

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

«До захисту допускаю»

завідувач кафедри біології та хімії,
кандидат біологічних наук, доцент

_____ Ірина БРИНДЗЯ
« _____ » _____ 20__ р.

ВИКОРИСТАННЯ ВІРТУАЛЬНИХ ЛАБОРАТОРІЙ
У КУРСІ БІОЛОГІЇ 9 КЛАСУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ
ЯКОСТІ НАВЧАННЯ

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

Магістерська робота

на здобуття кваліфікації – Магістр середньої освіти.

Вчитель біології та основ здоров'я, вчитель хімії

Автор роботи Романишин Маркіян Іванович _____
підпис

Науковий керівник кандидат педагогічних наук,
доцент Коссак Григорій Михайлович _____
підпис

Дрогобич, 2025

Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка

Кафедра Біології та хімії

Зав. кафедрою

(підпис)

(дата)

ЗАВДАННЯ

на підготовку кваліфікаційної (магістерської) роботи

1. Тема: Використання віртуальних лабораторій у курсі біології 9 класу для підвищення якості навчання
2. Керівник Григорій КОССАК - доцент, кандидат педагогічних наук
(прізвище, ініціали, вчене звання, науковий ступінь)
3. Студент Романишин Маркіян Іванович
(прізвище, ім'я, по батькові)

4. Перелік питань, що підлягають висвітленню у кваліфікаційній роботі:
1. Охарактеризувати віртуальні лабораторії як інтерактивне навчальне середовище. 2. Представити типологію віртуальних лабораторій, переваги та недоліки їх використання в освітньому процесі. 3. Провести огляд найвідоміших віртуальних біологічних лабораторій та їх значення для підвищення якості навчання. 4. Розробити фрагменти уроків з використанням віртуальних лабораторій для підвищення якості навчання учнів 9 класу з біології. 5. Провести педагогічний експеримент по перевірці ефективності використання віртуальних лабораторій на уроках біології у 9 класі та проаналізувати отримані результати.

5. Список рекомендованої літератури: Гнезділова В., Микитин Т., Різничук Н., Приймак А. Використання онлайн-лабораторій та симуляторів на уроках біології. Вісник Дніпровської академії неперервної освіти. Педагогіка дошкільної та середньої освіти. Професійна освіта та теорія навчання. «Філософія. Педагогіка» № 1 (8) 2025р. С. 143-150. Перерва В. В. Віртуальна біологічна лабораторія як перспективний напрям фахової підготовки майбутнього вчителя. Науковий вісник Львівської академії. Серія: Педагогічні науки: зб. наук. праць. Кропивницький: ЛА НАУ, 2019. Вип. 5. С. 401 – 406. Соболенко Л.Ю., Коршевнік Т.В., Філь В.М. Впровадження віртуальних лабораторій в освітній процес для підвищення доступності біологічної освіти в Україні. Педагогічна Академія: наукові записки, (17). 2025

6. Етапи підготовки роботи:

№	Назва етапу	Термін виконання	Термін звіту перед керівником, кафедрою
1.	Затвердження теми та робота з науково-методичною літературою	жовтень-лютий	лютий 2025 р.
2.	Проведення досліджень	вересень-листопад	листопад 2025 р.
3.	Опрацювання результатів досліджень	листопад	листопад 2025 р.
4.	Оформлення роботи	листопад	листопад 2025 р.

Дата видачі завдання: жовтень 2024 р.

Термін подачі роботи керівнику: листопад 2025 р.

З вимогами до виконання кваліфікаційної роботи і завданням ознайомлений (а)

(підпис студента)

Керівник

(підпис)

Захист кваліфікаційної (магістерської) роботи

(тема роботи)

Оцінка за стобальною шкалою: _____

Оцінка за національною чотирибальною шкалою: _____

Коротка мотивація захисту:

_____	Голова ЕК _____	_____
Дата	підпис	прізвище, ім'я

Секретар ЕК _____	_____
підпис	прізвище, ім'я

АНОТАЦІЯ

Романишин М.І. Використання віртуальних лабораторій у курсі біології 9 класу для підвищення якості навчання

Віртуальні лабораторії є сучасним освітнім середовищем, що дозволяє учням моделювати об'єкти реального світу. Використання віртуальних біологічних лабораторій в освітньому процесі забезпечує доступність, краще розуміння матеріалу, підвищення якості навчання, а також дозволяє компенсувати недостатню матеріально-технічну базу.

Ми охарактеризувати віртуальні лабораторії як інтерактивне навчальне середовище, представили їх класифікацію, а також переваги та недоліки їх використання в освітньому процесі. Провели огляд найвідоміших віртуальних біологічних лабораторій. Розробили фрагменти уроків з їх використанням для всіх тем з біології 9 класу та перевірили чи сприяє їх впровадження підвищенню якості навчання учнів.

ABSTRACT

Romanyshyn M.I. The use of virtual laboratories in the 9th grade biology course to improve the quality of learning

Virtual laboratories are a modern educational environment that allows students to model real-world objects. The use of virtual biology laboratories in the educational process ensures accessibility, better understanding of the material, improves the quality of learning, and also allows for compensating for the insufficient material and technical base.

We characterized virtual laboratories as an interactive learning environment, presented their classification, as well as the advantages and disadvantages of their use in the educational process. A review of the most well-known virtual biology laboratories was conducted. We developed lesson fragments using these laboratories for all topics in the 9th grade biology course and verified whether their implementation contributes to improving the quality of student learning.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ І. ПОНЯТТЯ, СУТНІСТЬ ТА ТИПОЛОГІЯ ВІРТУАЛЬНИХ ЛАБОРАТОРІЙ	9
1.1. Віртуальна лабораторія як інтерактивне навчальне середовище.....	9
1.2. Типологія віртуальних лабораторій	15
1.3. Переваги та недоліки використання віртуальних лабораторій.....	17
РОЗДІЛ II. ОГЛЯД НАЙВІДОМШИХ ВІРТУАЛЬНИХ БІОЛОГІЧНИХ ЛАБОРАТОРІЙ ТА ЇХ ЗНАЧЕННЯ.....	19
2.1. Значення віртуальних біологічних лабораторій для підвищення якості навчання.....	19
2.2. Virtual Biology Lab, PraxiLabs та SimBio.....	20
2.3. PhET, STAR та Wolfram.....	22
2.4. Go-Lab, LabXchange, Virtual Labs та Labster.....	25
2.5. Рекомендації щодо використання віртуальних біологічних лабораторій в освітньому процесі.....	28
РОЗДІЛ III. ПРАКТИЧНЕ ВИКОРИСТАННЯ ВІРТУАЛЬНИХ ЛАБОРАТОРІЙ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ БІОЛОГІЇ У 9 КЛАСІ.....	31
3.1. Використання віртуальних біологічних лабораторій в освітньому процесі 9 класу	31
3.2. Методика проведення досліджень.....	39
3.3. Результати експериментальних досліджень.....	42
ВИСНОВКИ.....	47
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	49
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Актуальність теми. Стрімкий розвиток цифрових технологій, високий рівень інформатизації освітньої галузі та глобальні виклики (воєнний стан та пандемія COVID-19) обумовлюють необхідність модернізації системи освіти в Україні [27]. Одним із дієвих інструментів для вирішення цієї проблеми є впровадження інноваційних методів навчання, використання новітніх технологій, зокрема комп'ютерного моделювання, яке має надзвичайно важливе значення при викладанні природничих дисциплін [1].

Біологія є цікавою, актуальною але досить складною фундаментальною природничою наукою про життя. Вона має надзвичайно важливе значення для пізнання та розуміння учнями свого організму, особливостей функціонування органів та систем, наслідків шкідливих звичок, свідомого ставлення до свого здоров'я, оточуючих людей, інших живих організмів та природи. Біологічні знання формують науковий світогляд учнів, розвивають критичне мислення та аналітичні навички [3]. Складна термінологія, великий обсяг навчального матеріалу, динамічні та послідовні біологічні процеси, які не можна просто запам'ятати чи завчити, а потрібно розуміти їх черговість, обумовлюють складність вивчення даного предмету. Водночас, багато біологічних об'єктів, процесів та явищ неможливо побачити неозброєним оком, що ще більше ускладнює процес сприйняття та навчання [22, 27].

У сучасних умовах перед біологічною освітою стоїть також низка викликів, які спричинені застарілою, недостатньою, або ж зовсім відсутньою через воєнні дії матеріально-технічною базою закладів освіти. Тому багато учнів отримують переважно теоретичні знання, без можливості їх практичного закріплення за допомогою експериментальної діяльності, яка має вирішальне значення для формування дослідницьких компетентностей [7].

Віртуальні біологічні лабораторії є цифровим навчальним середовищем в якому можна проводити демонстраційні досліди та лабораторні роботи, розглядати будову та моделювати поведінку живих організмів, а також

вивчати вплив різних чинників на них, досліджувати різні природні явища та будувати їх математичні моделі [26]. Віртуальні лабораторії дозволяють кожному учню брати безпосередню участь в експерименті, а не лише спостерігати за ним, досліди можна повторювати багаторазово, що сприяє кращому засвоєнню знань [28].

У даних умовах візуалізація та впровадження віртуальних лабораторій в освітній процес є надзвичайно доречними, оскільки не порушують принципи гуманної поведінки з живими організмами, дозволяють поглибити розуміння інформації, зацікавити учнів та підвищити їх інтерес [22].

Використання віртуальних біологічних лабораторій в освітньому процесі забезпечує доступність, краще розуміння матеріалу, підвищення якості навчання, а також дозволяє компенсувати недостатню матеріально-технічну базу [27].

Тому **метою магістерської роботи** було проаналізувати особливості, переваги та перспективи використання віртуальних лабораторій як ефективного засобу підвищення якості навчання під час вивчення біології у 9 класі.

Для реалізації мети роботи, поставлені наступні **завдання**:

1. Охарактеризувати віртуальні лабораторії як інтерактивне навчальне середовище.
2. Проаналізувати типологію віртуальних лабораторій, переваги та недоліки їх використання в освітньому процесі.
3. Провести огляд найвідоміших віртуальних біологічних лабораторій та їх значення для підвищення якості навчання.
4. Розробити фрагменти уроків з використанням віртуальних лабораторій для підвищення якості навчання учнів 9 класу з біології.
5. Провести педагогічний експеримент по перевірці ефективності використання віртуальних лабораторій на уроках біології у 9 класі та проаналізувати отримані результати.

Об'єкт дослідження: освітній процес з біології 9 класу в закладах загальної середньої освіти.

Предмет дослідження: шляхи застосування віртуальних біологічних лабораторій в освітньому процесі 9 класу як засобу підвищення якості навчання.

Наукова новизна: проаналізовано ефективність використання віртуальних лабораторій в освітньому процесі для підвищення якості навчання з біології у 9 класі, проведено апробацію та оцінку ефективності такого впровадження.

Практичне значення: обґрунтовано особливості та важливість використання віртуальних лабораторій в освітньому процесі при вивченні з біології 9 класу для підвищення якості навчання; представлені розробки можуть використовувати вчителі біології та студенти-практиканти для активізації пізнавальної діяльності учнів.

Апробація роботи: результати роботи були представлені та обговорені на наукових семінарах кафедри біології та хімії (квітень, 2025 р., вересень, 2025 р.), на звітній науково-практичній конференції здобувачів вищої освіти факультету здоров'я людини та природничих наук «Актуальні проблеми біології, екології, хімії та природничих наук» (квітень, 2025 р.).

Кваліфікаційна робота складається зі: вступу, трьох розділів, що включають 11 підрозділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. У тексті випускової (магістерської) роботи міститься 27 малюнків, 1 таблиця та 5 діаграм. Загальний обсяг роботи 54 сторінки.

РОЗДІЛ I. ПОНЯТТЯ, СУТНІСТЬ ТА ТИПОЛОГІЯ ВІРТУАЛЬНИХ ЛАБОРАТОРІЙ

1.1. Віртуальна лабораторія як інтерактивне навчальне середовище

У контексті активного інтегрування сучасної української освіти у глобальне освітньо-наукове та інформаційно-суспільне середовище, що перебуває у безперервному розвитку, першочерговим завданням є інформатизація освіти. Вказана необхідність обумовлена потребою у забезпеченні високої ефективності застосування електронних освітніх ресурсів з метою модернізації навчального процесу та організації продуктивної взаємодії його суб'єктів [5].

Цифрова трансформація освіти спричинила відхід від традиційних методів, стимулюючи активне використання технічних інновацій, онлайн-ресурсів та інтерактиву. Особливу увагу почали приділяти спеціалізованим програмам для симуляції та демонстрації наукових процесів, що призвело до появи поняття «віртуальна лабораторія» як елемента освітньої діяльності [24, 35].

Комп'ютерне моделювання природничих явищ (хімії, фізики, біології) та впровадження віртуальних лабораторій є ключовим перспективним напрямом у використанні інформаційних технологій. Застосування віртуальних лабораторій є сучасним та перспективним підходом в освіті. Актуальність їх інтеграції в освітній процес обумовлена викликами інформаційної епохи та законодавчими та нормативними вимогами до його організації [2, 5].

Віртуальна лабораторія – це програмний комплекс, що імітує реальні лабораторні роботи, експерименти чи практичні заняття на цифрових пристроях. Вона функціонує як віртуальне освітнє середовище, що дозволяє учням моделювати об'єкти реального світу. Завдяки розробці та впровадженню таких лабораторій, навчальний матеріал стає простішим для сприйняття, а досліді й експерименти проводяться наочно і безпечно [22].

Використання віртуальних лабораторій забезпечує активну, а не пасивну участь учнів у навчальному процесі, оскільки вони можуть самостійно маніпулювати віртуальним обладнанням, обирати реагенти, змінювати параметри експерименту (температуру, тиск, концентрацію) та миттєво бачити результати своїх дій. Сучасні віртуальні лабораторії використовують 3D-моделювання та візуалізацію, створюючи відчуття присутності та роботи зі справжніми об'єктами, що підвищує зацікавленість учнів та мотивує їх до отримання знань [25].

Під час виконання лабораторних або практичних робіт у віртуальних лабораторіях учні проводять маніпуляції, які дуже наближені до реальних, ніби занурюючись у віртуальне середовище, хоча в реальності вони працюють з аналогом живих об'єктів чи певних природних явищ чи процесів [13, 21].

Основні характеристики та цінність віртуальних лабораторій [21, 31].

- **Інтерактивність** – учні можуть взаємодіяти з елементами лабораторії (змінювати параметри, запускати процеси, спостерігати результати в реальному часі);
- **Візуалізація складних процесів** – абстрактні або небезпечні експерименти (наприклад, хімічні реакції чи фізичні моделі) стають доступними через анімації, графіки та симуляції;
- **Безпечне середовище для навчання** – всі дії виконуються в цифровому просторі, що виключає ризики для здоров'я та обладнання;
- **Доступність і гнучкість** – маючи пристрій з доступом до інтернету, учні можуть працювати з лабораторіями будь-де і будь-коли;
- **Миттєвий зворотний зв'язок** – система часто надає підказки, оцінки та пояснення, що сприяє самостійному навчанню;
- **Інтеграція з навчальними платформами** – віртуальні лабораторії можуть бути частиною систем управління навчанням, що дозволяє вчителям відстежувати прогрес учнів.

- **Розвиток дослідницьких навичок** – учні навчаються формулювати гіпотези, планувати експерименти, аналізувати дані та результати своєї роботи;
- **Індивідуалізація навчання** – кожен учень може працювати у власному темпі, повторювати експерименти, змінювати умови.
- **Мотивація до навчання** – гейміфікація, яскравий дизайн і можливість «гратися» з наукою підвищують інтерес до предмету;
- **Міждисциплінарність** – віртуальні лабораторії часто поєднують знання з фізики, хімії, біології, математики та інформатики.

Правильно застосовані віртуальні лабораторії усувають обмеження традиційного навчання [11, 17]:

● вони замінюють відсутню, або підсилюють наявну незначну матеріально-технічну базу;

● забезпечують абсолютну безпеку, виключаючи роботу з небезпечними речовинами;

● надають доступ до унікальних та складних дослідів, які важко, або неможливо провести під час уроку.

Віртуальні лабораторії активно розвивають дослідницькі навички, критичне мислення та самостійність учнів, що є основою сучасної освіти та цілей НУШ.

Багато відомих вчених (Апатова Н., Гершунський Б., Жалдак М., Полат Є., Лапінський В. тощо) висвітлили питання застосування сучасних інформаційних технологій в освіті. Виділяють наукові праці присвячені обґрунтуванню та аналізу використання комп'ютерних технологій у викладанні конкретних природничих дисциплін [5, 44]:

- хімії (Аспіцька А., Дендербер С., Мальченко Г., Тукало М.);
- фізики (Е. Бурсіан, Є. Бутиков, В. Лаптев, С. Стафєєв);
- біології (Абрамова З., Беляков О., Гольнєва Д., Пасечнік В., Гатаулін А., Луніна Н., Піменов А.) [5].

Підходами до визначення та ефективності використання віртуальних лабораторій у навчальному процесі займаються такі науковці, як Альберті І., Галелюка І., Бабінцева Є., Гавронська Ю., Гранкіна Т., Декунова Н., Козловський Є., Олейнікова А., Клименко Т., Підгорна Т., Кравцов Г., Савкіна А., Мазур М., Саданова Б., Морозов Н., Степчук О., Нарожна Т., Юрченко А., Петровський С., Трухіна А., Яновський М. та багато інших [5, 22].

Успішне впровадження віртуальних лабораторій в освітній процес залежить, насамперед, від вчителя, адже для цього він повинен прикласти чимало зусиль (рис. 1.1.) [11].



Рис.1.1.Механізм впровадження віртуальних лабораторій в освітній процес [11]

Віртуальні лабораторії є середовищем для реалізації дослідницького навчання та проєктної діяльності учнів, де вони можуть самостійно сформулювати гіпотези та одразу перевіряти їх, провівши віртуальний експеримент; відпрацьовувати навички планування експерименту, збору та аналізу даних, роботи з вимірювальними приладами. Замість пасивного запам'ятовування формул чи визначень, учні бачать їхню реальну дію та застосування, що сприяє глибокому концептуальному розумінню [15, 18].

Віртуальні лабораторії застосовують сучасні технології (рис.1.2.), такі як комп'ютерне моделювання, віртуальна (VR) та доповнена (AR) реальності, з метою імітації експериментів у цифровому середовищі. Завдяки цим інструментам учні мають змогу досліджувати властивості та поведінку

віртуальних об'єктів, зразків, організмів або систем, активно взаємодіючи з ними [10, 30].



Рис.1.2. Сучасні технології віртуальних лабораторій та їх характеристика [10, 40]

Часто у науковій літературі піднімається питання стосовно того, чи не знижує ролі вчителя в освітньому процесі використання гаджетів. Насправді,

без кваліфікованого педагога та його безпосередньої участі в передачі знань учням і взаємодії між ними навчальна діяльність повноцінно відбуватися не може. А використання сучасних інструментів, у тому ж числі віртуальних лабораторій, допомагає роботі освітній процес більш цікавим та доступним для учнів [22].

Зважаючи на різноманітність віртуальних лабораторій, вчитель може використовувати їх на різних етапах уроку: для проведення демонстраційних дослідів під час вивчення нового матеріалу, відпрацювання методик проведення різноманітних експериментів із віртуальними об'єктами (індивідуально кожним учнем, або групами), для організації самостійної роботи учнів у процесі закріплення навчального матеріалу чи перевірки знань [49]. Віртуальні лабораторії часто застосовують на уроці чергуючи з реальними роботами (рис. 1.3.) [22, 43].



Рис. 1.3. Використання віртуальних лабораторій на уроці [22, 35]

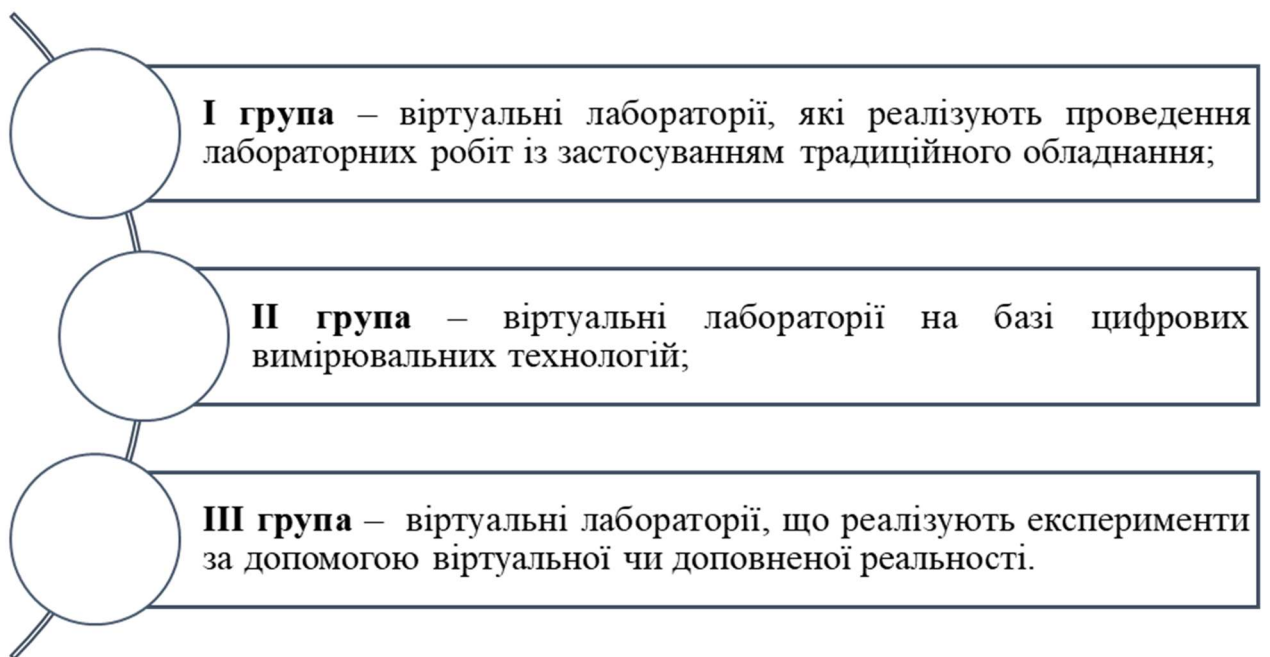
Віртуальні лабораторії – це сучасна сполучна ланка між теоретичними знаннями та практичними навичками. Вони створюють безпечне, гнучке та

візуально насичене інтерактивне середовище, яке ефективно мотивує учнів до активного пізнання та дослідництва.

1.2. Типологія віртуальних лабораторій

Віртуальні інструменти, які включають симулятори (імітація, моделювання) та віртуальні лабораторії (проведення безпечних експериментів та маніпуляцій), відіграють ключову роль у покращенні рівня наочності навчального матеріалу. Вони не лише гарантують безпеку експериментальної роботи, а й ефективно візуалізують кінцеві результати і наслідки природних процесів, поглиблюючи розуміння учнем механізмів впливу на умови їх перебігу [12].

Гнатюк В. В., Упатова І. П., Дехтярьова О. О. та Куруц Н.В. у своїй статті [9] класифікують віртуальні лабораторії на три групи:



При класифікації віртуальних лабораторій науковці дотримуються різних принципів (рис.1.4.).



Рис. 1.4. Типологія віртуальних лабораторій, складено автором на основі [1, 10, 22, 23]

За способом візуалізації віртуальні лабораторії бувають з 2D – графікою (яким властивий досить простий спосіб представлення об’єктів та процесів у вигляді схем, діаграм, графіків або спрощених малюнків), з 3D – графікою (які забезпечують більш об’ємне (тривимірне) та реалістичне представлення об’єктів та простору, максимально імітуючи реальне лабораторне обладнання та просторові процеси) та з анімацією (де демонстрації процесів відбуваються у динаміці) [26].

1.3. Переваги та недоліки використання віртуальних лабораторій

У сучасних умовах віртуальні лабораторії стали невід'ємною частиною освітнього процесу. Багато вчених [8, 14, 19, 20, 22, 27, 32, 35] відзначають позитивні сторони їхнього впровадження, зокрема:

- ❖ економія (досліди можна виконувати повторно, не затрачаючи при цьому реактивів та ресурсів);
- ❖ наочність, низька вартість (доступ до деяких віртуальних лабораторій та симуляторів є безкоштовним) та доступність;
- ❖ гарантія безпечності експериментального середовища;
- ❖ можливість демонструвати об'єкти та виконувати дослідження у процесі традиційного, дистанційного чи змішаного навчання;
- ❖ простота доступу (учень, який з поважної причини пропустив урок може провести дослідження навіть вдома) та індивідуалізація навчання;
- ❖ дотримання біоетичних принципів;
- ❖ підвищення в учнів зацікавленості та мотивації до навчання;
- ❖ формування наукового мислення, грамотності та цифрових компетентностей;
- ❖ відповідність сучасним педагогічним вимогам: НУШ, STEM та STEAM;
- ❖ інклюзивність;
- ❖ розвиток в учнів дослідницьких та практичних навичок;
- ❖ економія часу на проведення дослідів, адже у реальних умовах деякі з них проходять досить довгий проміжок часу, або ж дуже швидко, а у віртуальному середовищі цей час можна регулювати;
- ❖ візуалізація невидимого, що дозволяє учням побачити процеси, які в реальній лабораторії спостерігати неможливо;

Проте використання віртуальних лабораторій в освітньому процесі має також декілька недоліків, серед яких вчені [13, 32, 33] відзначають наступні:

- для їх використання потрібні відповідні технічні засоби, спеціалізоване програмне середовище та доступ до інтернету;
- неможливість сформувати повноцінні практичні навички роботи з реальним обладнанням;
- окремі віртуальні лабораторії є платними і не мають україномовного інтерфейсу;
- учні не можуть безпосередньо брати участь в експериментах, часто у них може сформуватися хибна думка стосовно простоти проведення досліджень та виконання практичних робіт у реальних умовах;
- деякі учні потребують додаткових пояснень щодо роботи у віртуальному середовищі;
- складність у підтриманні відповідної атмосфери у класі.

Хочемо відзначити, що фундаментом успішної навчальної діяльності та розвитку творчих здібностей учнів залишається активна взаємодія з учителем. Віртуальні лабораторії виступають як ефективний інструмент для візуалізації та набуття практичних умінь, проте вони не здатні самотійно забезпечити повноцінний освітній процес [34]. Відповідно, комп'ютерні технології не знижують, а підсилюють роль педагога, надаючи йому засоби для більшої зацікавленості учнів. З огляду на переваги та недоліки використання віртуальних лабораторій, вони мають інтегруватися в освітній процес як допоміжний елемент, що оптимізує сприйняття та засвоєння матеріалу [22, 32].

РОЗДІЛ II. ОГЛЯД НАЙВІДОМІШИХ ВІРТУАЛЬНИХ БІОЛОГІЧНИХ ЛАБОРАТОРІЙ ТА ЇХ ЗНАЧЕННЯ

2.1. Значення віртуальних біологічних лабораторій для підвищення якості навчання

Невід’ємною складовою біологічної освіти для формування в учнів уявлень про будову живих організмів, їх органів та систем, взаємозв’язків в екосистемі є практична складова, яка нажаль через недостатнє матеріально-технічне забезпечення не може в повній мірі забезпечити реалізацію необхідних потреб. Використання в освітньому процесі віртуальних біологічних лабораторій відкриває нові перспективи (рис.2.1.) для забезпечення однакових можливостей отримання повноцінної освіти для всіх учнів [27].



**Рис. 2.1.Перспективи використання віртуальних біологічних
лабораторій [27, 37]**

Віртуальні лабораторії є потужним засобом для ефективного засвоєння матеріалу завдяки яскравій візуалізації, динамічним елементам та ігровому підходу, що особливо цінно при демонстрації біологічних процесів, узагальненні знань та перевірці засвоєння навчального матеріалу [22].

Використання віртуальних біологічних лабораторій допомагає підтримувати високий рівень біологічної освіти, оскільки створює безпечне та біоетичне експериментальне середовище, компенсує нестачу матеріально-технічного забезпечення та робить складну навчальну інформацію наочною та доступною для всіх, що сприяє формуванню ключових компетентностей передбачених Новою українською школою (дослідницької самостійності та критичного мислення) [11, 38].

Сучасні учні легше сприймають інформацію у ігровій формі, а віртуальні лабораторії використовують елементи гри, сюжети та інтерактивні завдання, що підвищує їх мотивацію до навчання.

За результатами дослідження Сорокіної С. [29], використання віртуальних лабораторій у освітньому процесі з біології сприяє кращому розумінню та запам'ятовуванню навчальної інформації учнями.

Інтерактивність, яскрава графіка, можливість «гратися» з біологічними процесами, активно взаємодіяти з моделями у віртуальних лабораторіях сприяє глибшому засвоєнню матеріалу та підвищують інтерес учнів до вивчення дисципліни, що, у свою чергу, підвищує якість навчання [16].

2.2. Virtual Biology Lab, PraxiLabs та SimBio

Віртуальна лабораторія **Virtual Biology Lab** [52] є безкоштовним онлайн ресурсом, що імітує природне середовище та реакції його компонентів змінні умови, містить довідкову інформацію та технічні інструкції (рис. 2.2.). Параметри та умови проведення лабораторних робіт можна змінювати, містить інтерактивні моделі з екології, біогеографії, еволюції та біології але деякі моделі ще не Java і бувають проблеми з підтримкою браузерів.

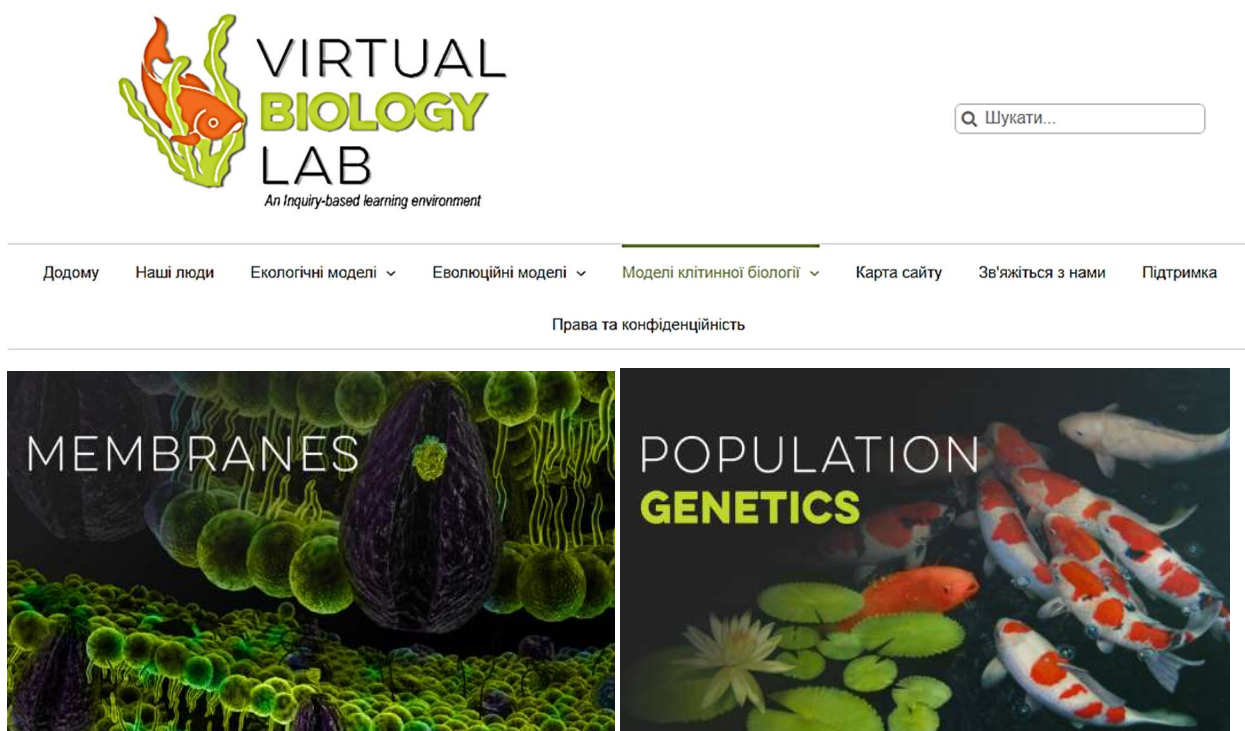


Рис.2.2. Вигляд вікна Virtual Biology Lab

PraxiLabs [46] – це сучасна віртуальна платформа, яка містить віртуальні лабораторії з біології, хімії та фізики та симуляції з більш ніж 20 природничих дисциплін (рис.2.3.). PraxiLabs потребує підписки і надає безкоштовний пробний період та демо версію, щоб ознайомитись з можливостями віртуальних лабораторій симуляторів [23].

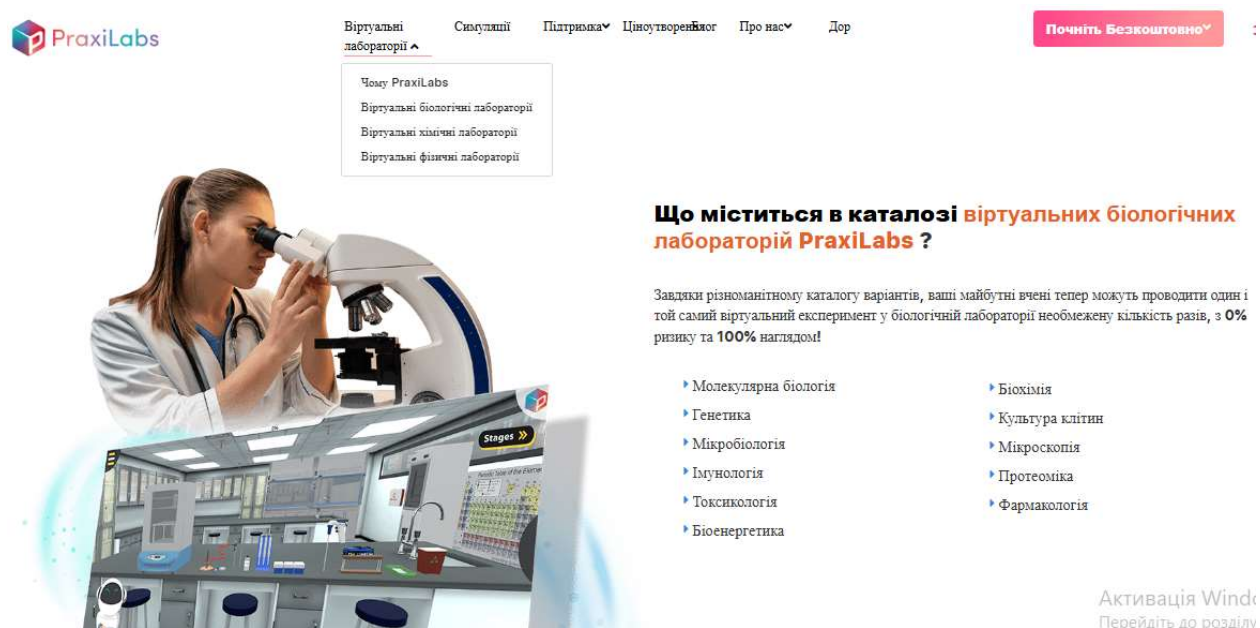


Рис.2.3. Вікно головної сторінки PraxiLabs

SimBio [47] є середовищем з інтерактивними лабораторіями з молекулярної та клітинної біології, екології, еволюційного вчення (рис.2.4.).



Рис.2.4. Вікно головної сторінки SimBio

Лабораторні роботи добре структуровані по темах, є відео-помічник та посібник про виконання робіт, але деякі модулі є платними.

2.3. PhET, STAR та Wolfram

Віртуальна лабораторія **PhET** [45] містить цікаві віртуальні тренажери та симулятори з дисциплін природничого циклу, дозволяє моделювати різні експерименти, встановлювати та змінювати параметри та аналізувати отримані результати (рис.2.5.).

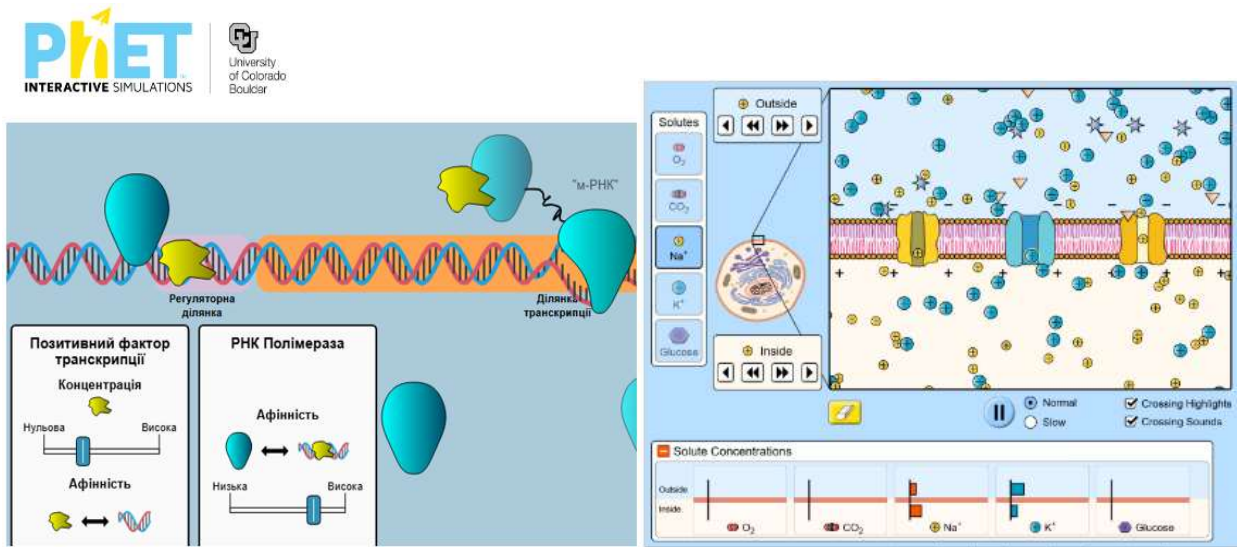


Рис.2.5. Вікно віртуальної симуляції PhET

Основними перевагами даної лабораторії є безпека та доступність, адже вона є безкоштовною, загальнодоступною та не потребує встановлення чи створення облікового запису; інтерактивність та дослідницький підхід

STAR [51] – це програма Масачусетського технологічного інституту з віртуальними лабораторіями для проведення досліджень і навчання (рис.2.6.).



Мал.2.6. Вікно програми STAR

STAR містить 8 основних навчальних інструментів, які є у вільному доступі (рис.2.7.):

- ✓ **StarBiochem** – це 3D-симулятор молекул білків;
- ✓ **StarORF** – допомагає при вивченні біосинтезу органічних речовин;
- ✓ **StarGenetics** – дозволяє проводити схрещування з ботаніки та мікології та зоології та бачити результати цих схрещувань;
- ✓ **StarCellBio** – дозволяє проводити експерименти з молекулярної та клітинної біології;
- ✓ **StarMolSim** – інструменти для моделювання молекулярної динаміки;
- ✓ **StarHydro** – програмний інструмент для моделювання гідрологічних процесів
- ✓ **StarCluster** – інструменти для роботи з кластерами віртуальних машин;
- ✓ **StarHPC** – це віртуальна машина, що дозволяє швидко проводити обчислення.

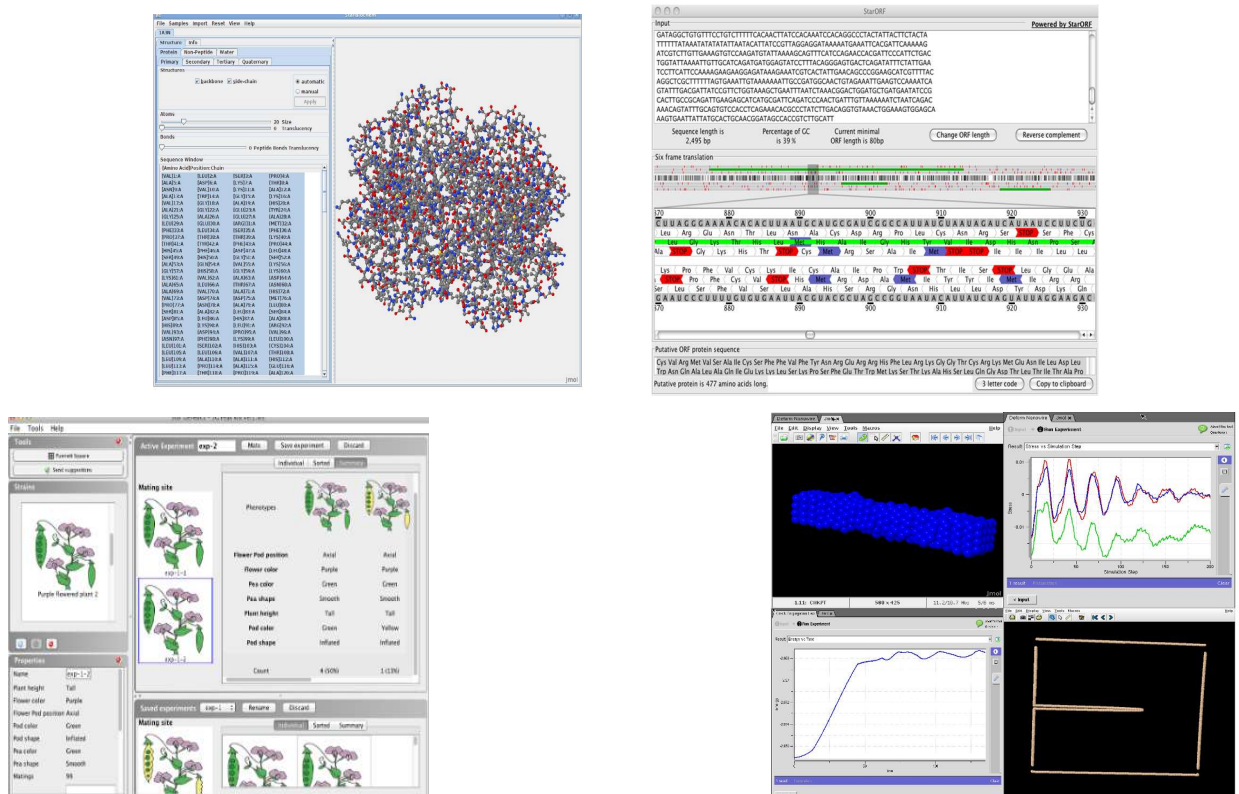


Рис.2.7. Інструменти STAR

Вебсайт **Wolfram Demonstrations Project** [54] є великим, вільно доступним онлайн-репозиторієм інтерактивних демонстрацій, які допомагають візуалізувати навчальний матеріал та робити дослідження більш інтерактивними (рис.2.8.). Дана віртуальна лабораторія містить 23 демонстрації з молекулярної біології, 13 демонстрацій із зоології, 23 демонстрації з ботаніки та 43 демонстрації з екології

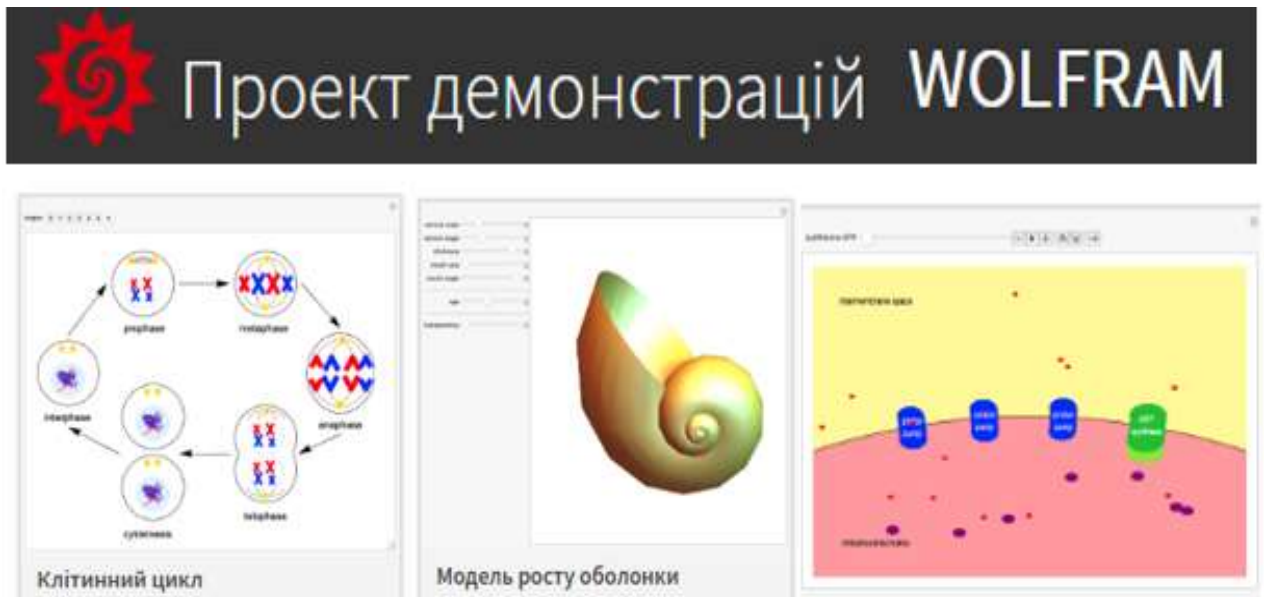


Рис.2.8. Вікно вебсайту Wolfram Demonstrations Project

Учні можуть змінювати параметри та спостерігати зміни миттєво, що сприяє активному навчанню.

2.4. Go-Lab, LabXchange, Virtual Labs та Labster

Платформа **Go-Lab** [39] містить віртуальні лабораторії та віртуальні експерименти з різних природничих наук, зокрема 62 з біології, 142 з хімії, 42 з екології, 34 з географії, а також з фізики, астрономії, тощо [6] (рис.2.9.).

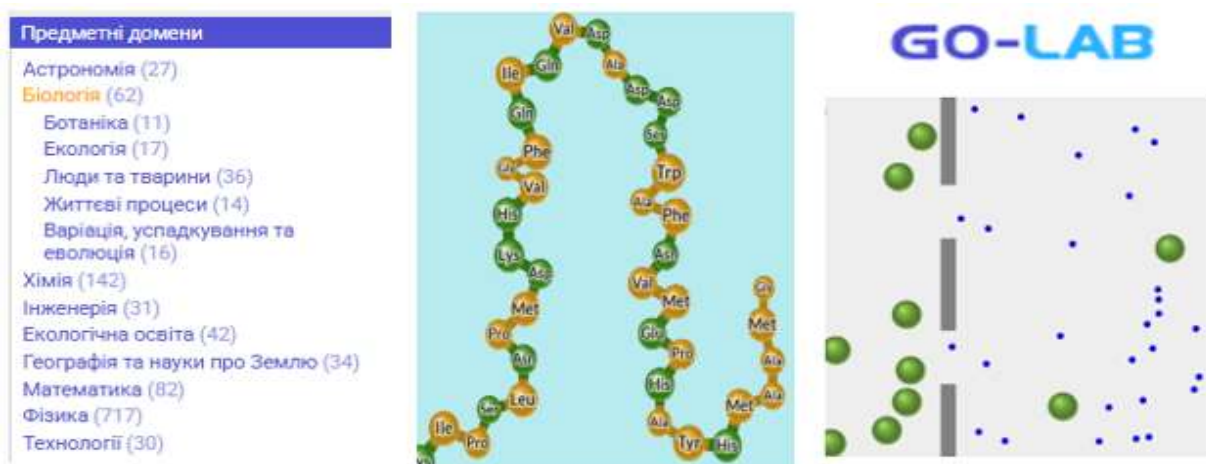


Рис.2.9. Віртуальна лабораторія Go-Lab

LabXchange [42] є безкоштовною платформою, яка розроблена на базі Гарвардського університету. Вона містить багато віртуальних лабораторій, інтерактивних симуляцій, а також пізнавальних відео з природничих наук. Цікавою особливістю даної віртуальної лабораторії є те, що можна вибрати рівень складності при проведенні віртуальної лабораторної роботи (легкий – з великою кількістю підказок, середній – підказок по виконанню роботи менше, важкий рівень – без підказок) (рис.2.10.).

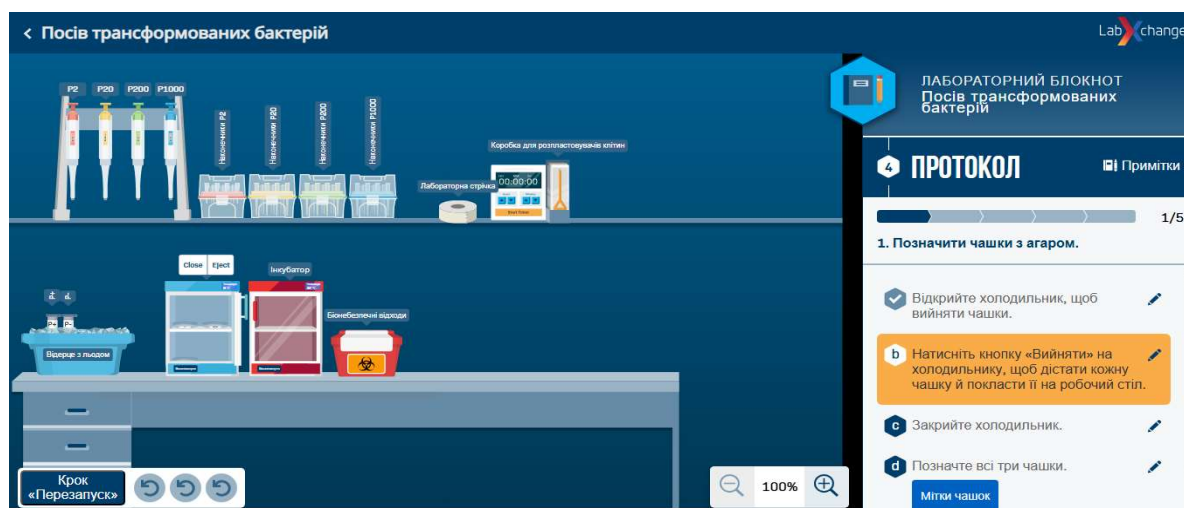


Рис.2.10. Віртуальна лабораторна робота у лабораторії LabXchange

Virtual Labs [53] є віртуальною лабораторією, що дозволяє проводити дослідження з біохімії, біоінформатики, екології, біотехнології, імунології, працювати з віртуальним мікроскопом (рис.2.11.), досліджувати структуру

клітин та їх органел, вивчати органічні речовини та проводити якісні аналізи. Цікавою особливістю лабораторії є те, що після проведення віртуальної лабораторної роботи є перелік тестів по цій темі для перевірки знань учнів.

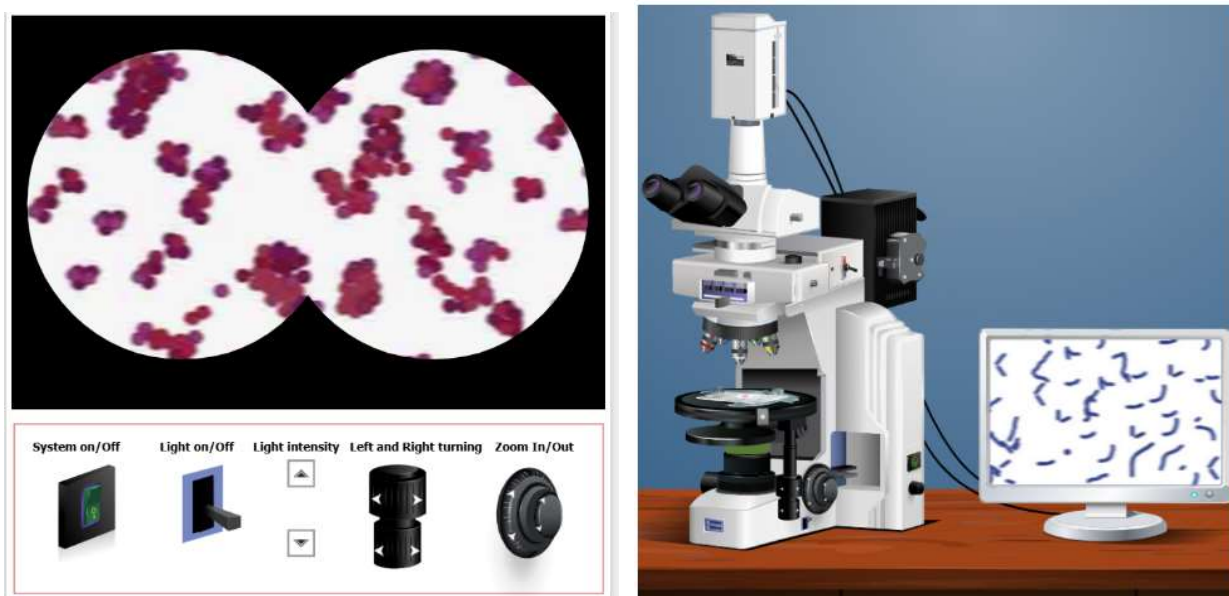


Рис.2.11. Віртуальна лабораторія Virtual Labs

Labster [41] є платформою, що містить понад 300 інтерактивних симуляцій для проведення віртуальних експериментів з біології (включаючи генетику, екологію, біотехнології), анатомії та фізіології (рис.2.12.), хімії, мікробіології, географії та фізики. Для того щоб отримати безкоштовний доступ до лабораторії, потрібно зареєструватися на платформі Labster і запросив до свого курсу учнів.



Рис.2.12. Віртуальна лабораторія Labster

Отже, віртуальні лабораторії є ефективним інструментом модернізації біологічної освіти, який відповідає викликам часу та відкриває нові можливості для учнів і вчителів. Їхнє впровадження сприяє розвитку наукового мислення, підвищує інтерес до навчання, забезпечує доступ до дослідницької діяльності навіть в умовах обмежених ресурсів.

2.5. Рекомендації щодо використання віртуальних біологічних лабораторій в освітньому процесі

Початок роботи з віртуальними лабораторіями має бути послідовним і орієнтованим на цілі уроку та потреби учнів.

Етапи організації роботи з віртуальними лабораторіями:

1.Визначення мети та очікуваних результатів: перш ніж обрати лабораторію, чітко сформулюйте, які конкретні знання, навички (наприклад, дослідницька самостійність, критичне мислення) або компетентності мають засвоїти учні.

2.Проведення огляду ресурсів та вибір платформи:

- вивчіть можливості доступних платформ (наприклад, Virtual Biology Lab, PhET, LabXchange, Go-Lab, STAR). Зверніть увагу на безкоштовні та загальнодоступні (PhET, Virtual Biology Lab, LabXchange) як точку старту;
- оцініть, чи відповідає симуляція конкретній темі (наприклад, **SimBio** для молекулярної біології/екології, **STAR Biochem** для 3D-моделювання білків).

3.Ознайомлення з можливостями віртуальної лабораторії: самостійно пройдіть обрану симуляцію або демонстрацію, що дозволить передбачити потенційні труднощі учнів та підготувати інструкції.

4.Підготовка учнів: проведіть короткий вступний інструктаж щодо інтерфейсу, навігації та очікуваних дій у віртуальній лабораторії. Наголосіть на тому, що вони можуть «гратися» з параметрами та робити помилки у безпечному середовищі.

Віртуальні лабораторії можуть бути ефективно інтегровані на різних етапах уроку, залежно від педагогічної мети (табл. 2.1.).

Таблиця 2.1.

Етапи уроку для використання віртуальних лабораторій

Етап уроку	Мета використання	Приклади застосування
Актуалізація знань/Мотивація	Створення проблемної ситуації, підвищення інтересу	Демонстрація ключового процесу або явища, яке буде вивчатися, через яскраву візуалізацію
Вивчення нового матеріалу	Наочне представлення складних, динамічних або абстрактних об'єктів або процесів	Проведення імітації складного експерименту (наприклад, генетичного схрещування через StarGenetics) з можливістю зміни параметрів та миттєвого аналізу результатів (Wolfram, PhET)
Узагальнення та систематизація знань	Структурування набутих знань, формування цілісних уявлень	Виконання комплексного, багатокрокового віртуального експерименту або аналіз різних сценаріїв (екологічні взаємозв'язки, генетичні схрещування)
Контроль та оцінювання знань	Перевірка розуміння експериментальної методики та засвоєння матеріалу	Виконання завдання на платформі, яка містить тести після симуляції (Virtual Labs), або проходження віртуального експерименту без підказок (LabXchange – важкий рівень).

Педагогічні умови для ефективного використання віртуальних лабораторій в освітньому процесі для максимального підвищення якості навчання:

- **дослідницька спрямованість:** перехід від простого спостереження до активного дослідження. Завдання мають спонукати учнів не просто слідувати інструкції, а ставити гіпотези, змінювати змінні та аналізувати наслідки (PhET, Wolfram);

- **створення безпечного та біоетичного середовища:** використання віртуальних лабораторій є ідеальною умовою, оскільки вони дозволяють проводити небезпечні, складні або етично чутливі експерименти без ризику;

- **інтерактивність та гейміфікація:** використання елементів гри, сюжетів та яскравої графіки (характерних для Labster, Go-Lab) для підвищення мотивації та глибшого засвоєння матеріалу. Сучасні учні краще сприймають інформацію у такій формі.

- **компенсація матеріально-технічної бази:** використання віртуальних ресурсів для забезпечення рівних можливостей для всіх учнів отримати повноцінну освіту, особливо в умовах недостатнього обладнання;

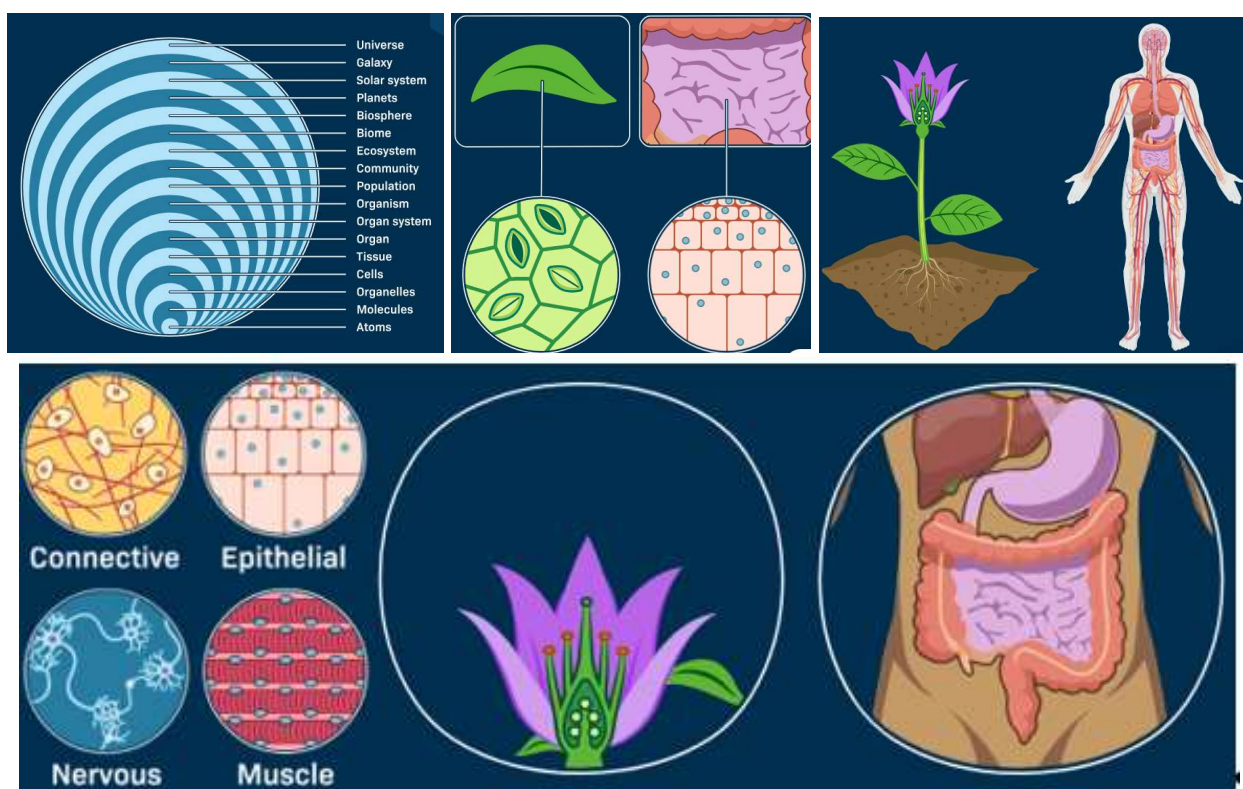
- **формування ключових компетентностей:** спрямування завдань на розвиток дослідницької самостійності та критичного мислення, як передбачено НУШ. Учні мають не лише бачити результат, а й розуміти та пояснювати його.

РОЗДІЛ ІІІ. ПРАКТИЧНЕ ВИКОРИСТАННЯ ВІРТУАЛЬНИХ ЛАБОРАТОРІЙ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ БІОЛОГІЇ У 9 КЛАСІ

3.1. Використання віртуальних біологічних лабораторій в освітньому процесі 9 класу

Учні 9 класу перебувають у підлітковому віці, тому, зважаючи на гормональні перебудови їхнього тіла, часті зміни настрою та активності, вчителям не легко акцентувати їхню увагу, знаходити з ними спільну думку та подавати інформацію. Разом з тим програма біології 9 класу є досить різноманітною і не зовсім простою для сприйняття учнями, що ще ускладнює освітній процес. Тому завданням вчителя є підібрати оптимальні способи подання інформації, яка б зацікавила учнів до навчання, одним з яких використання віртуальних лабораторій для підвищення якості навчання.

Для кращого розуміння учнями різних рівнів організації біологічних систем можна скористатися віртуальною лабораторією LabXchange (рис.3.1.).



**Рис.3.1. Вивчення рівнів організації життя у віртуальній лабораторії
LabXchange [41]**

У процесі вивчення теми «Хімічний склад клітини» можна використовувати віртуальну лабораторію Go-Lab.

Фрагмент уроку на тему «Білки, їхня структурна організація та основні функції» (додаток А)

Тип уроку: засвоєння нових знань

III. Вивчення нового матеріалу

Під час пояснення будови білка, рівнів організації його молекул, процесів денатурації, ренатурації та деструкції, можна провести моделювання даних процесів у віртуальній лабораторії (рис.3.2.), де кожен учень за допомогою свого смартфона може особисто ознайомитись із ними.

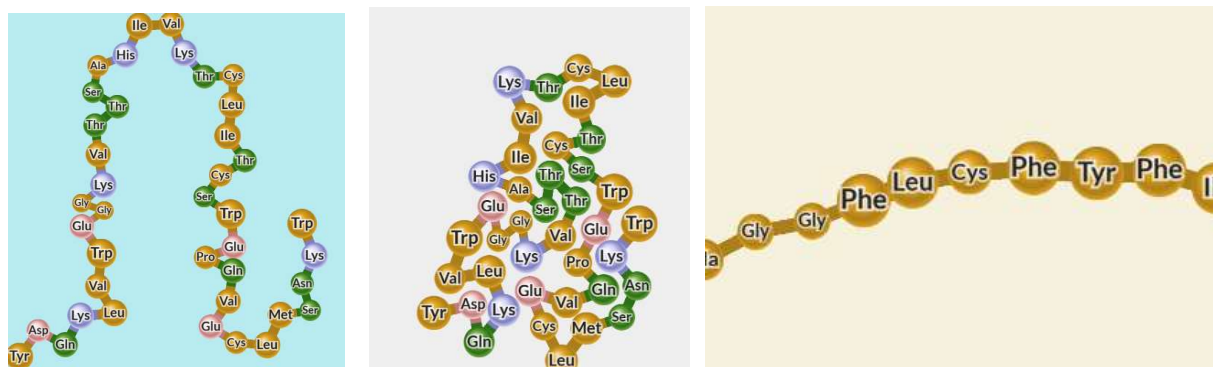


Рис. 3.2. Вивчення структури та реакцій білка

При вивченні теми «Структура клітини» можна використовувати віртуальні моделі різних еукаріотичних клітин та їх органел.

Фрагмент уроку на тему «Типи клітин та їхня порівняльна характеристика: прокаріотична та еукаріотична клітина, рослинна та тваринна клітина» (додаток Б)

Тип уроку: засвоєння нових знань

III. Вивчення нового матеріалу

Учитель за допомогою віртуальної лабораторії демонструє учням клітини різних організмів та їх органел (рис. 3.3.).

Учні розглядають відмінності між клітинами бактерій, рослин, грибів та тварин, а також внутрішню будову їх органел, що допомагає їм краще зрозуміти інформацію.



Рис.3.3. Вивчення будови еукаріотичних клітин у віртуальній лабораторії Sketchfab [50]

IV. Узагальнення та систематизація знань

Після завершення вивчення даної теми для узагальнення, систематизації та перевірки знань учнів можна використати віртуальну гру-симулятор (рис. 3.4.). Особливістю її є те, що учні мають за зовнішнім виглядом або описом будови та функцій органел відгадати, яка саме органела їм потрібна. Кожна правильно відгадана органела – це 1 бал. Коли учень отримує 20 балів, він перемагає.

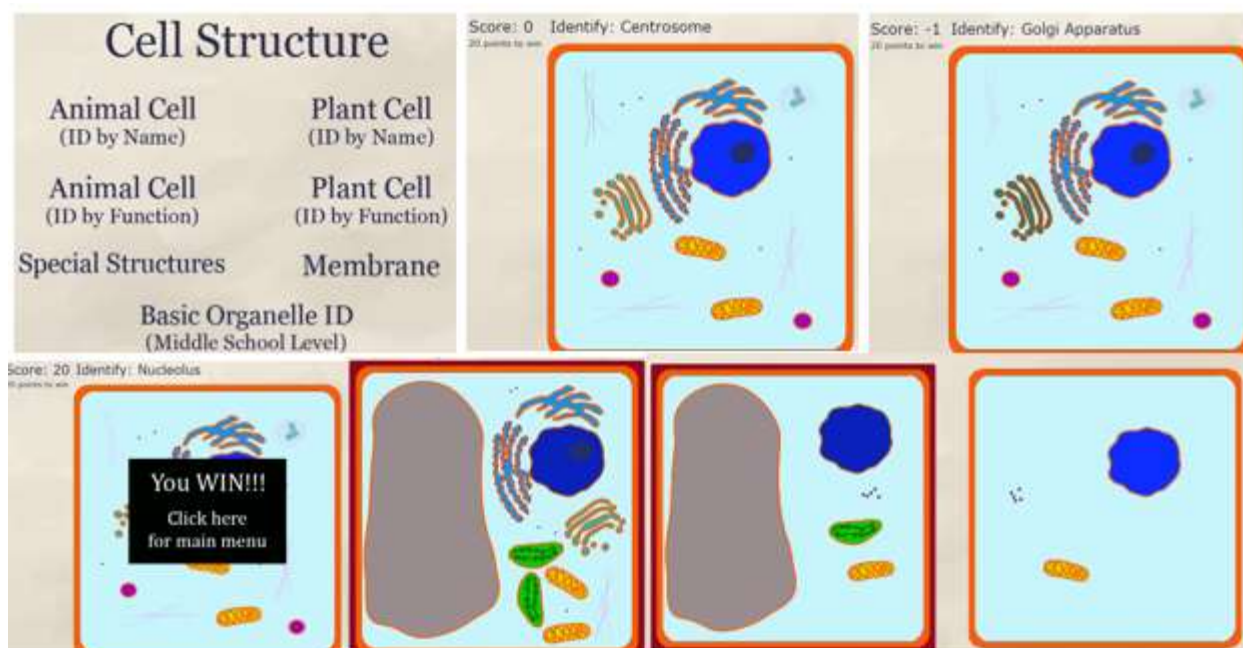


Рис. 3.4.Віртуальна гра про будову клітин

У процесі вивчення теми «Принципи функціонування клітини» можна провести віртуальну лабораторну роботу по вивченні особливостей процесу фотосинтезу (рис. 3.5.).

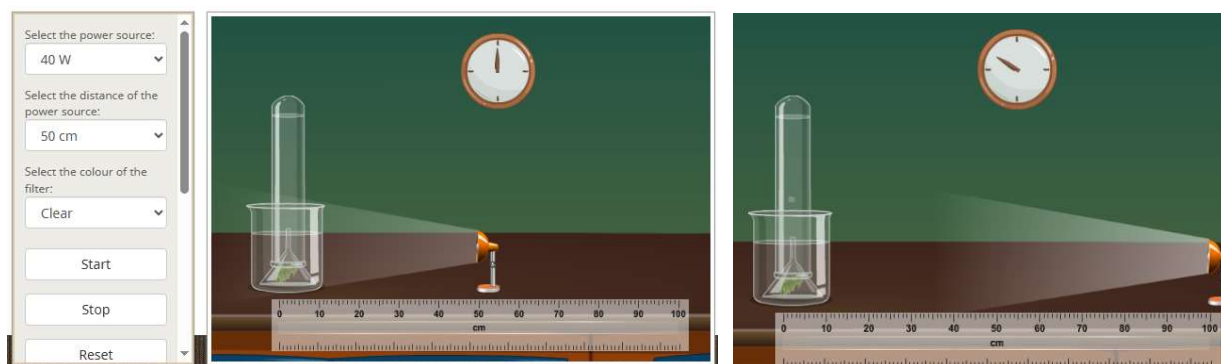


Рис.3.5. Вивчення особливостей фотосинтезу у віртуальній лабораторії Amrita [36]

Вивчаючи нуклеїнові кислоти, структуру ДНК можна розглянути у віртуальній лабораторії LabXchange, де можна проводити дослідження впливу різних температур на структуру ДНК (рис.3.6.) .

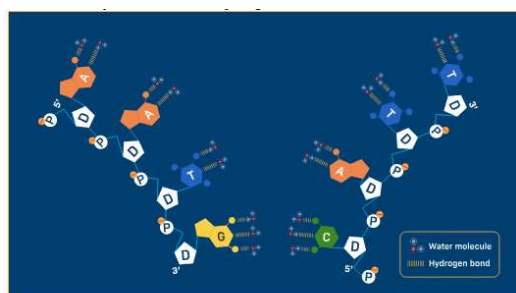
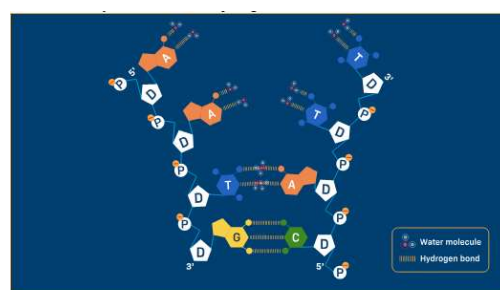
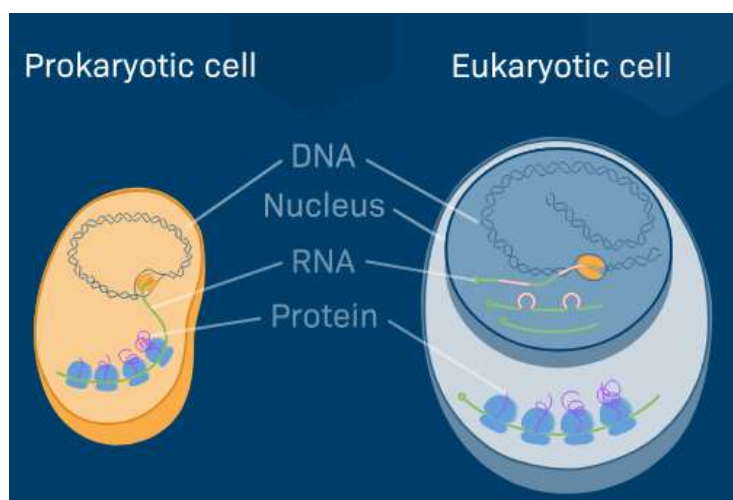
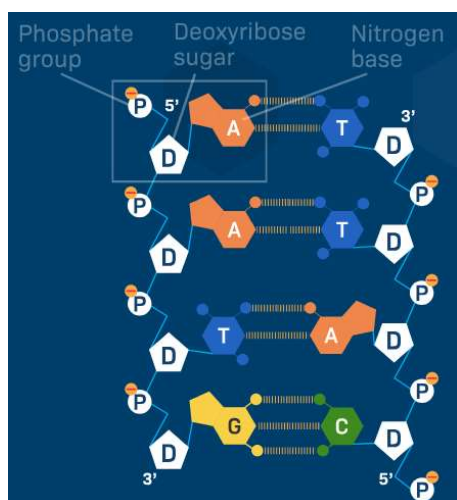
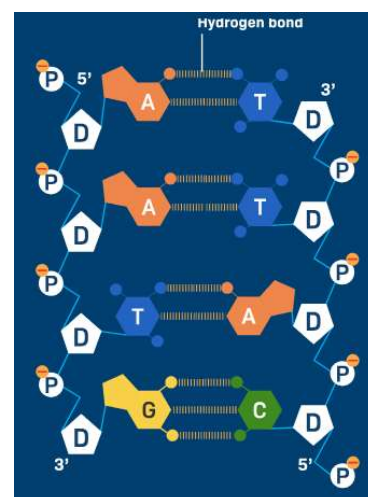
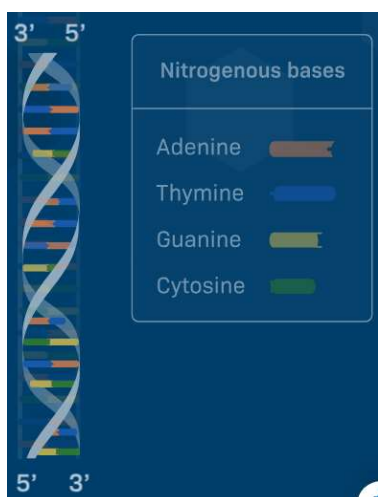


Рис. 3.6. Дослідження впливу різних температур на структуру ДНК

Під час вивчення теми «Збереження та реалізація спадкової інформації» чудовим помічником буде віртуальна лабораторія Go-Lab, оскільки в ній є можливість провести моделювання різних процесів: транскрипцію, реплікацію ДНК, біосинтез білка, розглянути різні типи РНК (рис.3.7.).

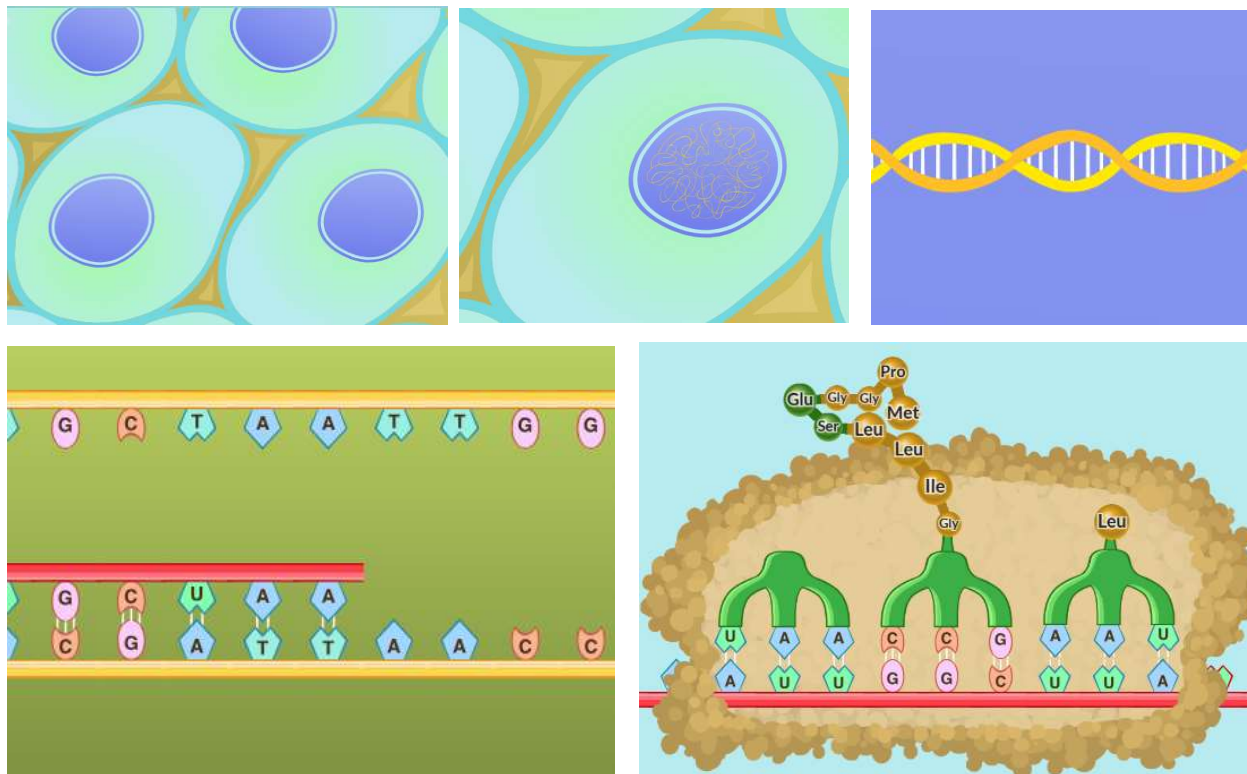


Рис.3.7. Вивчення процесів пластичного обміну за допомогою Go-Lab

Також учні в даній віртуальній лабораторії можуть побачити особливості збереження генетичного матеріалу в клітинах еукаріот, збудувати власний ланцюг ДНК, задавши відповідну послідовність нуклеотидів. Зручним також є те, що віртуальний експеримент можна упинити у будь-який момент, або розпочати його з початку.

При вивченні способів поділу клітин можна використати віртуальну лабораторію LabXchange, де є можливість наочно побачити особливості проходження мітозу та мейозу та відмінності між ними (рис.3.8.). Учні також мають можливість розглянути структуру хромосом, відмінності між гаплоїдним та диплоїдним набором хромосом та всі фази поділу клітин.

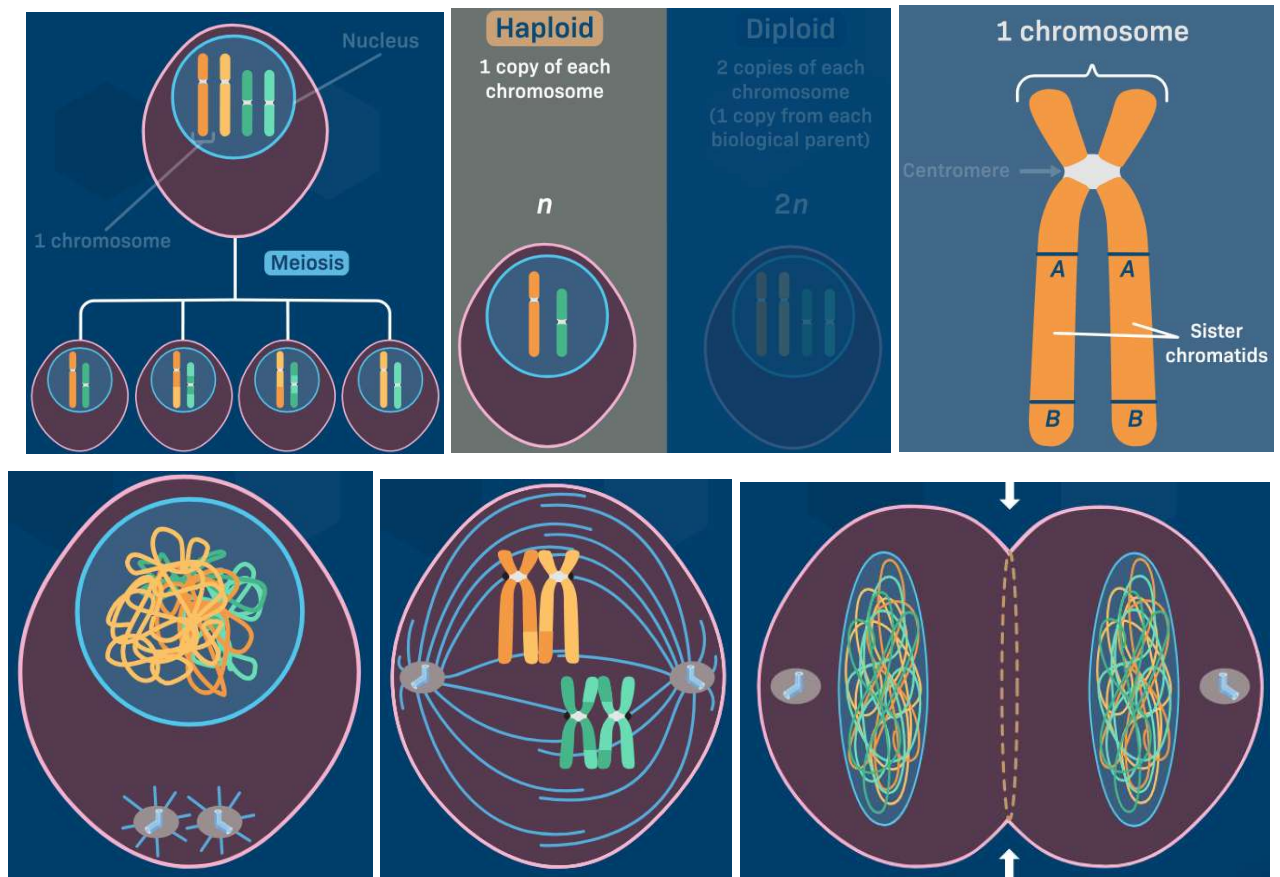


Рис. 3.8. Вивчення клітинного поділу у віртуальній лабораторії LabXchange

При вивченні теми «Закономірності успадкування ознак» можна провести складання каріотипу (рис. 3.9.) у віртуальній лабораторії Learn. Genentics [48], де потрібно підібрати правильну гомологічну хромосому у відповідну пару.



Рис.3.9. Складання каріотипу людини у віртуальній лабораторії

При проведенні практичної роботи зі складання схем різних схрещувань можна використати віртуальну лабораторію Amrita [36], яка є дуже зручною, адже учні одразу бачать результати різних схрещувань (рис. 3.10.).

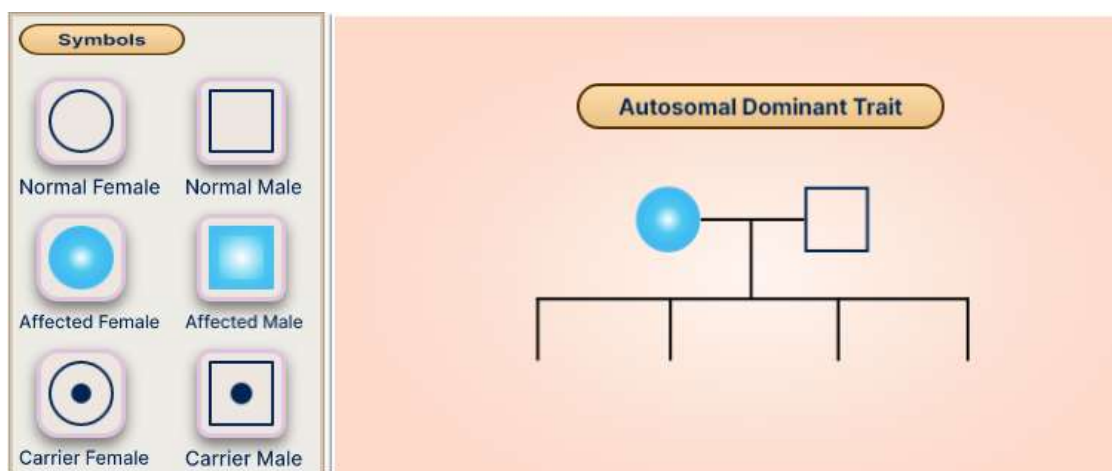


Рис.3.10. Проведення схрещувань у віртуальній лабораторії Amrita [36]

При вивченні теми «Надорганізмові біологічні системи» можна провести віртуальне дослідження якості повітря, залежно від різного антропогенного навантаження (рис.3.11.).

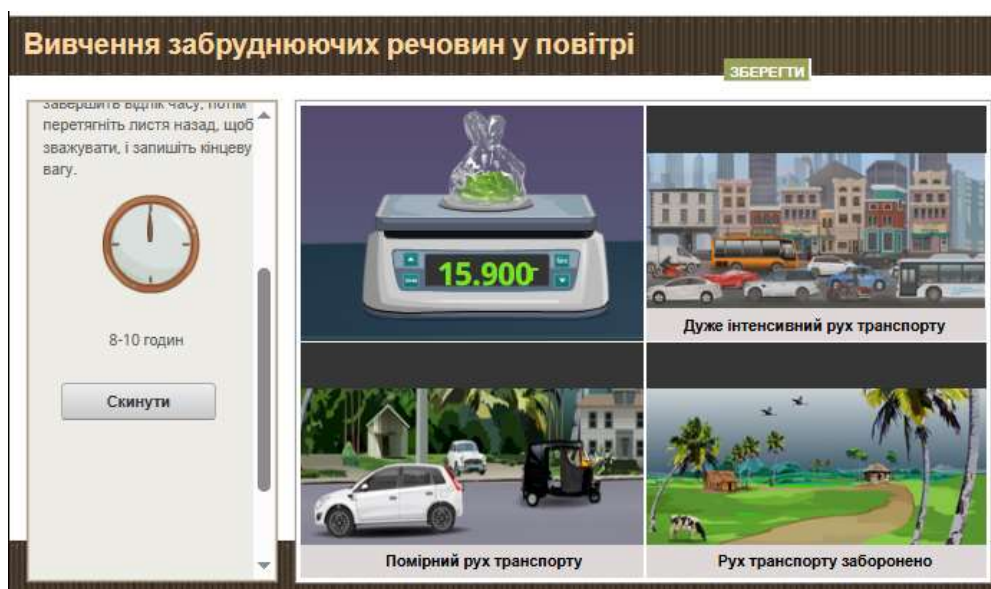


Рис. 3.11. Вивчення якості повітря у віртуальній лабораторії Amrita [36]

Використання віртуальних біологічних лабораторій в освітньому процесі допомагає робити навчання учнів цікавішим, а навчальну інформацію легшою для розуміння та сприйняття.

Звичайно, що повністю замінити реальні лабораторні роботи віртуальними неможливо. Бо важливо щоб учні бачили біологічні процеси і об'єкти на власні очі, але як допоміжний засіб підвищення якості навчання віртуальні біологічні лабораторії є надзвичайно дієвими.

3.2.Методика проведення досліджень

Експериментальна перевірка ефективності використання віртуальних лабораторій для підвищення якості навчання під час вивчення біології проводилась в умовах організації освітнього процесу в Лапаївському ліцеї імені Героя України Георгія Кірпи Зимноводівської сільської ради Львівського району Львівської області згідно навчальної програми.

Для дослідження обрано учнів 9-А та (9-Б) класів Лапаївського ліцею. У дослідному (9-А) класі – 23 учні, а у контрольному (9-Б) класі – 24 учні.

Учні навчалися згідно типової освітньої програми закладів загальної середньої освіти [4], маючи 2 години біології на тиждень.

Зміст навчального матеріалу був однаковим для учнів обох класів. Але для учнів дослідного класу під час викладання нового навчального матеріалу та для кращого його засвоєння систематично застосовували віртуальні біологічні лабораторії.

Метою нашого дослідження було проаналізувати доцільність використання віртуальних лабораторій для підвищення якості навчання учнів 9 класу з біології при вивченні тем «Хімічний склад клітини» та «Структура клітини».

Перевірку ефективності використання віртуальних лабораторій в освітньому процесі з біології для покращення якості навчання провели у формі порівняльного аналізу рівня знань учнів (результатів контрольних робіт) обох дев'ятих класів до початку експерименту та після його завершення.

Після проведення перевірки ефективності впровадження віртуальних лабораторій, провели опитування учнів дослідного 9 – А класу у вигляді анкетування.

АНКЕТА

1. Наскільки використання віртуальних лабораторій протягом педагогічного експерименту допомогло мені краще зрозуміти складні біологічні процеси будови органічних речовин, клітин різних органел та особливостей клітинного поділу?

- А) Зовсім не допомогло
- Б) Мало допомогло
- В) Дещо допомогло
- Г) Значно допомогло
- Д) Дуже допомогло, це найкращий спосіб

2. Порівняно зі звичайними уроками чи став мій інтерес до вивчення біології вищим?

- А) Значно нижчий
- Б) Дещо нижчий
- В) Не змінився
- Г) Дещо вищий
- Д) Значно вищий

3. Наскільки інтерактивність та візуалізація у віртуальних лабораторіях полегшила запам'ятовування навчального матеріалу?

- А) Зовсім не полегшила
- Б) Мало полегшила
- В) Дещо полегшила
- Г) Полегшила значно
- Д) Полегшила дуже сильно, матеріал запам'ятовувався одразу

4. Який елемент віртуальних лабораторій мені сподобався найбільше?

- А) Можливість безпечно проводити експерименти

- Б) Яскрава, 3D-візуалізація та анімація процесів
- В) Елементи гри та сюжету в симуляціях
- Г) Можливість самостійно змінювати умови та бачити результат миттєво, а також повторювати виконання

5.Які аспекти роботи з віртуальними лабораторіями мені здалися найскладнішими або незручними?

- А) Технічні проблеми (швидкість інтернету, підтримка браузера)
- Б) Складний або неінтуїтивний інтерфейс платформи
- В) Недостатньо чіткі інструкції до початку роботи
- Г) Занадто багато часу займає виконання віртуальної роботи

6.Наскільки зрозумілими та доступними були пояснення вчителя щодо початку роботи та виконання завдань у віртуальній лабораторії?

- А) Не зрозуміло, доводилося розбиратися самому
- Б) Потрібна була додаткова допомога
- В) В основному зрозуміло
- Г) Все зрозуміло, можна було одразу починати
- Д) Дуже чіткі інструкції та підказки, дякую

7.Чи відчував/ла я, що використання віртуальних лабораторій забезпечило мені таку ж якість роботи, якби ми мали сучасне реальне обладнання?

- А) Зовсім ні
- Б) Частково
- В) Так, але мені все одно не вистачало реального досвіду
- Г) Здебільшого так
- Д) Так, навіть краще, бо можна було спробувати більше

8.Яку кількість часу на уроці, на мою думку, варто приділяти роботі з віртуальними лабораторіями?

- А) Менше, ніж зараз
- Б) Приблизно стільки ж, як і зараз
- В) Більше, ніж зараз

Г) Максимально можливо часу, бо це дуже цікаво

9.Який формат роботи з віртуальними лабораторіями був для мене найефективнішим?

А) Індивідуальна робота (кожен працює сам)

Б) Робота у парах/групах

В) Фронтальна робота (вчитель демонструє, а ми спостерігаємо/обговорюємо)

10.Якби я міг/могла обрати, я б віддав/віддала перевагу наступному:

А) Використовувати тільки реальні лабораторні роботи та обладнання

Б) Використовувати тільки віртуальні лабораторії

В) Використовувати поєднання реальних та віртуальних робіт (гібридний підхід).

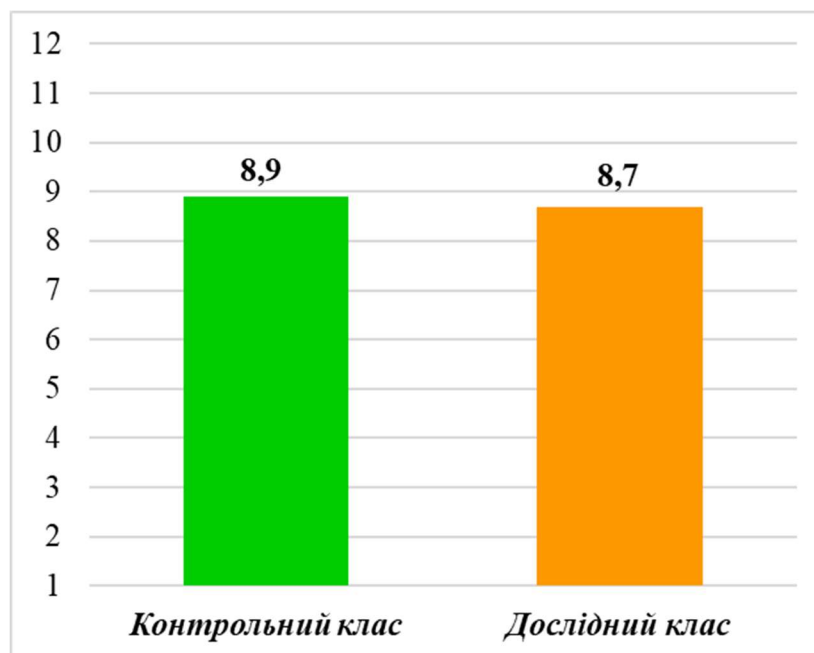
3.3. Результати експериментальних досліджень

Ми провели контроль знань учнів обох класів перед початком педагогічного експерименту та після його проведення, визначили рівень досягнень учнів з біології та порівняли показники дослідному та контрольному класам.

Проаналізувавши результати контрольних робіт учнів дослідного та контрольного класів на початку експерименту, встановлено, що показники успішності учнів з біології в обох класах є майже однаковими: в учні дослідного (9-А) класу середній бал – 8,7 бала, в учнів контрольного (9-Б) класу середній бал – 8,9 бала.

Результати перевірки знань учнів обох дев'ятих класів перед початком педагогічного експерименту представлено в діаграмі 3.1.

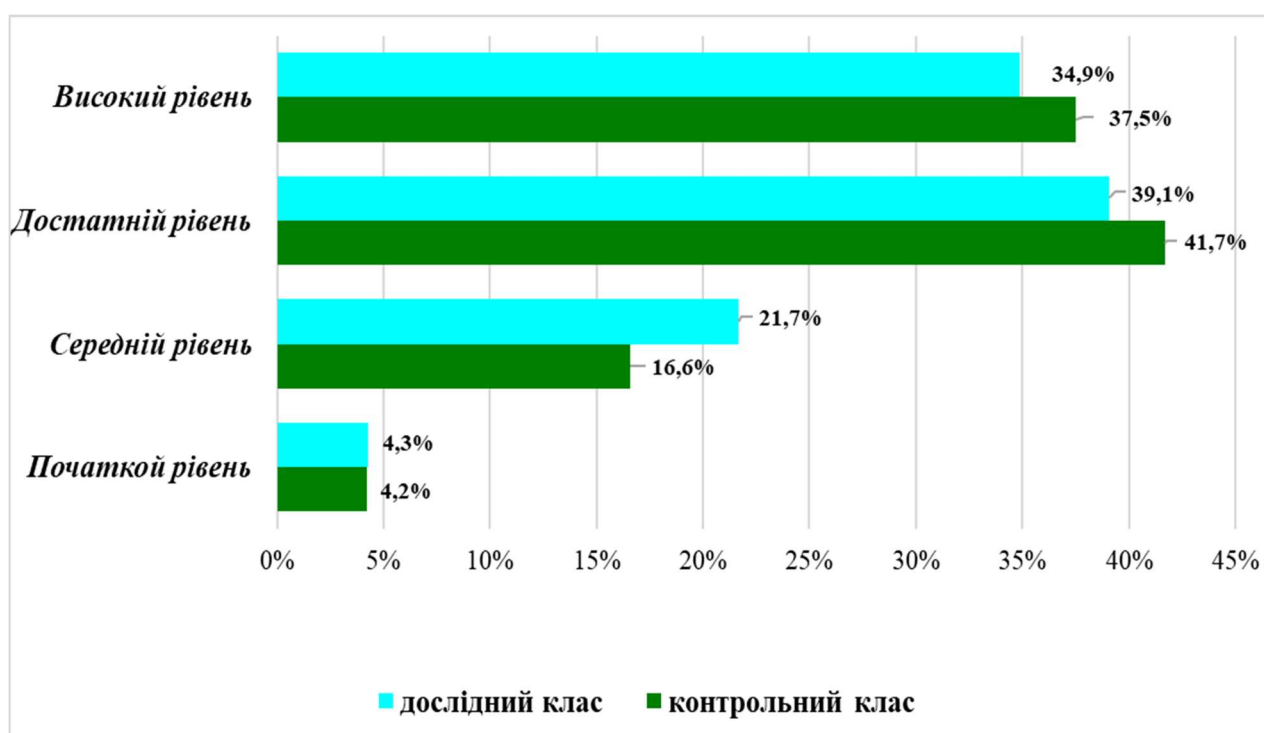
Діаграма 3.1.



Показники успішності (середній бал) учнів 9 класів перед проведенням експерименту

Відповідно, рівень успішності учнів обох класів був приблизно однаковий (діаграма 3.2.).

Діаграма 3.2.

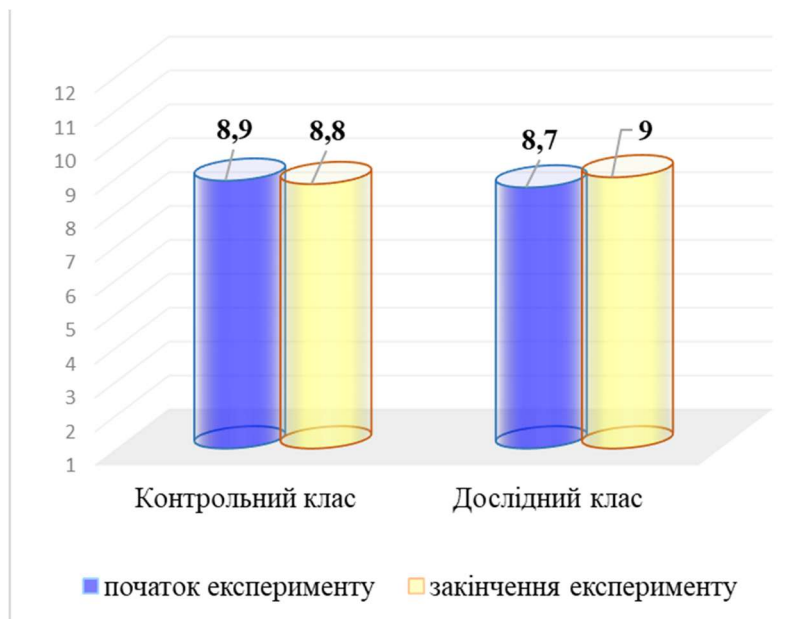


Рівні навчальних досягнень учнів 9 класів до проведення експерименту

У контрольному класі початковий рівень знань мали 4,2% учнів, середній рівень – 16,6 %, достатній рівень – 41,7 %, а високий рівень – 37,5 % учнів. У дослідному класі початковий рівень знань мали 4,3% учнів, середній рівень – 21,7 % учнів, достатній рівень – 39,1 %, а високий рівень – 34,9 % учнів.

Після завершення впровадження у дослідному класі віртуальних біологічних лабораторій проведено повторну перевірку успішності учнів обох класів. У результаті встановлено, що показники успішності учнів контрольного класу незначно знизились (середній бал – 8,8), а в учнів дослідного класу показники успішності стали вищими – середній бал – 9,0. Результати досліджень представлені в діаграмі 3.3.

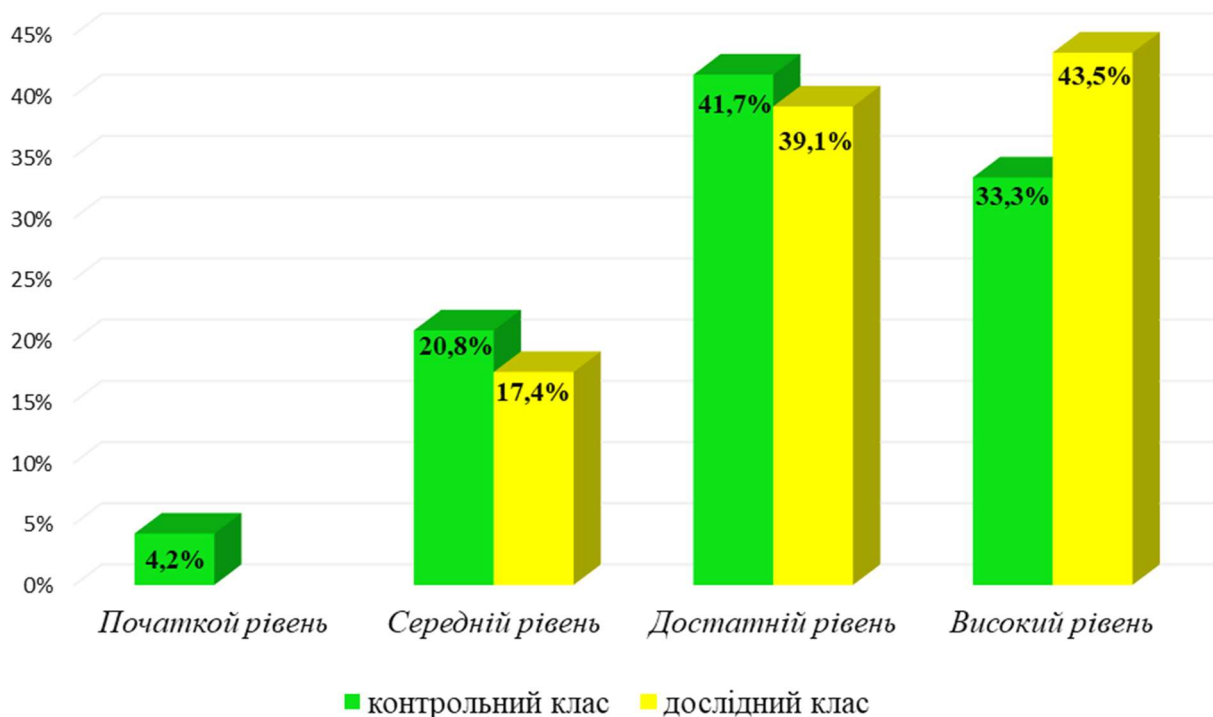
Діаграма 3.3.



Результати перевірки успішності учнів (середній бал) 9 класів на початку та в кінці експерименту

Рівні навчальних досягнень учнів після проведення експерименту у контрольному класі майже не змінилися, а у дослідному класі помітна позитивна тенденція (діаграма 3.4.).

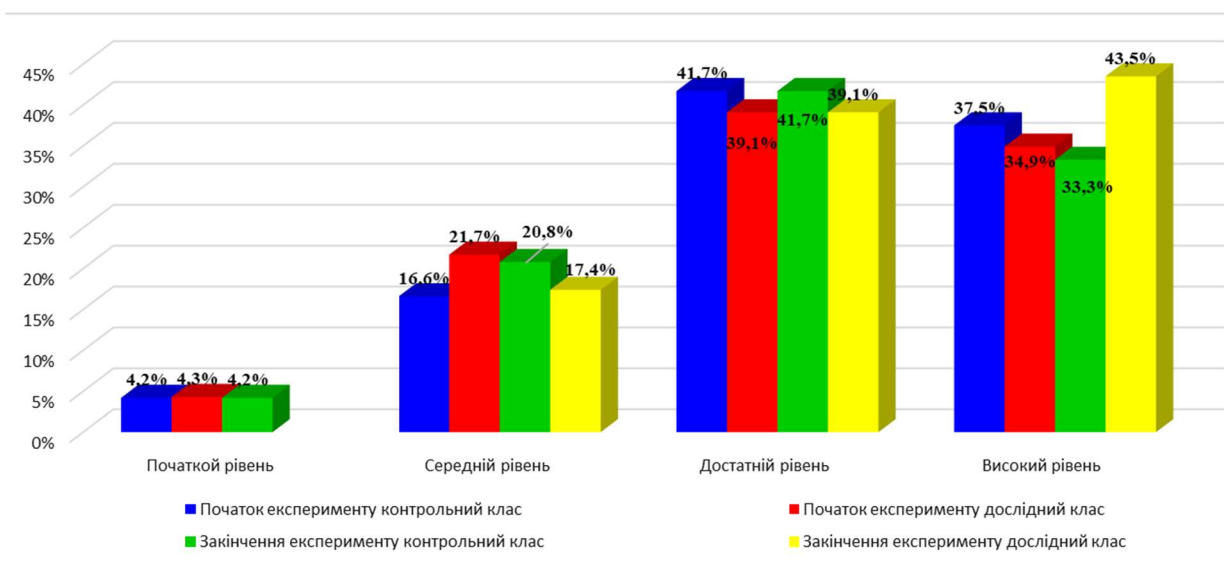
Діаграма 3.4.



Рівні навчальних досягнень учнів 9 класів після проведення експерименту

Успішність учнів дослідного класу підвищилась: високий рівень навчальних досягнень учнів збільшився на 8,6 %, а учнів з початковим рівнем знань не було (діаграма 3.5.).

Діаграма 3.5.



Рівні навчальних досягнень учнів до і після проведення експерименту у контрольному та дослідному класах

Проаналізувавши результати анкетування учнів дослідного класу після проведення педагогічного експерименту щодо впливу використання віртуальних біологічних лабораторій на підвищення якості навчання ми помітили, що всі учні позитивно відгукнулись про цю інноваційну технологію навчання.

Також ми помітили підвищення зацікавленості, залученості та активності учнів дослідного класу після впровадження віртуальних лабораторій.

Отже, використання віртуальних лабораторій в освітньому процесі з біології у 9 класі є дієвим засобом підвищення якості навчання. Саме тому їх впровадження має стати невід'ємною частиною освітнього процесу.

ВИСНОВКИ

Провівши дослідження щодо ефективності використання віртуальних лабораторій у курсі біології 9 класу для підвищення якості навчання нами зроблені наступні висновки:

1. Віртуальна лабораторія – це програмний комплекс, що імітує реальні лабораторні роботи, експерименти чи практичні заняття на цифрових пристроях. Вона функціонує як віртуальне освітнє середовище, що дозволяє учням моделювати об'єкти реального світу. Завдяки розробці та впровадженні таких лабораторій, навчальний матеріал стає простішим для сприйняття, а досліді й експерименти проводяться наочно і безпечно.

2. Віртуальні лабораторії активно розвивають дослідницькі навички, критичне мислення та самостійність учні, активізують їх пізнавальну діяльність, що є основою сучасної освіти та цілей НУШ.

3. Сучасні учні легше сприймають інформацію у ігровій формі, а віртуальні лабораторії використовують елементи гри, сюжети та інтерактивні завдання, що підвищує їх мотивацію до навчання.

4. Для перевірки ефективності використання віртуальних лабораторій у освітньому процесі з біології дев'ятого класу, ми провели педагогічний експеримент, порівнявши рівень успішності учнів дослідного і контрольного класів до початку експерименту та після його проведення. Зміст навчального матеріалу в обох класах був однаковим. Але у дослідному класі використовували віртуальні лабораторії на різних етапах уроків з біології.

5. У результаті перевірки встановлено, що показники успішності учнів контрольного класу незначно знизились (середній бал – 8,8 балів, порівняно з 8,9 бала), а в учнів дослідного класу показники успішності стали вищими – середній бал – 9,0 балів, порівняно з 8,7 балів до впровадження віртуальних лабораторій. У дослідному класі відсоток учнів з початковим рівнем успішності зменшився на 4,3%, а з високим – рівень навчальних досягнень

збільшився на 8,6 %. Це підтверджує, що використання на уроках біології у дев'ятому класі віртуальних лабораторій підвищує зацікавленість, залученість та активність учнів.

6. Використання віртуальних лабораторій в освітньому процесі з біології у 9 класі є дієвим засобом підвищення якості навчання. Саме тому їх впровадження має стати невід'ємною частиною освітнього процесу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аркушина Г. Ф., Гнатюк В. В., Скорик О. Д. Інноваційні методи викладання біології: від традиційних до цифрових підходів. *Академічні візії*. 2024. Вип. 28. С. 1–13. URL: <https://dspace.cusu.edu.ua/handle/123456789/5096>
2. Бардадим О. В. Віртуальні лабораторії як засіб візуалізації навчального матеріалу. *Авіація, промисловість, суспільство: матеріали III міжнар. наук.-практ. конф.* (м. Кременчук, 12 трав. 2022 р.). Кременчук. 2022. С. 242-245.
3. Бахмат Н. В., Романяк М. М. Сучасні тенденції викладання природничих дисциплін у закладах фахової передвищої та вищої освіти. *Академічні візії*. № 30. 2024. С. 1–13.
4. Біологія. 6–9 класи. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів.
5. Бохан Ю.В., Форостовська Т.О. Віртуальний лабораторний практикум як засіб вивчення природничих дисциплін. *Наукові записки*. Серія: Педагогічні науки. Вип. 194, 2021 р., С.74-78.
6. Будник О. Б., Дзябенко О. В. Використання інструментарію платформи Go-Lab для розвитку дослідницьких умінь школярів. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2020. Том 80. № 6. С. 1–20.
7. Вараксіна Н. В. Використання віртуальних лабораторій в освіті (аналітичний огляд). Аналітичний вісник у сфері освіти й науки: довід. бюл. / НАПН України, ДНПБ ім. В. О. Сухомлинського. Вінниця: ТВОРИ, 2021. Вип. 14. С. 3 – 11.
8. Галелюка І. Б. Віртуальні лабораторії автоматизованого проектування як інструмент міждисциплінарних досліджень: передумови створення. *Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія*. 2009. №1 (14). С. 33-38.
9. Гнатюк В. В., Аркушина Г. Ф., Скорик О. Д. Інноваційні методи викладання біології: від традиційних до цифрових підходів. *Академічні візії*. № 28. 2024. С. 1–13. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10656827>

10. Гнатюк В. В., Упатова І. П., Дехтярьова О. О., Куруц Н. В. Віртуальні лабораторії в біологічній освіті: моделювання експериментальних досліджень. *Академічні візії*. Вип. 21. 2023. С. 21–35.

11. Гнезділова В., Микитин Т., Різничук Н., Приймак А. Використання онлайн-лабораторій та симуляторів на уроках біології. *Вісник Дніпровської академії неперервної освіти. Педагогіка дошкільної та середньої освіти. Професійна освіта та теорія навчання. «Філософія. Педагогіка»* № 1 (8) 2025р. С. 143-150.

12. Гойванович Н., Войтович Х., Коссак Г., Біла М. Інтерактивний віртуальний симулятор PhET як освітнє середовище для вивчення математично-природничих наук. *Природнича освіта та наука*. №2. 2024. С.5-13.

13. Грицай Н.Б. Інноваційні технології навчання біології: навчальний посібник. Львів: «Новий світ-2000», 2019. 176 с.

14. Гриньова М. Цифрові технології в сучасній освіті: можливості та виклики. Харків: Освіта, 2015. 312 с.

15. Гуржій А. М., Пригодій М. А. Використання віртуальних лабораторій у системі професійної освіти. *Професійне становлення особистості: проблеми і перспективи : матеріали XII міжнар. наук.-практ. конф. (м. Хмельницький, 19-20 жовт. 2023 р.)* Хмельницький. 2023. С. 219-220.

16. Дзюбко Л., Гриценко Л. Мотивація навчальної діяльності як психолого-педагогічна проблема. *Психолінгвістика*. Вип. 4. 2009. С. 33-43.

17. Дрокіна А. С. Віртуальні лабораторії як ефективний інструмент реалізації STEM-освіти. Реалізація концепції освіти фахівців освітньої галузі в умовах інноваційного розвитку суспільства: матеріали міжнар. наук.-практ. онлайн-конф. (м. Харків, 17 трав. 2024 р.). Харків. 2024. С. 115-118.

18. Іонов І. А., Волкова Р. Є., Твердохліб О. В. Створення віртуальної лабораторної роботи з біологічних дисциплін за допомогою методів цифрової трансформації. Сучасні форми і методи організації освітнього процесу в

умовах цифрової трансформації: збірник матеріалів всеукраїнської науково-методичної конференції. Одеса: Університет Ушинського, 2023. С. 28-32.

19. Кулик А. Я., Ревенок В. І., Нікольський О. І., Титарчук, Є. О. Перспективи впровадження і розвитку освітніх віртуальних лабораторій в Україні. *Наука і техніка сьогодні*. № 3 (31). 2024. С. 557–569.

20. Лаврентьєва О. О. Технологічні аспекти охорони і гігієни праці студентів під час роботи у віртуальних лабораторіях. Матеріали регіональної науково-практичної конференції, присвяченої Всесвітньому Дню цивільної оборони та Всесвітньому дню охорони праці «Формування сучасного безпечного та здорового освітнього середовища: реалії та перспективи». Полтава: ПНПУ ім. В. Короленка, 2018. С. 125 – 130.

21. Паніхідіна О. В. Використання віртуальних лабораторій під час викладання практичних занять. *Медсестринство*, № 4, 2013. С. 35-36.

22. Перерва В. В. Віртуальна біологічна лабораторія як перспективний напрям фахової підготовки майбутнього вчителя. Науковий вісник Львівської академії. Серія: Педагогічні науки: зб. наук. праць. Кропивницький: ЛА НАУ, 2019. Вип . 5. С. 401 – 406.

23. Письменецька І.Ю., Пелешенко Г.Б., Лебеденко В.Ю. Перспективи впровадження віртуальних лабораторій у вищу медичну освіту. Матеріали III науково-практичної інтернет-конференції «Розвиток природничих наук як основа новітніх досягнень у медицині». Чернівці, 2023. С.345-351.

24. Позднякова Т. Є. Візуалізація та структурування інформації за допомогою ментальних карт на уроках біології: науково-методичний посібник. Рівне: РОППО, 2018. 50 с. Режим доступу: <https://bit.ly/2mwuy1m>

25. Рябченко С. В. Концептуальні засади формування професійної компетентності майбутнього вчителя біології в інноваційному середовищі. *Педагогіка та психологія*. №47. 2015. С. 144–154.

26. Семеніхіна О. В., Шамоля В. Г. Віртуальні лабораторії як інструмент навчальної та наукової діяльності. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. №1 (11), 2011. С. 341-345.

27. Соболєнко Л.Ю., Коршевнюк Т.В., Філь В.М. Впровадження віртуальних лабораторій в освітній процес для підвищення доступності біологічної освіти в Україні. *Педагогічна Академія: наукові записки*, № 17. 2025. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15275786>

28. Солоня Ю. О. Застосування інформаційної підтримки під час проектування дослідницької діяльності майбутніх вчителів біології в умовах адаптивного навчання. *Науковий часопис НПУ ун-ту ім. М.П. Драгоманова. Педагогічні науки: реалії та перспективи: зб. наук. пр. Вип. 69*. Київ: Вид-во НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2019. С. 228 – 237.

29. Сорокіна С., Колодій В., Абрамчук О. Використання віртуальної реальності в навчанні біології: можливості та переваги. *Перспективи та інновації науки. Серія «Педагогіка». Серія «Психологія». Серія «Медицина»*. 2023. № 13 (31). С. 338–349.

30. Ткачук Г. В. Особливості впровадження мобільного навчання: перспективи, переваги та недоліки. *Інформаційні технології і засоби навчання*. Т. 64, № 2. 2018. С. 13–22.

31. Шаповалов В. Б. Обґрунтування доцільності розробки віртуальних навчальних середовищ Steam на базі середовища Тодос. *Освіта та розвиток обдарованої особистості*. №2 (57). 2017. С. 25 – 27.

32. Шевчук О.В., Семенишена Р.В. Роль віртуальних лабораторних робіт у формуванні фахової компетентності студентів в умовах дистанційного навчання. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна. Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка. Випуск 27*. 2021. С. 128-131.

33. Шевчук О. П., Жмурко І. Л Віртуальна лабораторія як один із методів проведення практичних робіт // *Соціально-економічні та гуманітарні аспекти розвитку суспільства: матеріали Всеукр. наук.-практ. Конф. у 2-х т. Т. 1*. Вінниця: ВННІЕ ТНЕУ, 2018. С. 183 – 185.

34. Шкуропат А. В., Гасюк О. М. Ефективність віртуальних лабораторних практикумів з фізіології людини і тварин у структурі підготовки фахівця–біолога. *Інформаційні технології в освіті*. № 1 (34). 2018. С. 62–70.

35. Юрченко А. О., Хворостіна Ю. В. Віртуальна лабораторія як складова сучасного експерименту. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія «Педагогіка. Соціальна робота»*. Випуск 2(39), 2016. С. 281 – 283.

36. Amrita Online Labs. URL: <https://amrita.olabs.edu.in/?sub=79&amrbrch=17&amrsim=199&amrcnt=4>

37. Byukusenge C., Nsanganwimana F., Tarmo A. Effectiveness of virtual laboratories in teaching and learning biology: a review of literature International journal of learning, teaching and educational research. Vol. 21, No. 6. 2022. P. 1–17. URL: <https://doi.org/10.26803/ijlter.21.6.1>

38. Celine Byukusenge & Nsanganwimana Florian & Tarmo Albert. Effectiveness of Virtual Laboratories in Teaching and Learning Biology: A Review of Literature. International Journal of Learning, Teaching and Educational Research. Vol. 21. № 6. 2022. P. 1–17. DOI: <https://doi.org/10.26803/ijlter.21.6.1>

39. Go-Lab [електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.golabz.eu/labs>

40. Herráez A. Virtual laboratories as a tool to support learning. *Turkish Journal of Biochemistry*. Vol. 47, № 2. 2022. P. 195–200. URL: <https://doi.org/10.1515/tjb-2019-0146>

41. Labster [електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.labster.com/>

42. LabXchange [електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.labxchange.org/>

43. Manchikanti P., Kumar B. and Singh V. Role of Virtual Biology Laboratories in Online and Remote Learning. IEEE Eighth International Conference on Technology for Education (T4E). Mumbai, India. 2016. P. 136–139. DOI: 10.1109/T4E.2016.035 DOI:10.1109/T4E.2016.035

44. Mykolaiko V., Soloshchenko V., Korshevniuk T., Tara G., Pavlov, Y. Digital literacy of teachers and students: strategies and methods of development. *Interacción Y Perspectiva*. Vol. 14, № 3. 2024. P. 605-619.

45. PhET – Interactive Simulation [електронний ресурс]. Режим доступу: <https://phet.colorado.edu>

46. PraxiLabs [електронний ресурс]. Режим доступу: <https://praxilabs.com/>

47. SimBio [електронний ресурс]. Режим доступу: <https://simbio.com/>

48. Simulator. Learn. Genetics [електронний ресурс]. Режим доступу: URL: <https://learn.genetics.utah.edu/content/basics/karyotype/>

49. Sipii V., Kurtiak F., Mykhaliuk I., Hryhorchuk I., Zasiiekina T. Virtual laboratories as a means of increasing accessibility of biological education in Ukraine. *Periodicals of Engineering and Natural Sciences*. Vol. 12, No. 4, December 2024, P.627-636.

50. Sketchfab [електронний ресурс]. Режим доступу: <https://sketchfab.com/darashayda/collections/cell-molecule-9872f97a0c674dcfa71cea57deb3914f>

51. STAR [електронний ресурс]. Режим доступу: <http://star.mit.edu/index.html>

52. Virtual Biology Lab [електронний ресурс]. Режим доступу: <https://virtualbiologylab.org/>

53. Virtual Labs [електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.vlab.co.in/>

54. WOLFRAM [електронний ресурс]. Режим доступу: <https://demonstrations.wolfram.com/>