти сформувати емоційний зв'язок з власною культурною спадщиною. Взаємодія з віртуальними реконструкціями історичних подій або культурних практик дозволяє учням не лише спостерігати, але й усвідомлювати, як ці події вплинули на формування сучасної України. Це сприяє глибшому розумінню власної ідентичності та культурної спадщини.

ШІ може стати корисним інструментом для дітей з особливими освітніми потребами, надаючи їм доступ до адаптованих навчальних матеріалів. Під час війни діти з інвалідністю особливо вразливі, і штучний інтелект дозволяє їм отримати рівний доступ до якісної освіти. Завдяки інструментам з розпізнавання мовлення, синтезу голосу та інших адаптивних технологій ШІ забезпечує персоналізоване навчання для кожного учня, що має особливі потреби.

ШІ також може відіграти важливу роль у відновленні системи освіти після закінчення війни. Системи на основі ШІ здатні допомогти швидко аналізувати й оцінювати стан навчальних закладів, виявляти проблеми та пріоритети для відновлення. Наприклад, технології ШІ можуть допомагати в моніторингу стану будівель і безпеки шкіл, а також у плануванні інфраструктурних робіт.

В Україні, попри складну ситуацію, вже запроваджуються ініціативи, спрямовані на використання штучного інтелекту в освітньому процесі під час війни. Наприклад, Міністерство освіти і науки України активно розглядає

можливості використання технологій штучного інтелекту для забезпечення безперервного навчання в умовах кризових ситуацій. Освітні платформи, такі як «Всеукраїнська школа онлайн», використовують ШІ для адаптації навчальних матеріалів до потреб учнів.

1.5. Приклади успішної інтеграції ШІ в навчання біології

Галузь штучного інтелекту набуває все більшого поширення у викладанні й вивченні біології, відкриваючи нові можливості для покращення розуміння та засвоєння матеріалу. Ось деякі приклади успішної інтеграції ШІ-рішень у навчання біології:

1. PhET Interactive Simulations:

Сайт: <https://phet.colorado.edu/>

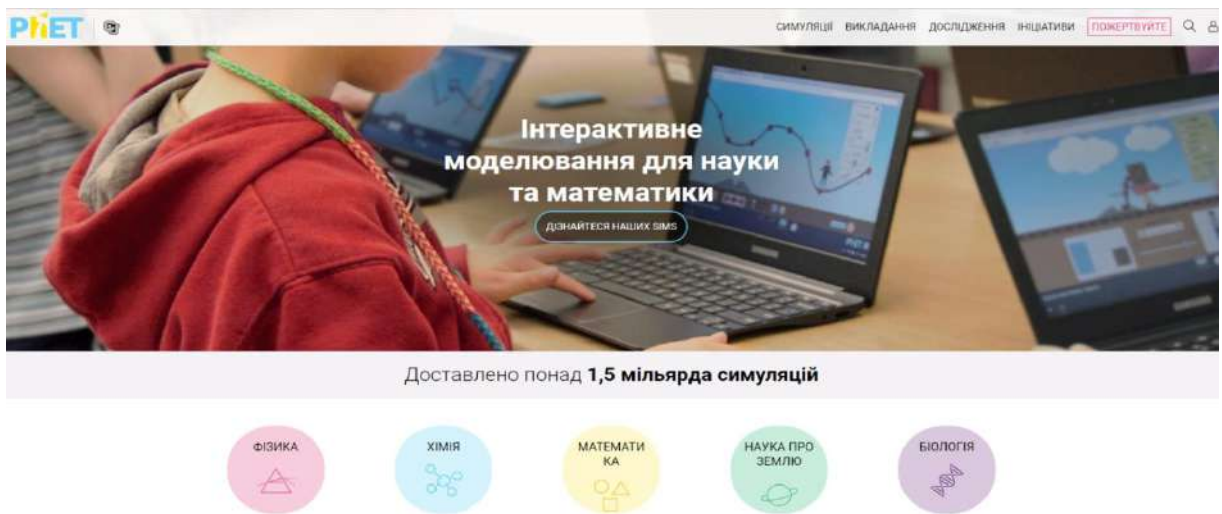


Рис. 1.1. Головна сторінка з вибором предметів на освітній платформі PhETInteractiveSimulations [3]

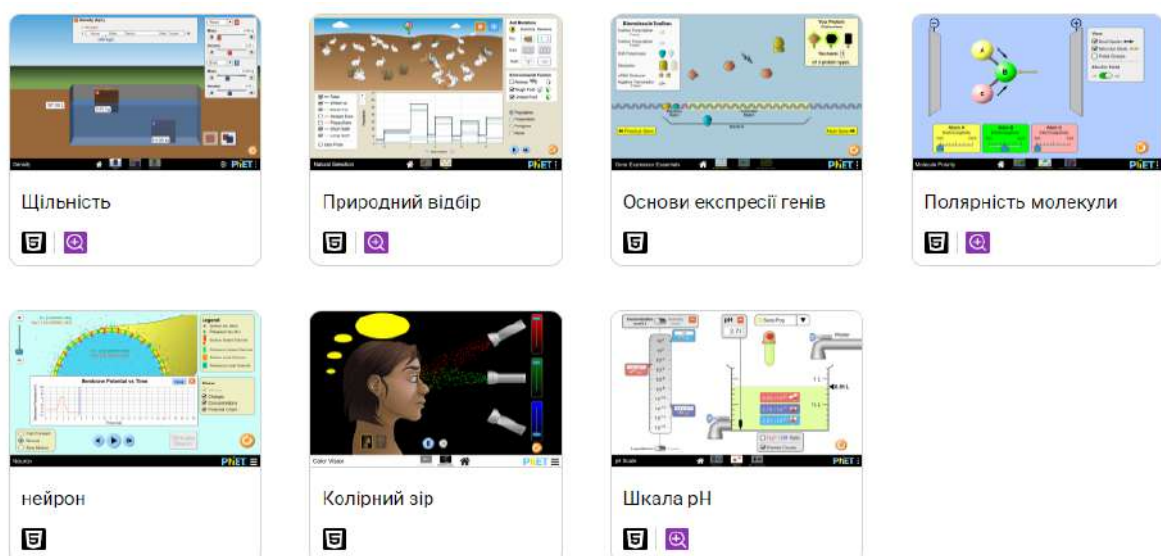


Рис. 1.2. Тематика занять з біології на платформі PhET Interactive Simulations [3]

PhET Interactive Simulations – це освітня платформа, розроблена в Університеті Колорадо Боулдер, яка пропонує інтерактивні симуляції з різних предметів, включаючи фізику, хімію, математику, географію та біологію. Ці симуляції використовуються для активного вивчення складних наукових концепцій через візуальні, динамічні й інтерактивні моделі. (Рис. 1.1.)

Уроки біології часто включають абстрактні концепції, які важко пояснити лише за допомогою тексту чи статичних зображень. PhET симуляції допомагають учням краще зрозуміти ці поняття через візуалізацію процесів. (Рис.1.2). Для біології на платформі доступні симуляції, що охоплюють різноманітні теми, зокрема:

1. Клітинні процеси

- PhET пропонує симуляції, що демонструють будову клітини, процеси дифузії, осмосу, фотосинтезу та дихання. Учні можуть взаємодіяти з моделями, регулюючи параметри та спостерігаючи за тим, як зміни впливають на процеси.

2. Генетика та спадковість

- Уроки на основі симуляцій PhET можуть пояснювати механізми успадкування, мутації, структуру ДНК. Наприклад, симуляція про генетичний дрейф або менделівську спадковість допомагає візуально показати, як відбуваються генетичні зміни в популяціях.

3. Екосистеми та еволюція

- Учні можуть експериментувати з різними факторами, що впливають на популяцію, екосистеми та взаємодії видів. Це надає можливість краще зрозуміти еволюційні процеси і закони екології, такі як хижак-жертва, конкуренція або симбіоз.

4. Фізіологія

- PhET симуляції можуть допомогти в поясненні функціонування серцево-судинної, дихальної, нервової систем, показуючи, як різні фактори впливають на життєдіяльність організму.

Переваги використання PhET в біології:

- Інтерактивність. Учні можуть самостійно експериментувати з симуляціями, що сприяє активному навчанню.
- Зрозумілість. Візуалізація складних процесів, таких як обмін речовин або генетичне успадкування, робить уроки більш доступними.
- Адаптація до індивідуальних потреб. Викладачі можуть налаштовувати симуляції відповідно до рівня знань учнів.
- Можливість повторного використання. Симуляції можна використовувати багаторазово для практичних завдань або повторення матеріалу.

Таким чином, PhET Interactive Simulations – це потужний інструмент для вивчення біології, який дозволяє наочно показати процеси, що важко візуалізувати на традиційних уроках, сприяючи кращому розумінню та засвоєнню матеріалу.

2. Google AI Experiments:

Сайт: <https://experiments.withgoogle.com/collection/ai>



Рис. 1.3. Головна сторінка освітньої платформи Google AI Experiments [7]

Google AI Experiments – це платформа, створена для демонстрації та популяризації можливостей штучного інтелекту через інтерактивні проекти, що

дозволяють користувачам експериментувати з AI-технологіями. Вона охоплює різні галузі, зокрема мистецтво, музику, візуалізацію даних та освітні інструменти. (Рис. 1.3)

На уроках біології Google AI Experiments може бути корисним у кілька способів:

1. Інтерактивне навчання

- Платформа пропонує експерименти, де штучний інтелект взаємодіє з користувачами у реальному часі. Наприклад, моделі машинного навчання можуть бути використані для аналізу та прогнозування біологічних даних, таких як кліматичні зміни, популяційні процеси чи вплив зовнішніх факторів на живі організми.

2. Візуалізація даних

- Через AI-технології можна створювати інтерактивні візуалізації біологічних процесів або експериментальних даних. Це дозволяє учням краще зрозуміти та аналізувати біологічні феномени, такі як ріст популяцій, мутації ДНК або процеси фотосинтезу.

3. Психологія та нейробіологія

- Деякі експерименти Google AI Experiments пов'язані з розумінням поведінки та взаємодії мозку з навколишнім середовищем. Учні можуть досліджувати, як працюють нейронні мережі, як штучний інтелект може імітувати або вивчати процеси мозку, що корисно при вивченні нервової системи та психології.

4. Генетика та машинне навчання

- Моделі на базі штучного інтелекту можуть аналізувати генетичні дані, допомагаючи учням досліджувати генетичні закономірності. Це дозволяє зробити вивчення генетики більш наочним, з можливістю в реальному часі змінювати параметри й отримувати миттєві результати.

5. Екологія та симуляції

- Використовуючи AI, можна створювати моделі взаємодії різних екологічних факторів, наприклад, вплив зміни клімату на біорізноманіття. Це корисно при вивченні екології та еволюційної біології.

Приклади AI-експериментів, корисних для біології:

1. **DeepVariant:** Інструмент для аналізу ДНК, який використовує глибоке навчання для виявлення генетичних варіантів.

DeepVariant – це засіб виклику варіантів на основі глибокого навчання, який виконує вирівняння зчитування (у форматі BAM або CRAM), створює з них тензори нагромадження зображень, класифікує кожен тензор за допомогою згорткової нейронної мережі та, нарешті, повідомляє результати у стандартному файлі VCF або gVCF.

DeepVariant підтримує виклик варіантів зародкової лінії в диплоїдних організмах.

2. **AlphaFold:** Програма, яка використовує ШІ для прогнозування структури білків. Це система штучного інтелекту, розроблена GoogleDeepMind, яка передбачає тривимірну структуру білка за його амінокислотною послідовністю. Він регулярно досягає точності, що конкурує з експериментом. (Рис. 1.4)

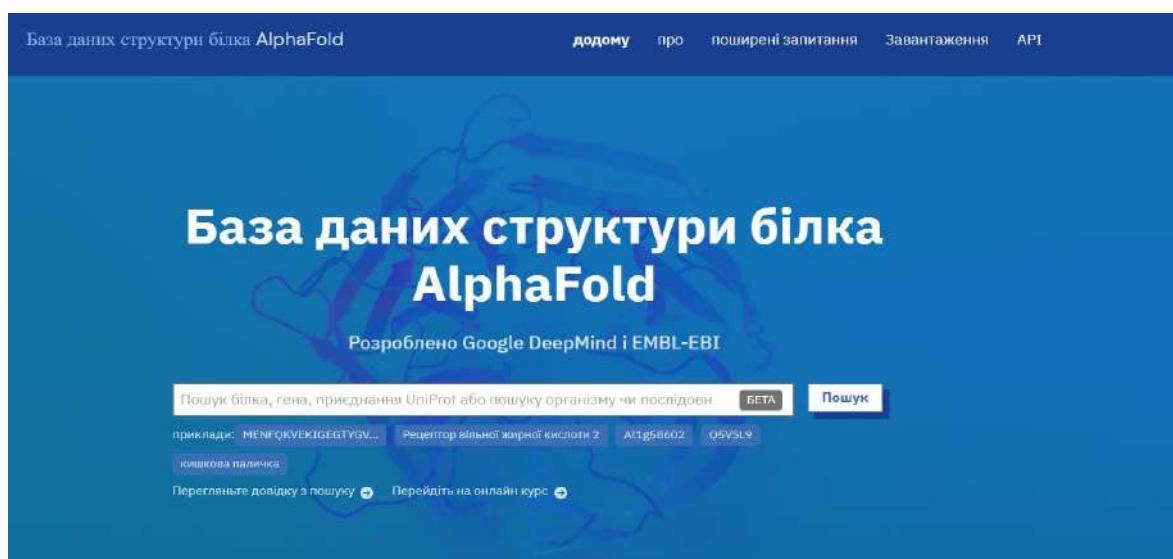


Рис. 1.4. Освітня платформа AlphaFold з ШІ для прогнозування структури білків [7]

Таким чином, Google AI Experiments є потужним інструментом, який можна застосовувати на уроках біології для візуалізації, інтерактивного навчання та підвищення зацікавленості учнів до вивчення природничих наук через технології штучного інтелекту.

3. iNaturalist:

Сайт: <https://www.inaturalist.org/>

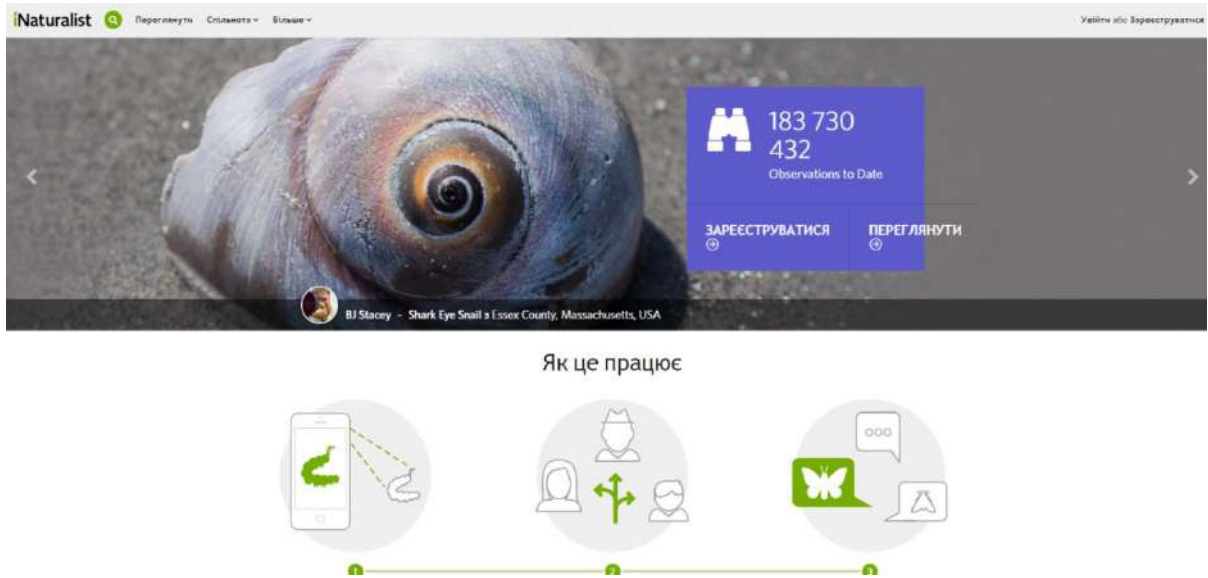


Рис. 1.5. Головна сторінка освітньої програми iNaturalist [4]

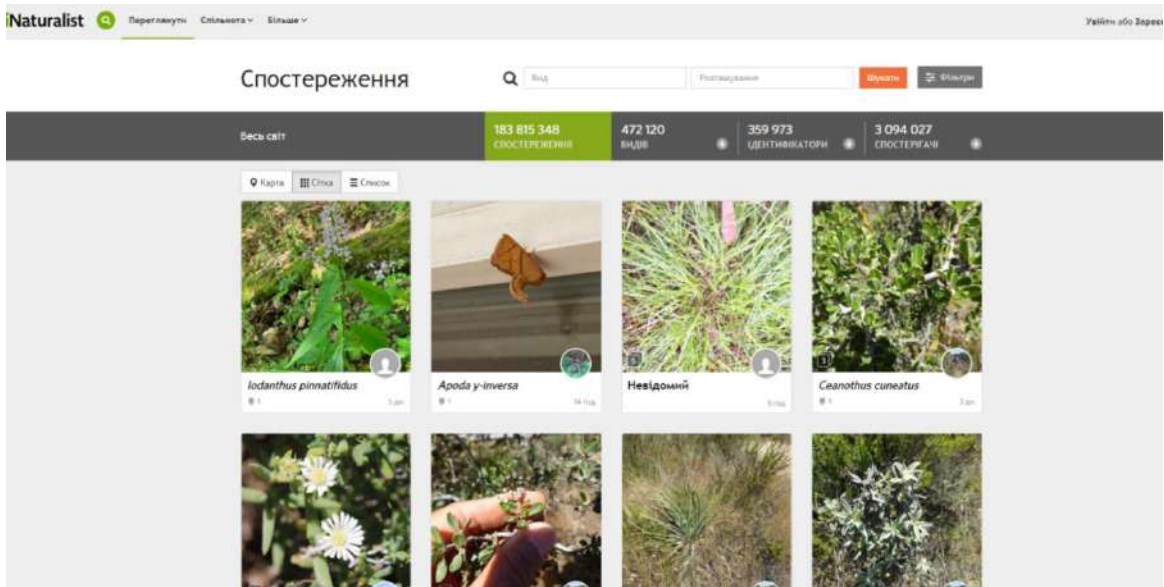


Рис. 1.6. Представлений перелік для спостереження на освітній платформі iNaturalist [4]

iNaturalist – це глобальна платформа, яка дозволяє користувачам документувати та ідентифікувати біологічне різноманіття, використовуючи ШІ для автоматичного розпізнавання видів на основі фотографій. Вона є потужним інструментом для освітнього процесу, особливо на уроках біології, допомагаючи учням досліджувати природу та дізнаватися більше про навколишнє середовище.

Використання iNaturalist для уроків біології

1. Вивчення біорізноманіття

- Учні можуть фотографувати рослини, тварин, гриби та інші організми у своїй місцевості та завантажувати ці зображення в iNaturalist. Платформа автоматично пропонує ймовірні ідентифікації видів за допомогою ШІ. Це робить процес дослідження біорізноманіття доступним і цікавим, дозволяючи учням вивчати флору та фауну в реальному середовищі.

2. Ідентифікація видів

- Завдяки можливостям ШІ, платформа аналізує завантажені фотографії та пропонує ймовірні варіанти видів. Це особливо корисно під час польових робіт, коли учні можуть використовувати свої смартфони для швидкого визначення рослин або тварин. Після цього дані можуть бути використані для подальшого обговорення в класі.

3. Збирання даних і участь у наукових дослідженнях

- Учні стають учасниками глобальної спільноти спостерігачів за природою. Зібрані дані можуть бути використані вченими для моніторингу стану екосистем, змін клімату або вивчення поширення інвазійних видів. Це залучає школярів до реальних наукових досліджень і стимулює інтерес до екології та біології.

4. Географічне картування видів

- Платформа дозволяє учням досліджувати розповсюдження видів на мапі. Вони можуть відстежувати, де саме були зафіксовані певні види рослин

або тварин, та аналізувати географічне розподілення біологічних об'єктів, що корисно для вивчення екології та біогеографії.

5. Польові дослідження

- iNaturalist може використовуватись для організації польових екскурсій, під час яких учні фіксують різноманітність живих організмів. Після цього вони можуть аналізувати отримані дані у класі, вивчаючи специфіку середовища та адаптації організмів.

Приклади інтеграції iNaturalist у навчальний процес:

- Проекти з моніторингу екосистем. Учні можуть створювати локальні проекти для моніторингу стану екосистем або збирання даних про певні види, такі як рідкісні або зникаючі.

- Вивчення сезонних змін. Учні можуть аналізувати зміни в поведінці або зовнішньому вигляді рослин і тварин протягом року, використовуючи спостереження, зроблені у різні сезони.

Переваги використання iNaturalist на уроках біології:

- Платформа робить процес вивчення природи більш інтерактивним і цікавим, мотивуючи учнів активно брати участь у дослідженнях.

- Учні вчаться не лише теоретично, але й на практиці, застосовуючи свої знання під час польових досліджень.

- Використовуючи платформу, учні стають частиною глобальної мережі науковців і спостерігачів, що допомагає краще розуміти важливість науки та екологічної свідомості.

Таким чином, iNaturalist є чудовим інструментом для інтеграції сучасних технологій у біологічну освіту, роблячи вивчення природи більш інтерактивним, цікавим і корисним для учнів.

4. Labster

Сайт https://www-labster.com.translate.google/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=uk&_x_tr_hl=uk&_x_tr_pto=sc

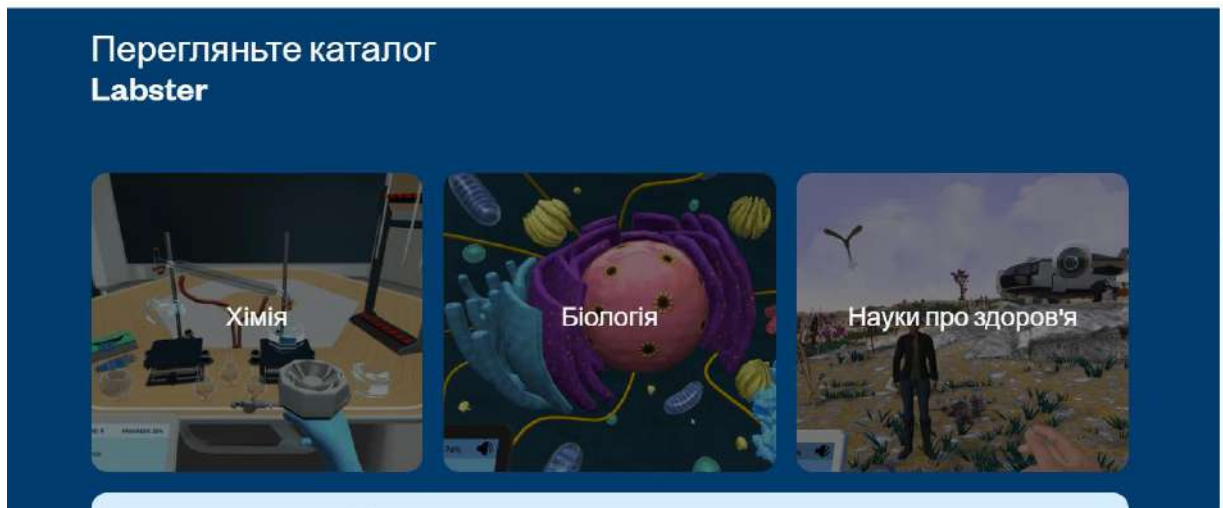


Рис. 1.7. Головна сторінка освітньої платформи LabsterVirtualLabs з переліком предметів для вивчення [5]

Labster відіграє ключову роль у сучасному навчанні біології, особливо в умовах, коли доступ до лабораторного обладнання або фізичних лабораторій є обмеженим. Ця платформа пропонує інтерактивні симуляції реальних експериментів, які дозволяють учням не лише вивчати теорію, але й застосовувати її на практиці у віртуальному середовищі. (Рис. 1.7)

Основні переваги використання Labster для навчання біології:

1. Практичний досвід без обмежень ресурсів

У звичайних школах або навіть університетах лабораторне обладнання може бути дорогим або важкодоступним. Завдяки Labster учні можуть працювати з віртуальними лабораторними інструментами, проводити експерименти та отримувати практичні навички, яких вони не змогли б набутися через відсутність ресурсів.

2. Поглиблене розуміння складних тем

Наприклад, теми, як секвенування ДНК, мікробіологічні процеси або клітинна біологія можуть бути важкими для розуміння через свою абстрактність. Labster надає можливість візуалізувати ці процеси та симулювати експерименти, що дозволяє учням краще усвідомлювати складні наукові поняття.

3. Безпечне середовище для експериментів

Деякі лабораторні експерименти, пов'язані з біологією, можуть бути небезпечними для учнів через використання хімічних речовин або обладнання. У Labster всі експерименти проводяться віртуально, що забезпечує повну безпеку, дозволяючи учням без ризику досліджувати такі теми, як токсикологія, робота з патогенами тощо.

4. Доступність для дистанційного навчання

Особливо під час пандемій або військових дій, коли навчальні заклади змушені переходити на дистанційне навчання, Labster стає незамінним інструментом. Учні можуть брати участь у лабораторних роботах з дому, маючи доступ до високоякісних симуляцій, які інтерактивно відтворюють реальні лабораторії.

5. Персоналізоване навчання

Платформа дозволяє кожному учню рухатися власним темпом, повторювати експерименти за необхідністю та отримувати миттєвий зворотний зв'язок. Це сприяє глибшому розумінню матеріалу та дозволяє учням уникати типових помилок, що можуть виникати під час роботи в реальних лабораторіях.

6. Мотивація та зацікавленість

Використання інтерактивних симуляцій робить процес навчання захопливим. Учні активніше залучаються до досліджень, коли можуть експериментувати з різними параметрами та миттєво бачити результати своїх дій у віртуальному середовищі.

Labster є інноваційним інструментом, який не тільки робить біологію цікавішою, але й дозволяє учням набути важливих практичних навичок, необхідних для майбутньої наукової кар'єри або просто для глибшого розуміння природи.

5. BioDigitalHuman

Сайт <https://www.biodigital.com>

BioDigitalHuman – це інтерактивна 3D-платформа, яка дозволяє користувачам досліджувати анатомію людини, фізіологічні процеси та медичні

стани за допомогою віртуальних моделей. Ця платформа є надзвичайно корисною для вивчення біології, особливо анатомії, фізіології та медицини, завдяки своїй здатності надавати візуально деталізовані й інтерактивні моделі тіла людини. (Рис. 1.8.)



Рис. 1.8. Головна сторінка освітньої програми BioDigitalHuman [6]

Основні переваги використання BioDigitalHuman на уроках біології:

1. Візуалізація складних біологічних систем

Одним із найважчих аспектів навчання біології є уявлення внутрішніх структур людського організму та їхньої взаємодії. BioDigitalHuman надає детальні 3D-моделі, що дозволяють учням побачити анатомічні структури, такі як органи, тканини, судини, нерви тощо, з можливістю повертати й масштабувати їх для детального вивчення. Це забезпечує краще розуміння складних біологічних процесів.

2. Деталізація анатомії

Учні можуть досліджувати різні системи організму, такі як дихальна, кровоносна, травна, нервова та інші. Кожна система представлена в деталізованому 3D-форматі, що дозволяє вивчати її будову та функціонування. Наприклад, під час вивчення травної системи учні можуть слідкувати за шляхом їжі через травний тракт, аналізуючи, як працюють шлунок, кишківник та інші органи.

3. Інтерактивність і персоналізація навчання

Платформа дозволяє персоналізувати навчальний процес. Учні можуть налаштовувати моделі, вибирати окремі структури для детального дослідження, видаляти шари або окремі елементи (наприклад, м'язи чи кістки) для кращого розуміння взаємозв'язків між органами і системами. Це забезпечує інтерактивний підхід до навчання, де учні активно взаємодіють з матеріалом.

4. Моделювання фізіологічних процесів та патологій

Крім стандартних анатомічних моделей, BioDigitalHuman також дозволяє вивчати різноманітні фізіологічні процеси та патологічні стани. Учні можуть побачити, як працює серце, кровообіг або дихальна система в нормальних умовах, а також як певні захворювання (наприклад, астма чи атеросклероз) впливають на їх функціонування. Це допомагає не тільки зрозуміти нормальні процеси, але й виявити, як порушення у фізіології можуть призвести до захворювань.

5. Можливість використання для дистанційного навчання

BioDigitalHuman є доступним для використання як на персональних комп'ютерах, так і на мобільних пристроях, що робить його ідеальним для дистанційного навчання. Учні можуть самостійно вивчати матеріал вдома, переглядати моделі органів, систем і хвороб у будь-який час, маючи доступ до інтернету.

6. Покращення розуміння анатомії та біології через 3D-візуалізацію

Вивчення 2D-зображень у підручниках може бути важким для багатьох учнів, які краще сприймають інформацію візуально. BioDigitalHuman дозволяє перейти до вивчення тривимірних моделей, що надає учням можливість бачити та розуміти просторове розташування органів і тканин у людському тілі. Це значно покращує їхнє розуміння анатомії.

Використання BioDigitalHuman на уроках біології дозволяє зробити навчання анатомії та фізіології не лише більш цікавим, але й набагато ефективнішим, надаючи учням можливість краще зрозуміти внутрішню будову тіла людини та процеси, що відбуваються в ньому.

РОЗДІЛ II

ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

2.1. Розробка уроку з теми «Особливості будови клітин» за допомогою Kahoot! у 7 класі

Хід уроку: Будова клітини еукаріотів

I. Організаційний момент

- Привітання учнів, мотивація до вивчення теми.
- Налаштування на позитивну, активну роботу та пояснення мети уроку.

II. Актуалізація опорних знань

1. Філворд із термінами: На екрані відображений філворд із ключовими термінами минулих уроків (наприклад, «цитоплазма», «клітинна мембрана», «мітохондрія», «ядро» тощо). Учні повинні знайти терміни, а потім пояснити їхнє значення. (Рис. 2.1)

Ї	В	З	Е	Б	В	К	Е	Д	Ю	Т	Б
Ц	Ц	И	Т	О	П	Л	А	З	М	А	Ь
С	Е	В	К	А	Р	І	О	Т	И	У	Є
Є	Є	Ж	Ь	Я	Т	Т	Б	Ж	Д	Я	Ю
Ч	С	Ґ	Р	Д	П	И	Ю	Е	М	І	Ґ
М	Е	М	Б	Р	А	Н	А	Н	Г	Щ	Я
О	В	П	Р	О	К	А	Р	І	О	Т	И

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

5. _____

6. _____

Рис. 2.1. Філворд із термінами, які були вивчені на попередньому занятті

2. Обговорення термінів:

Ядро – «мозковий центр» клітини

Ядро – це головна «управляюча» частина клітини, яка зберігає всю генетичну інформацію у вигляді ДНК. ДНК містить інструкції для росту,

розвитку, та функціонування клітини. Саме ядро контролює всі процеси, які відбуваються в клітині, подібно до того, як мозок контролює роботу організму.

Цитоплазма – внутрішнє середовище клітини

Цитоплазма – це густа, желеподібна речовина, що заповнює внутрішній простір клітини, утримуючи всі органели на своїх місцях. Вона складається здебільшого з води, де розчинені поживні речовини та молекули, необхідні для життєдіяльності клітини. У цитоплазмі відбуваються численні хімічні реакції, які підтримують клітину в живому стані.

Клітинна мембрана – «ворота» клітини

Мембрана – це тонка зовнішня оболонка клітини, яка виконує роль бар'єра між внутрішнім вмістом клітини та зовнішнім середовищем. Вона регулює обмін речовин між клітиною та її оточенням, пропускаючи всередину поживні речовини та кисень, а також виводячи відходи. Мембрана також захищає клітину від шкідливих впливів.

Мітохондрії – «енергетичні станції» клітини

Мітохондрії – це органели, які відповідають за вироблення енергії, необхідної для всіх процесів, що відбуваються в клітині. Вони перетворюють поживні речовини на енергію у формі молекул АТФ, які клітина використовує для роботи. Завдяки мітохондріям клітина отримує енергію для росту, поділу та інших функцій.

III. Мотивація навчальної і пізнавальної діяльності.

Прочитай текст. Чи погоджуєшся ти з таким порівнянням? (Рис. 2.2)

Прокаріотичні клітини можна уявити як мініатюрні фабрики, де всі процеси життя відбуваються в одному компактному просторі.

Еукаріотичні клітини ж можна порівняти з великими корпораціями, де кожен відділ має чітко визначену функцію.



Рис 2.2. Завдання для учнів на уроці, порівняння термінів

IV. Оголошення теми, мети, завдання уроку.

V. Вивчення нового матеріалу

Будова оболонки клітин еукаріотів

Еукаріотична клітина – це складна і різноманітна структура, що представляє собою мікрокосмос, в якому відбуваються численні біохімічні процеси. Кожна еукаріотична клітина складається з декількох основних компонентів, серед яких:

- Цитоплазма: Це середовище, в якому відбуваються всі життєвоважливі процеси. Вона заповнює клітину і містить органели, які виконують специфічні функції.
- Плазматична мембрана: Оточує цитоплазму та виконує важливі функції:
- Захист: Мембрана діє як бар'єр, що відділяє внутрішнє середовище клітини від зовнішнього. Це захищає клітину від втрат життєво важливих речовин і впливу шкідливих факторів.
- Транспорт речовин: Мембрана є напівпроникною, що дозволяє їй контролювати вхід і вихід речовин. Це забезпечує постачання поживних речовин, кисню та інших необхідних компонентів, а також виведення відходів.
- Комунікація: Мембрана не тільки захищає, але й служить засобом зв'язку між клітинами. Спеціальні білки та рецептори на її поверхні дозволяють

клітинам взаємодіяти, координувати свої дії та формувати тканини й органи в багатоклітинних організмах.

Доповніть схему: Учні можуть заповнити схему, на якій ілюструється будова клітинної мембрани, зокрема її основні компоненти, такі як білки, ліпіди, вуглеводи та їх функції. Це допоможе краще зрозуміти важливість мембрани в житті клітини. (Рис. 2.3)



Рис. 2.3 Завдання для учнів, заповнити схему «Функції мембрани»

Над плазматичною мембраною, подібно до захисного щита, розташовані надмембранні комплекси. У клітинах рослин та грибів цю роль виконує клітинна стінка – жорстка оболонка, що складається з целюлози та інших полісахаридів, яка забезпечує стійкість і форму клітини, захищаючи її від механічних пошкоджень. Клітини тварин не мають клітинної стінки, що дозволяє їм змінювати форму, важливу для руху та поглинання речовин; їх захищає глікокалікс.

Цитоплазма – це динамічне середовище між плазматичною мембраною та ядром, яке складається з прозорого, в'язкого розчину, що містить різноманітні речовини. Вона забезпечує взаємодію органел та є місцем численних біохімічних процесів.

Цитоплазма містить органели, кожна з яких виконує свою функцію:

- Мітохондрії – енергетичні станції клітини, що забезпечують її енергією.
- Пластиди – важливі для фотосинтезу (хлоропласти) та зберігання поживних речовин (лейкопласти, хромопласти).

- Вакуолі – у рослин і грибів заповнені клітинним соком, в тварин зазвичай відсутні, але можуть бути травні вакуолі.

Ендоплазматична сітка (ЕПС) – це система мембранних порожнин, що забезпечує транспорт сполук, синтез органічних речовин. Апарат Гольджі модифікує та упаковує білки для транспорту. Лізосоми розщеплюють старі органели та відходи.

Рибосоми – безмембранні структури, що синтезують білки, складаються з двох частин, з'єднуючись під час утворення білкових молекул. Тимчасові включення в цитоплазмі виконують функції запасів речовин, що з'являються та зникають відповідно до потреб клітини.

VI. Узагальнення та систематизація знань

Інтерактивний блок (10 хвилин):

- Тест у Kahoot на розуміння матеріалу за електронною адресою <https://kahoot.it/solo/?quizId=c0ad29c8-8d24-4be2-9bab-3a5a59395c08>

(Рис. 2.4)

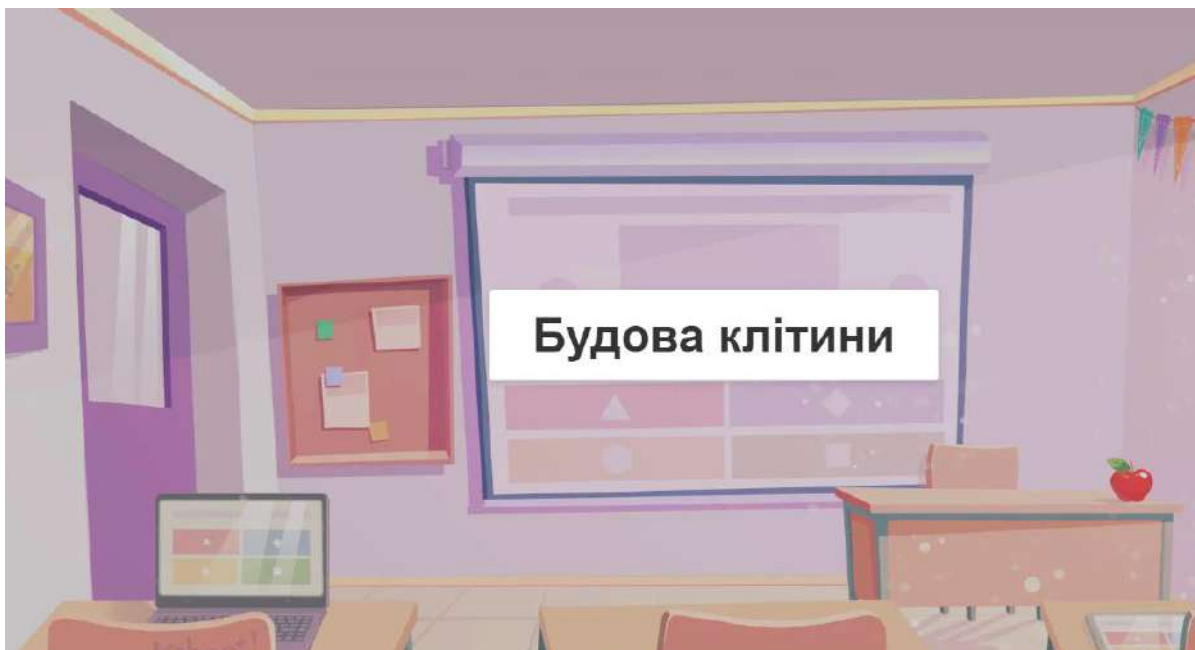


Рис. 2.4. Освітня платформа Kahoot!

Як приєднатися до уроку на Kahoot! (для учнів):

1. Підготовка пристрою з доступом до інтернет (комп'ютер, планшет або смартфон).
2. Приєднання до гри:
 - Відкрийте браузер на пристрої та перейдіть за посиланням kahoot.it.
 - У поле для введення PIN-коду введіть PIN, який надав викладач.
 - Після введення PIN-коду натисніть «Enter».
3. Введення імені:
 - Введіть своє ім'я або нікнейм, за яким вас буде видно у грі.
 - Натисніть «ОК, go!» для підтвердження.
4. Участь у грі:
 - Після старту гри питання будуть відображатися на екрані (проектора чи екрану комп'ютера викладача).
 - На вашому пристрої будуть з'являтися варіанти відповідей. Оберіть правильний, натиснувши на відповідний колір або форму.
 - Після кожного питання буде показано результати та рейтинг учасників.

Додаткові функції:

- Індивідуальний режим (Solo): Ви можете грати самотійно, натиснувши на режим «Solo» після відкриття вікторини.
- Режим «Ghost»: Дозволяє учням змагатися із своїми попередніми результатами, що стимулює самовдосконалення.

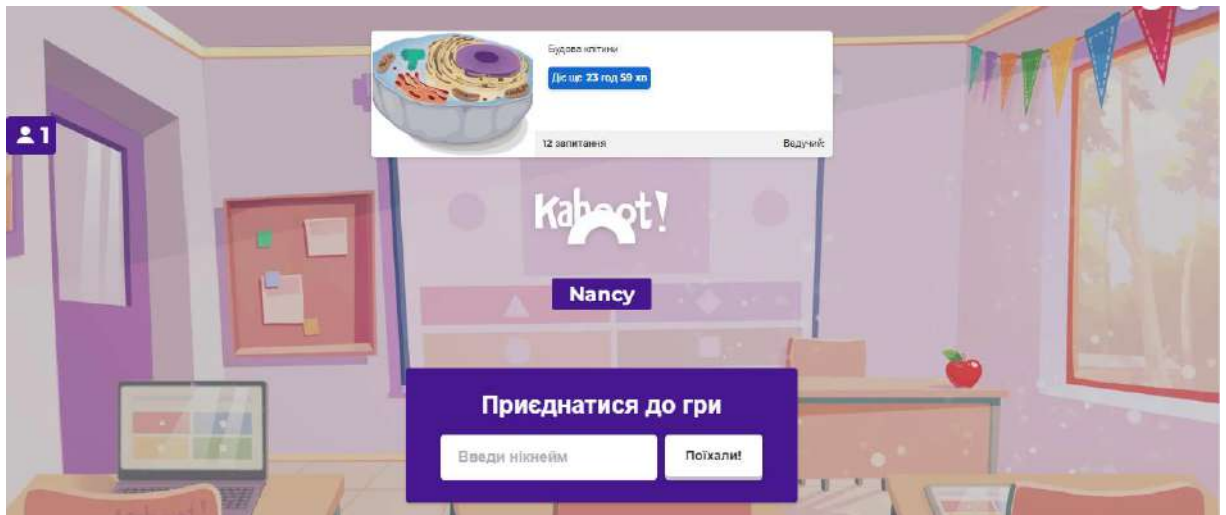


Рис. 2.5. Фото-інструкція приєднання до заняття на платформі Kahoot!

Запитання

- 1 - Квіз

Як називається найменша жива одиниця будови , життєдіяльності та розвитку живих організмів?

Органела

Клітина

Молекула

Атом

- 2 - Квіз

Знайдіть ознаку, притаманну лише рослинній клітині.

Наявність хлоропластів

Наявність цитоплазми

Наявність ядра

Наявність клітинної мембрани

- 3 - Квіз

До якої групи відносяться зображені на малюнку органели?

Двомембранні

Одномембранні

Немембранні

Тримембранні

- 4 - Квіз

Вкажіть спільні риси рослинної та тваринної клітин.

Клітинна оболонка, цитоплазма, клітинна мембрана

Ядро, цитоплазма, хлоропласти

Ядро, вакуоля з клітинним соком, клітинна мембрана

Ядро, цитоплазма, клітинна мембрана

- 5 - Квіз

Як називається зображена на малюнку двомембранна органела?

Мітохондрія

Хлоропласт

Ядро

Ендоплазматична сітка

- 6 - Квіз

Яку функцію виконує в клітині зображена органела?

Утворення глюкози

Збереження спадкової інформації

Енергетичну

Транспортну

- 7 - Квіз

Як називаються тимчасові компоненти клітини?

Органели

Включення

Лізосоми

Рибосоми

- 8 - Квіз

Як називається і яку функцію виконує немембранна органела, що зображена на малюнку?

Рибосома, синтез білка

Рибосома, енергетична

Ядро, синтез білка

Ядро, збереження спадкової інформації

- 9 - Квіз

Яка речовина присутня в клітинній оболонці, що надає їй міцності та форму клітині?

Целюлоза

Хітин

Глюкоза

Білки

- 10 - Квіз

Як називається тип клітин, що мають сформоване ядро?

Прокаріоти

Некаріоти

Еукаріоти

Псевдокаріоти

- 11 - Квіз

Як називається рідка частина цитоплазми?

Целюлоза

Цитозоль

Вакуоля

Лізосома

- 12 - Квіз

Як називається наука, що вивчає клітини?

Фізіологія

Генетика

Цитологія

Як називається найменша жива одиниця будови , життєдіяльності та розвитку живих організмів?

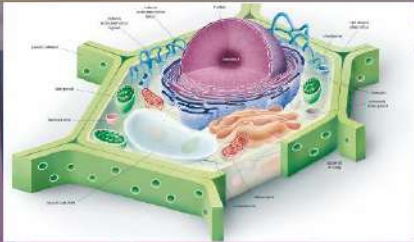
26



<input type="radio"/> Органела	<input type="radio"/> Клітина
<input type="radio"/> Молекула	<input type="radio"/> Атом

Знайдіть ознаку, притаманну лише рослинній клітині.

29



<input type="radio"/> Наявність хлоропластів	<input type="radio"/> Наявність цитоплазми
<input type="radio"/> Наявність ядра	<input type="radio"/> Наявність клітинної мембрани

До якої групи відносяться зображені на малюнку органели?

27



<input type="radio"/> Двомембранні	<input type="radio"/> Одномембранні
<input type="radio"/> Немембранні	<input type="radio"/> Тримембранні

Рис. 2.6 Приклади запитань на освітній платформі Kahoot!

VII. Рефлексія.

По черзі за принципом прийому «Мікрофон» назвати 2 факти, продовживши відповідні фрази, – «я не знав / не знала...», «тепер я знаю...».

VIII. Підбиття підсумків

Евкаріотична клітина зовні оточена плазматичною мембраною. Усередині має цитоплазму та органели: ендоплазматичну сітку, пластиди, мітохондрії, вакуолі, рибосоми.

IX. Домашнє завдання.

- Опрацювати параграф 6 «Біологія. Підручник для 7 класу»;
- Проект «Місто-клітина» («Школа-клітина»). (Рис. 2.7)



Рис. 2.7. Домашнє завдання для учнів, на закріплення матеріалу «Проект «Місто-клітина»

Паркан – це _____, оскільки _____.

Міська рада – це _____, оскільки _____.

Електростанція – це _____, оскільки _____.

Ферми – це _____, оскільки _____.

Водойма – це _____, оскільки _____.

Дороги – це _____, оскільки _____.

Сортувальний центр – це _____, оскільки _____.

Фабрика будівельних матеріалів – це _____, оскільки _____.

Складські приміщення – це _____, оскільки _____.

2.2. Інтерактивний урок з Blender: «Створення 3D-моделі гемоглобіну» у 9 класі

Хід уроку: Створення 3D-моделі гемоглобіну

I. Організаційний момент

- Привітання учнів, мотивація до вивчення теми.
- Налаштування на позитивну, активну роботу та пояснення мети уроку.

II. Актуалізація опорних знань

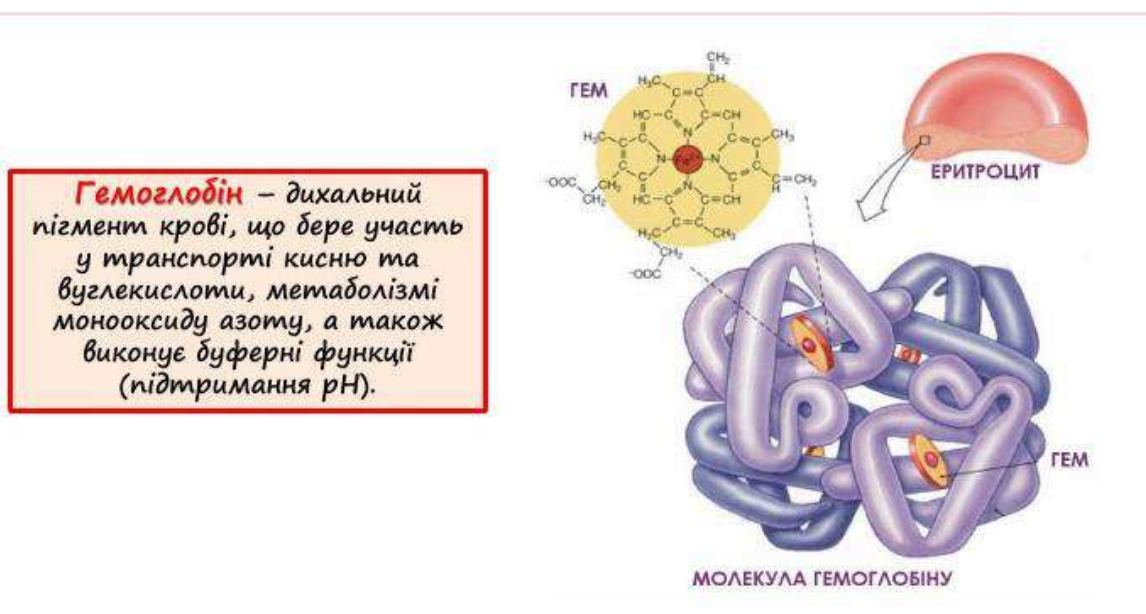


Рис. 2.8. Визначення та будова гемоглобіну

Гемоглобін – складний білок, що складається з чотирьох поліпептидних ланцюгів: двох альфа- та двох бета-ланцюгів. Кожен ланцюг містить молекулу гему, яка має центральний атом заліза. Гем є основним місцем зв'язування кисню, що дозволяє транспортувати його по всьому тілу. Атом заліза в гемі може зв'язувати одну молекулу кисню, тому загальна структура гемоглобіну може приєднувати чотири молекули кисню. (Рис. 2.8)

Основна функція гемоглобіну – переносити кисень від легенів до тканин і забирати вуглекислий газ назад у легені для видалення. У легенях гемоглобін зв'язується з киснем, утворюючи оксигемоглобін (HbO_2). Під час циркуляції крові через капіляри тканин, де концентрація кисню нижча, оксигемоглобін віддає кисень, стаючи дезоксигемоглобіном.

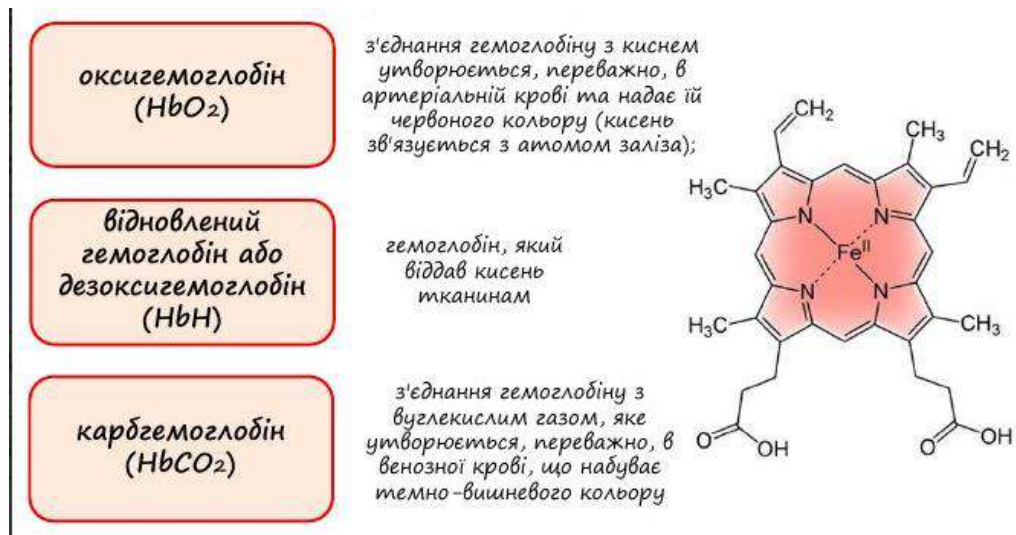


Рис. 2.9 Форми гемоглобіну

- Оксигемоглобін (HbO₂): форма гемоглобіну, коли він насичений киснем; має яскраво-червоний колір, що надає артеріальній крові її характерний відтінок.

- Відновлений гемоглобін – це дезоксигемоглобін, форма гемоглобіну, що утворюється після віддачі кисню в тканинах. Він повертається у легені для нового циклу насичення киснем. Цей процес дозволяє забезпечувати постійну циркуляцію кисню та підтримувати життєві функції організму. Відновлений гемоглобін має темно-червоний відтінок, що надає венозній крові її характерний колір. (Рис. 2.9)

- Карбгемоглобін (HbCO₂): форма гемоглобіну, що транспортує вуглекислий газ з тканин до легенів.

Патологічні форми

**карбоксигемоглобін
(HbCO)**

утворюється за отруєння чадним газом (CO)

**метгемоглобін
HbMet**

утворюється за дії нітритів, нітратів і деяких лікарських препаратів

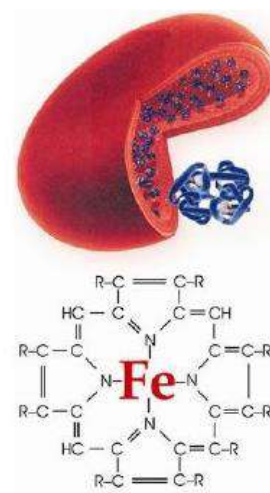


Рис. 2.10. Гемоглобін. Патологічні форми

Метгемоглобінемія – стан, при якому залізо в гемі окислюється до форми Fe^{3+} і не здатне зв'язувати кисень. Це призводить до зниження ефективності транспорту кисню, що може спричинити гіпоксію та інші клінічні проблеми.

Карбоксигемоглобін – це сполука, що утворюється при зв'язуванні вуглекислого газу (CO) з гемоглобіном у крові. Він є результатом з'єднання гемоглобіну з монооксидом вуглецю, що є дуже токсичним газом, який може викликати отруєння. (Рис. 2.10)

III. Мотивація навчальної і пізнавальної діяльності.

Референсні значення гемоглобіну:

18 - 45 років	жінки	117 - 155
	чоловіки	132 - 173
45 - 65 років	жінки	117 - 160
	чоловіки	131 - 172
> 65 років	жінки	117 - 161
	чоловіки	126 - 174

Одиниці виміру: g / L

АНЕМІЯ



НОРМА



Можливі причини зниження вмісту гемоглобіну в крові (анемії)

- наслідок підвищених втрат гемоглобіну при різного роду кровотечах або підвищеному руйнуванні (гемолізі) еритроцитів;
- нестача заліза, необхідного для синтезу гемоглобіну, або вітамінів, що беруть участь в утворенні еритроцитів (переважно B12, фолієва кислота);
- порушення утворення клітин крові при специфічних гематологічних захворюваннях;
- повторне виникнення при різних хронічних соматичних захворюваннях.

Рис. 2.11. Референсні значення, та можливі причини зниження гемоглобіну в крові

IV. Вивчення нового матеріалу

Гемоглобін – це білок, що міститься в червоних кров'яних клітинах (еритроцитах) і відповідає за транспортування кисню з легень до тканин і вуглекислого газу від тканин до легень. Його будова і функціонування є надзвичайно складними. Ось детальний опис:

Будова гемоглобіну

1. Складові частини:

- Гемоглобін складається з чотирьох поліпептидних ланцюгів, які називаються глобінами. У дорослих людей зазвичай є два альфа-ланцюги і два бета-ланцюги (HbA).

- Кожен глобін має простетичну групу, відому як гем. У кожній гем-групі міститься один атом заліза (Fe^{2+}), який може зв'язуватися з киснем.

2. Гем:

- Гем – це органічна молекула, що складається з порфіринового кільця (порфірину) і заліза. Залізо в гемі є активним центром, що зв'язує молекули кисню.

- Гем має чотири атоми заліза, але в структурі гемоглобіну лише два з них беруть участь у транспортуванні кисню.

3. Третіарна структура:

- Гемоглобін має складну тривимірну (тертіарну) структуру, яка формується внаслідок згортання поліпептидних ланцюгів. Взаємодії між різними частинами білка, такі як водневі зв'язки, іонні зв'язки та гідрофобні взаємодії, визначають його стабільність і функцію.

4. Квартетна структура:

- Коли чотири поліпептидних ланцюги з'єднуються, вони формують гетеротетрамерну структуру гемоглобіну. Ця структура забезпечує кооперативність, тобто збільшення афінності до кисню після зв'язування першої молекули кисню.

Гемоглобін формується у червоному кістковому мозку шляхом процесу, відомого як еритропоез. Ось основні етапи:

1. Початкові клітини: Процес починається з гемопоетичних стовбурових клітин, які є предшественниками всіх типів кров'яних клітин.

2. Прогресія до еритроцитів: Ці стовбурові клітини диференціюються в проеритробласти, які поступово переходять в еритробласти.

3. Синтез гемоглобіну: У еритробластах відбувається активний синтез гемоглобіну. На цьому етапі синтезуються глобінові ланцюги, а також формуються гем-групи. Гем утворюється з порфірину, в якому залізо інтегрується в процесі, що включає ряд біохімічних реакцій.

4. Втрата ядра: Після завершення синтезу гемоглобіну еритробласти втрачають свої ядра і стають ретикулоцитами. Ці молоді еритроцити потім звільняються в кров.

5. Дозрівання: Протягом кількох днів ретикулоцити дозрівають у зрілі еритроцити, які вже містять високий рівень гемоглобіну і здатні до транспортування кисню.

V. Узагальнення та систематизація знань

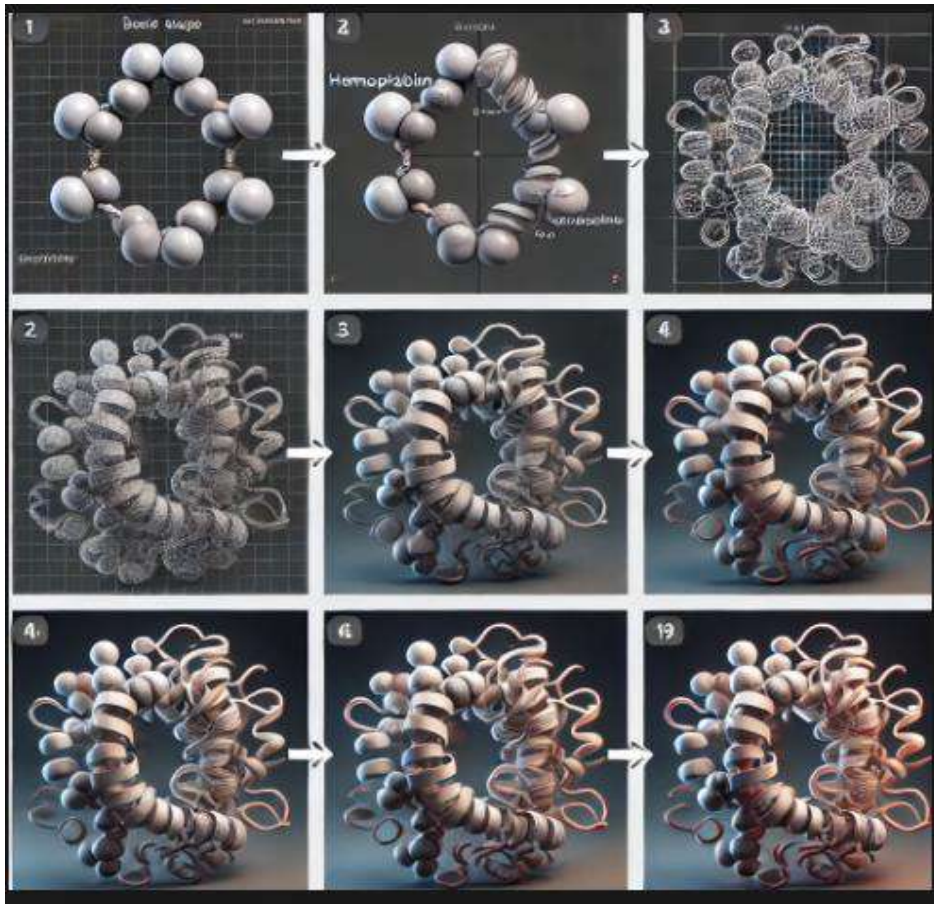


Рис. 2.12. Етапи розробки 3D-модель гемоглобіну на освітній платформі Blender

Створення 3D-моделі гемоглобіну – це захоплюючий і технічно складний процес, який включає в себе декілька ключових етапів. Кожен з цих етапів має свої специфічні дії, що дозволяють відтворити складну структуру цього білка. Розглянемо ці етапи детальніше. (Рис. 2.12)

1. Створення базової форми (чотири субодиниці гемоглобіну)

На першому етапі в Blender створюються чотири сфери, які представляють субодиниці гемоглобіну. Гемоглобін складається з двох альфа і двох бета ланцюгів, і їх правильне розташування є критично важливим для відображення його кватернарної структури.

- Створення сфер. Використовуючи інструмент AddMesh, вибираємо сферу і копіюємо її, щоб отримати загалом чотири одиниці.

- Розміщення субодиноць. Розміщуємо ці сфери у відповідній конфігурації, згідно з відомими структурними даними гемоглобіну. Зазвичай альфа-субодиноці розташовані поряд, а бета-субодиноці – також парами.

- Налаштування розміру. Змінюємо розміри сфер, щоб вони відповідали масштабам реальних субодиноць.

2. Поєднання субодиноць у кватернарну структуру

На цьому етапі потрібно правильно розташувати субодиноці та показати їх зв'язки, які критично важливі для функції гемоглобіну.

- Вирівнювання. Використовуємо інструменти трансформації (переміщення, обертання) для точного вирівнювання субодиноць.

- Створення зв'язків. Додаємо криві та з'єднання, які ілюструють взаємодії між субодиноцями. Це можна зробити за допомогою модифікатора Curve.

- Візуалізація зв'язків. Створюємо тонкі циліндри або лінії для відображення зв'язків, які формуються між субодиноцями, підкреслюючи їх фізичні та хімічні взаємодії.

3. Деталізація полімерних ланцюгів і молекул гемму

Цей етап передбачає моделювання полімерних ланцюгів, що представляють поліпептидні зв'язки, а також молекул гемму, які грають ключову роль у функціонуванні гемоглобіну.

- Створення полімерних ланцюгів. Використовуємо інструменти для створення кривих та модифікаторів, які дозволяють моделювати вигнуті ланцюги, що представляють поліпептидні зв'язки між амінокислотами.

- Моделювання молекул гемму. Для відображення гемму створюємо маленькі кільця з атомом у центрі, використовуючи сферичну геометрію. Додаємо кольори для відображення заліза в молекулах гемму.

- Деталізація. Застосовуємо інструменти для налаштування розмірів і форм, щоб точніше відобразити реальні структури молекул.

4. Налаштування поверхонь та текстур

Цей етап передбачає створення реалістичного вигляду білка за допомогою текстурування та налаштування поверхонь.

- Текстурування. Використовуємо текстури, щоб надати білковій поверхні природний вигляд. Можна імплементувати текстури, що імітують поверхневі особливості білка.

- Шейдери. У ShaderEditor вибираємо різні шейдери для створення ефекту природної текстури. Наприклад, можемо використовувати шейдери Diffuse BSDF для матової поверхні та Glossy BSDF для відбиття світла.

- Кольорова палітра. Встановлюємо кольори відповідно до фізичних властивостей гемоглобіну, зокрема, червоний для гемоглобіну та різні відтінки для поліпептидних ланцюгів.

5. Остаточний рендеринг та освітлення

На заключному етапі важливо налаштувати освітлення та рендеринг, щоб модель виглядала максимально реалістично.

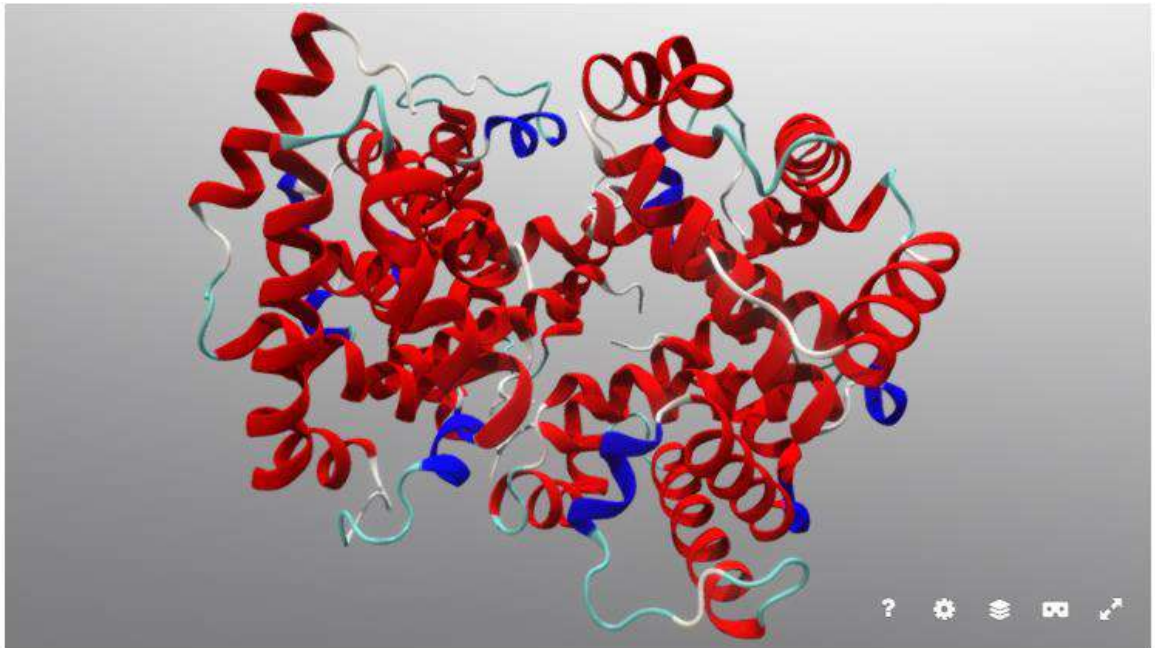
- Налаштування освітлення. Додаємо різні джерела світла, такі як AreaLights та SpotLights, щоб підсвітити модель та підкреслити деталі поверхні. Використовуємо техніки освітлення, щоб створити об'ємний вигляд.

- Вибір рендерера. Вибираємо рендерер, наприклад, Cycles або Eevee, залежно від необхідної якості. Cycles забезпечує фотореалістичний рендеринг, тоді як Eevee може використовуватися для швидших результатів.

- Остаточний рендеринг. Запускаємо процес рендерингу та зберігаємо отримане зображення або анімацію, представляючи 3D-модель гемоглобіну в максимальній якості.

Створення 3D-моделі гемоглобіну в Blender – це складний, але дуже цікавий процес, що вимагає терпіння та творчого підходу. Кожен етап, від створення базової форми до остаточного рендерингу, є важливим для досягнення точності та реалістичності. Завдяки сучасним технологіям моделювання, студенти можуть не тільки навчатися, а й отримувати

задоволення від процесу створення моделей, що допомагає глибше зрозуміти біологічні структури. (Рис. 2.13)



Hemoglobin
3D Model

Рис. 2.13. Готова 3D-модель гемоглобіну в Blender

VI. Домашнє завдання.

- Підготувати короткий реферат про роль гемоглобіну у підтриманні здоров'я людини.

2.3. Віртуальна лабораторія PhETInteractiveSimulations: «Око. Сприймання кольору» у 8 класі

Хід уроку: Дослідження сприйняття кольору в віртуальній лабораторії

I. Організаційний момент

- Привітання учнів, мотивація до вивчення теми.
- Налаштування на позитивну, активну роботу та пояснення мети уроку.

II. Актуалізація опорних знань

Перед тим як розпочнемо нову тему, давайте згадаємо, що ми вже знаємо. Органи чуття – це ті частини нашого тіла, які допомагають нам взаємодіяти зі світом навколо. Хто може назвати приклади органів чуття? Правильно, це очі, вуха, ніс, шкіра, язик. А яка основна функція ока? Так, за допомогою очей ми бачимо світ навколо нас.

III. Мотивація навчальної і пізнавальної діяльності.

Згадайте, які частини ока ви вже знаєте. Відмінно, це рогівка, сітківка, зоровий нерв. Сьогодні ми докладніше дізнаємося про їхню роль у сприйманні кольору. (Рис. 2.14)

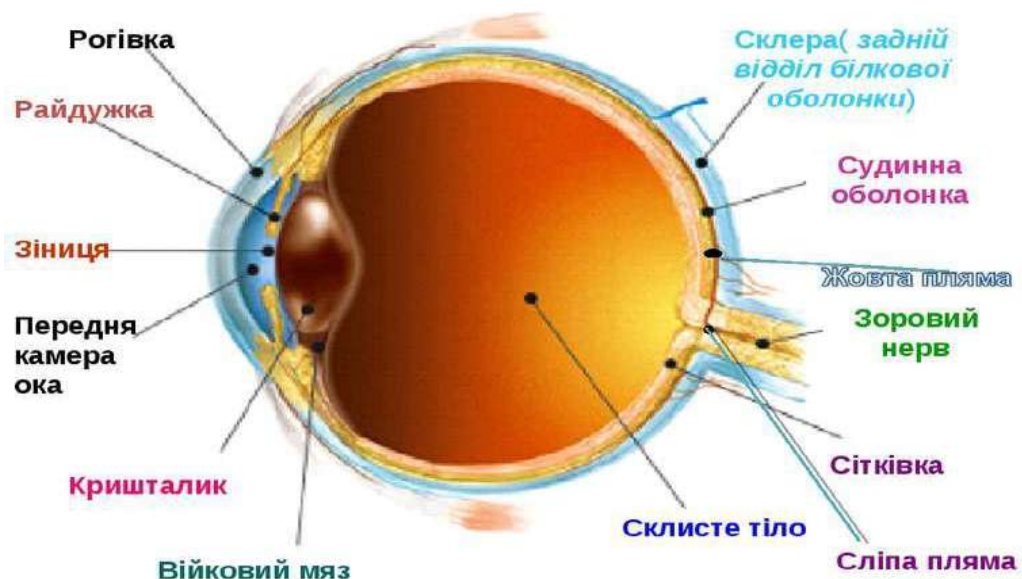


Рис. 2.14. Будова ока

IV. Вивчення нового матеріалу

У сітківці людини налічується близько 130 мільйонів паличок і 7 мільйонів колбочок. Палички розташовані переважно на периферії сітківки. Вони дуже чутливі до світла і тому забезпечують зір при слабкому освітленні, що називають сутінковим або нічним зором. Колбочки ж активуються за яскравого світла і відповідають за кольоровий зір, дозволяючи нам бачити яскраві, насичені кольори вдень.

У центральній частині сітківки, в зоні, що називається жовтою плямою, знаходиться найбільша концентрація колбочок. Саме ця область відповідає за найбільш чітке і детальне сприймання зображень. Існує три типи колбочок, кожен з яких чутливий до певного спектру світла:

- Колбочки, чутливі до червоного кольору.
- Колбочки, чутливі до зеленого кольору.
- Колбочки, чутливі до синього кольору.

Ці три типи колбочок разом дозволяють оці сприймати всю різноманітність кольорів. Наприклад, жовтий колір ми бачимо, коли активуються одночасно червоні і зелені колбочки.

Коли світло потрапляє на сітківку, воно поглинається колбочками і паличками, де перетворюється на електричні сигнали. Ці сигнали передаються через зоровий нерв до мозку, який інтерпретує їх і створює зорове зображення.

Око людини здатне сприймати електромагнітні хвилі у видимому діапазоні довжин від приблизно 380 до 760 нанометрів:

- Світло з коротшою довжиною хвилі (близько 380-450 нм) виглядає синім.
- Довші хвилі (450-495 нм) дають зелені відтінки.
- Хвилі середньої довжини (495-570 нм) ми сприймаємо як жовті та оранжеві кольори.
- Найдовші хвилі (570-760 нм) сприймаються як червоні.

За межами видимого спектру знаходяться:

- Інфрачервоні хвилі (довжина хвилі більше 760 нм), які ми відчуваємо як тепло.

- Ультрафіолетові хвилі (менше 380 нм), які невидимі для ока, але можуть бути шкідливими для шкіри і очей.

Око є унікальним органом, здатним розрізняти широкий спектр кольорів завдяки злагодженій роботі паличок і колбочок. Цей механізм дозволяє нам сприймати світ у всій його барвистій красі, водночас забезпечуючи зір як у денний, так і в сутінковий час.

Тепер перейдемо до механізму сприймання кольору. Ви, мабуть, чули, що є три основні кольори: червоний, зелений і синій. Колбочки в нашій сітківці спеціалізуються на сприйманні світла саме цих кольорів. Коли світло потрапляє на колбочки, вони передають сигнал до мозку через зоровий нерв.

Наш мозок об'єднує сигнали від різних колбочок і створює кольорове зображення. Наприклад, коли активуються колбочки для червоного і зеленого, ми бачимо жовтий колір. Ось чому ми бачимо світ таким яскравим і різнобарвним.

V. Узагальнення та систематизація знань

PhETInteractiveSimulations: Колірний зір – це інтерактивна симуляція, розроблена для вивчення механізму сприймання кольорів людським оком. Симуляція дає можливість досліджувати, як око сприймає світло різних кольорів і як працюють колбочки сітківки.

Доступно за електронним ресурсом –
https://phet.colorado.edu/sims/html/color-vision/latest/color-vision_all.html?locale=uk

Ця симуляція забезпечує учням можливість глибше зрозуміти, як наше око обробляє світло різних кольорів і як працюють колбочки сітківки, які відповідають за кольорове зір. Використання таких інтерактивних ресурсів значно покращує процес навчання, оскільки сприяє активному залученню учнів та розвитку критичного мислення.

1. Зміна інтенсивності кольорів. Учні можуть регулювати інтенсивність трьох основних кольорів: червоного, зеленого та синього (RGB). Це дозволяє їм спостерігати, як поєднання різних відтінків утворює нові кольори, такі як жовтий, пурпурний і білий. Така діяльність сприяє розвитку уявлення про колірну теорію та фізику світла.

2. Візуалізація колбочок сітківки. Симуляція ілюструє три типи колбочок (червоні, зелені, сині), які активуються відповідно до кольору світла. Учні можуть спостерігати, як ці колбочки реагують на різні довжини хвиль світла. Візуалізація реакцій колбочок допомагає зрозуміти, як людське око сприймає світло та кольори, і як це впливає на формування кольорового зображення.

3. Режими спостереження. Симуляція пропонує кілька режимів, включаючи спостереження за окремими колбочками або за зоровим нервом. Учні можуть бачити, як зоровий нерв передає сигнали в мозок, що дає їм змогу зрозуміти, як інформація про кольори обробляється та сприймається. Це створює зв'язок між фізіологією ока та нейробіологічними процесами.

4. Дослідження дальтонізму. Симуляція демонструє, як змінюється сприйняття кольору при відсутності або пошкодженні одного з типів колбочок. Це явище пояснює основні аспекти дальтонізму, надаючи учням можливість усвідомити, як певні генетичні або фізіологічні фактори можуть впливати на сприйняття кольору. Розуміння дальтонізму допомагає учням формувати більш чітке уявлення про різноманітність людського сприйняття.

Симуляція «Колірний зір» від PhETInteractiveSimulations є важливим інструментом для викладання біології, оскільки вона дозволяє учням активно досліджувати механізми сприйняття кольорів. Від зміни інтенсивності кольорів до дослідження наслідків пошкодження колбочок, ця симуляція пропонує учням унікальний досвід, що сприяє кращому розумінню складних біологічних концепцій. Використання таких технологій в освіті може суттєво підвищити мотивацію та зацікавленість учнів у вивченні біології, а також допомогти їм

розвинути важливі навички для їхнього майбутнього навчання та кар'єри. (Рис. 2.15)

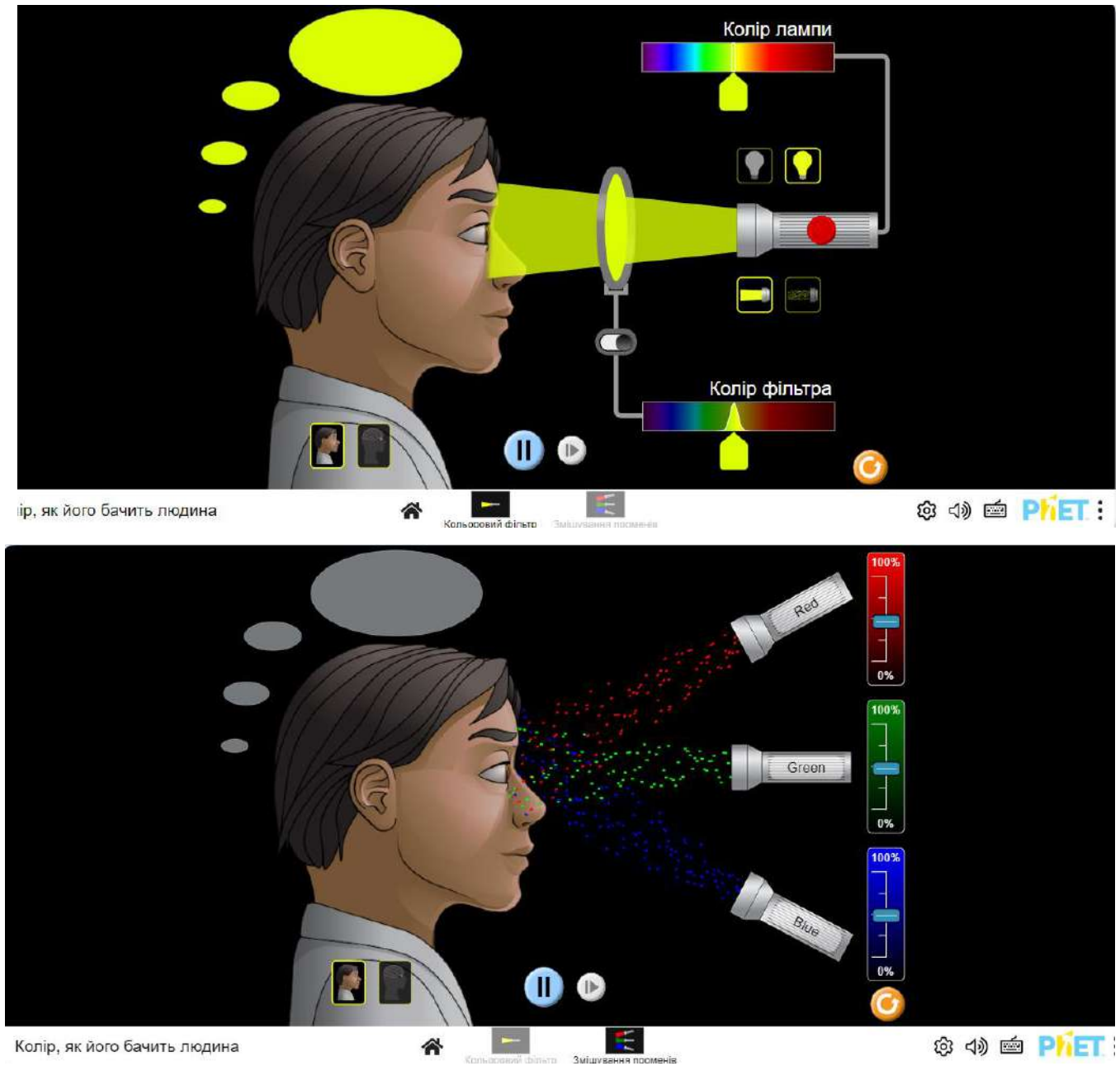


Рис. 2.15. Симуляція «Колірний зір» від PhETInteractiveSimulations

VI. Домашнє завдання

Підготуйте міні-проект або презентацію на тему «Як захистити зір у сучасному світі».

ВИСНОВКИ

1. Дослідження підтвердило потенціал штучного інтелекту як інноваційного інструменту модернізації біологічної освіти, який дозволяє створювати персоналізовані траєкторії навчання, враховуючи індивідуальні особливості та потреби кожного учня.

2. Впровадження штучного інтелекту в освітній процес вимагає неухильного дотримання принципів академічної доброчесності, прозорості алгоритмів, конфіденційності даних та запобігання ризикам неправомірного використання технологій

3. Розроблені методики інтеграції ШІ в навчання біології довели свою ефективність у створенні інтерактивного освітнього середовища, яке сприяє розвитку критичного мислення та глибшому розумінню навчального матеріалу.

4. Практична апробація інтерактивних технологій (Kahoot!, Blender, віртуальна лабораторія PhET) довела ефективність використання етичного ШІ для унаочнення складних біологічних процесів, підвищення мотивації та якості освітнього процесу.

5. Подальші дослідження мають бути зосереджені на розробці комплексної методики впровадження ШІ в біологічну освіту, вивченні довгострокового впливу технологій та формуванні нормативних рекомендацій щодо їх етичного використання в школах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Штучний інтелект у вищій освіті: ризики та перспективи інтеграції: матеріали всеукраїнського науково-педагогічного підвищення кваліфікації, 1 липня – 11 серпня 2024 року. Львів – Торунь: Liha-Pres, 2024. 328 с.
2. DashRepository, Гарвардський університет, Аналіз 36 документів щодо принципів ШІ. URL: <https://dash.harvard.edu> (Дата звернення 28.10.2024)
3. PhETInteractiveSimulations, UniversityofColoradoBoulder. URL: <https://phet.colorado.edu/> (Дата звернення 28.10.2024)
4. iNaturalist. URL: <https://www.inaturalist.org/> (Дата звернення 28.10.2024)
5. LabsterVirtualLabs. URL: <https://www.labster.com> (Дата звернення 28.10.2024)
6. BioDigitalHuman. URL: <https://www.biodigital.com> (Дата звернення 28.10.2024)
7. Google AI Experiments. URL: <https://experiments.withgoogle.com/collection/ai> (Дата звернення 28.10.2024)
8. Закон України «Про захист персональних даних» від 01.06.2010 №2297-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua> (Дата звернення 28.10.2024)
9. Жалдак М. І., Зязюн І. А. Цифровізація освіти в Україні: досвід і перспективи. Київ: Наукова думка, 2022. 344 с.
10. Митник М. Штучний інтелект та його роль у сучасному світі. 2024. URL: <https://itechua.com/news/248851>. (Дата звернення 29.10.2024)
11. Пасічник О. Штучний інтелект в освіті: три аспекти. URL: <https://osvita.ua/school/method/91077/> (Дата звернення 30.10.2024)
12. Бубнов І. В. Можливості та ризики використання штучного інтелекту в освітній сфері сучасної України. *Abstractsof XI InternationalScientificandPracticalConference*. Florence, Italy, November 27–29. 285–290 pp. 2023. URL: <https://eu-conf.com/ua/events/the-latest-information-andcommunicationtechnologies-in-education/> (Дата звернення 31.10.2024)

13. Війна та освіта: як рік повномасштабного вторгнення вплинув на українські школи. *Cedos*. URL: <https://cedos.org.ua/researches/vijna-ta-osvita-yak-rik-povnomasshtabnogo-vtorgnennya-vplynuv-na-ukrayinski-shkoly/> (Дата звернення 30.10.2024)
14. Норвіг П., Рассел, С. Штучний інтелект: сучасний підхід. Київ: Академія, 2020. 752 с.
15. Бенджіо, Й., Гінтон, Д. Штучний інтелект і його майбутнє в освіті. Оксфорд: OxfordPress, 2021. 312 с.
16. Іваненко І.І. Реформа освіти в Україні: виклики та можливості. *Освіта України*. 2021. № 2. С. 34-40.
17. Міністерство освіти і науки України. Навчальна програма з біології для 6-9 класів URL: https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya%20osvita/biologiya/2017/biologiya_6-9_2017.pdf (дата звернення: 24.10.2024).
18. Міністерство освіти і науки України. Навчальна програма з біології для 10-11 класів URL: https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya%20osvita/biologiya/2019/biologiya_10-11_2019.pdf (дата звернення: 24.10.2024).
19. Закон України «Про освіту». Відомості Верховної Ради України. – 2017. – № 2. Ст. 12. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19> (дата звернення: 24.10.2024).
20. Міністерство освіти і науки України. Приєднання України до програми PISA . URL: <https://mon.gov.ua/news/ukrayina-prijednalasya-do-programi-pisa-1> (дата звернення: 24.10.2024).
21. Міністерство освіти і науки України. Національна стратегія розвитку STEM-освіти на 2020-2027 роки. URL: https://mon.gov.ua/storage/app/media/stem/2020/stem_strategy.pdf (дата звернення: 24.10.2024).

22. Златка. МП. Конспект матеріали до уроків біології. 7 клас. II семестр. URL: <https://www.zlatka.com.ua/info-mii-konspekt-materiali-do-urokiv-biologii-a-7-klas-ii-semestr-82026.html>. –(Дата звернення: 04.11.2024)
23. Задорожний К. М., Мариненко Л. В. Розробки уроків. Біологія 9 клас. К.: Основа, 2023.
24. Задорожний К. М., Мариненко Л. В. Розробки уроків. Біологія 8 клас. К.: Основа, 2023.
25. Грицай Н.Б. Традиційні та інноваційні методи активізації пізнавальної діяльності учнів на уроках біології. URL: http://www.ps.stateuniversity.ks.ua/eng/file/issue_83/part_1/9.pdf (Дата звернення 30.10.2024)
26. Мостіпака Т. П. Інтерактивні технології у викладанні природничих дисциплін. *Модернізація вищої освіти в Україні та за кордоном: збірник наукових праць* / за заг. ред. д.п.н., проф. С. С. Вітвицької, к.п.н., доц. Н. М. Мирончук. Житомир: ВидвоЖДУ ім. І. Франка, 2014. С. 143-148.
27. Тирон Т.І. Інноваційні технології на заняттях біології. URL: http://nurse.net.ua/images/stories/Docs/Inovation_technologics.pdf (Дата звернення 30.10.2024)
28. ЮНЕСКО. Рекомендації ЮНЕСКО щодо етики штучного інтелекту: ключові факти. 2023. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385082>(Дата звернення 30.10.2024)
29. Feedback from AI-driven tool improves teaching, Stanford-led research finds. 2023. URL: <https://ed.stanford.edu/news/feedback-ai-driven-tool-improves-teaching-stanford-led-research-finds>. (Дата звернення 30.10.2024)
30. MentalHelp – Центр психологічної допомоги. URL: <https://www.mentalhelp.in.ua>. (Дата звернення 28.10.2024)
31. Asilomar AI Principles: Future of Life Institute. URL: <https://futureoflife.org/open-letter/ai-principles/>(Дата звернення 29.10.2024)

32. Partnership on Artificial Intelligence to Benefit People and Society. URL: <https://partnershiponai.org/about/#:~:text=Our%20Tenets&text=We%20are%20committed%20to%20open,and%20legal%20implications%20of%20AI.&text=We%20believe%20that%20AI%20research,a%20broad%20range%20of%20stakeholders.> (Дата звернення 28.10.2024)
33. Preparing for the Future of Artificial Intelligence: Executive Office of the President, National Science and Technology Council, Committee on Technology. 2016. URL: https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/whitehouse_files/microsites/ostp/NSTC/preparing_for_the_future_of_ai.pdf (Дата звернення 27.10.2024)
34. Fjeld Jessica, Nele Achten, Hannah Hilligoss, Adam Nagy, Madhulika Srikumar. Principled Artificial Intelligence: Mapping Consensus in Ethical and Rights-based Approaches to Principles for AI. Berkman Klein Center for Internet & Society, 2020. URL: <http://nrs.harvard.edu/urn3:HUL.InstRepos:42160420> (Дата звернення 28.10.2024)
35. OpenAI. ChatGPT – Language Model for Assistance and Research URL: <https://chat.openai.com>. (Дата звернення 28.10.2024)
36. European Commission. Digital Education Action Plan 2021-2027. Resetting education and training for the digital age. 2020. URL: https://education.ec.europa.eu/sites/default/files/document-library-docs/deap-communication-sept2020_en.pdf. (Дата звернення 28.10.2024)
37. AI4ED: Artificial Intelligence for and in Education. URL: <https://www.ai4ed-project.eu>. (Дата звернення 30.10.2024)
38. SHERPA: Shaping the Ethical Dimensions of Smart Information Systems (SIS). URL: <https://www.project-sherpa.eu>. (Дата звернення 30.10.2024)
39. Agile Education: Agile Teaching and Learning in Higher Education. URL: <http://agile-edu.eun.org>. (Дата звернення 30.10.2024)

40. Ethics Guidelines for Trustworthy AI. 2019. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/ethics-guidelines-trustworthy-ai>. (Дата звернення 30.10.2024)
41. General Data Protection Regulation (GDPR). 2018. URL: <https://unba.org.ua/publications/print/3320-general-data-protection-regulation.html>. (Дата звернення 28.10.2024)
42. КОНЦЕПЦІЯ розвитку штучного інтелекту в Україні. 2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-2020-p#Text> (Дата звернення 28.10.2024)
43. Проєкт "Освіта" на порталі Дія. URL: <https://osvita.diia.gov.ua/about>. (Дата звернення 30.10.2024)
44. Нова українська школа. URL: <https://mon.gov.ua/tag/nova-ukrainska-shkola?&type=all&tag=nova-ukrainska-shkola>. (Дата звернення 28.10.2024)
45. School of Engineering welcomes new faculty. URL: <https://news.mit.edu/2021/school-engineering-welcomes-new-faculty-0401>. (Дата звернення 30.10.2024)
46. The role of artificial intelligence in psychological research and practice. URL: <https://www.frontiersin.org/journals/psychology/articles/10.3389/fpsyg.2022.996294/full>. (Дата звернення 28.10.2024)
47. Академічна доброчесність, відкрита наука та штучний інтелект: як створити доброчесне освітнє середовище : збірник есе програми підвищення кваліфікації / упорядники: А. Артюхов, М. Віхляєв, Ю. Волк. 18 вересня – 18 жовтня 2023 року. Львів – Торунь : Liha-Pres, 2023. 524 с.
48. Національна доповідь про стан і перспективи розвитку освіти в Україні: монографія. Нац. акад. пед. наук України. за заг. ред. В.Г.Кременя. Київ : КОНВІ ПРІНТ, 2021. 384 с. DOI: <https://doi.org/10.37472/NAES-2021-ua>