МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет фізико-математичної та природничої освіти
Кафедра біології та хімії

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

освітній ступінь бакалавр

на тему: **СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ НАВЧАННЯ БІОЛОГІЇ У ШКОЛІ**

Виконала: студентка 3 курсу, з41 групи
Освітня програма Середня освіта
(Біологія та здоров'я людини. Хімія)
спеціальності 014.05 Середня освіта
(Біологія та здоров'я людини)
Корінь Ірина Сергіївна
Керівник: к.б.н., доц. Сорокіна С.І.
Рецензент: к.п.н., доц. Декарчук М.В.

Умань–2026

ЗМІСТ

ВСТУП…… 3
Розділ 1. ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ У НАВЧАННІ БІОЛОГІЇ У ШКОЛІ…… 7
1.1. Поняття та класифікація сучасних інформаційних ресурсів…….. 7
1.2. Роль інформаційно-комунікаційних технологій у сучасній освіті…… 11
1.3. Психолого-педагогічні засади використання цифрових ресурсів у навчанні біології……. 15
1.4. Вплив інформаційних ресурсів на пізнавальну діяльність школярів… 18
Розділ 2. МОНІТОРИНГ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ БІОЛОГІЇ…….. 26
2.1. Відображення використання інформаційно-комунікаційних технологій у чинних навчальних програмах з біології……..... 26
2.2. Типи інформаційних ресурсів, придатних для навчання біології…….. 28
2.3. Досвід успішного використання цифрових ресурсів на уроках біології……..... 30
2.4. Переваги та обмеження застосування інформаційних ресурсів у школі 32
Розділ 3. МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ У НАВЧАННІ БІОЛОГІЇ……... 36
3.1. Методика використання інформаційних ресурсів на різних етапах сучасного уроку біології…… 36
3.2. Проєктування інтерактивного середовища при вивченні тем курсу «Біологія» (на прикладі програм 7–9 класів авторства П. Г. Балана та ін.). 38
3.3. Організація та проведення педагогічного експерименту…… 40
3.4. Аналіз результатів експерименту та статистичне обґрунтування методичних рекомендацій……. 42
ВИСНОВКИ…… 46
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ…….. 48

ВСТУП

Актуальність теми. Сучасний етап розвитку середньої освіти в Україні характеризується інтенсивними процесами цифровізації та впровадженням концепції «Нова українська школа» (НУШ), яка вимагає переходу від інформаційно-транслюючої до компетентнісної парадигми навчання. У контексті викладання біології це зумовлює необхідність переосмислення методів візуалізації складних біологічних процесів, які часто недоступні для прямого спостереження в умовах звичайного шкільного класу. Вивчення біології як науки про життя вимагає не лише засвоєння значного обсягу теоретичних даних, а й формування навичок аналізу, критичного мислення та практичного застосування біологічних законів, що стає викликом у межах традиційних методів навчання.

Використання сучасних інформаційних ресурсів (ІР) сьогодні виходить за межі простої демонстрації презентацій і охоплює широкий спектр інструментів, як-от імерсивні технології (AR/VR), що дозволяють учням здійснювати віртуальні подорожі всередину клітини або досліджувати екосистеми в 3D-просторі, а також віртуальні лабораторії та симуляції (наприклад, Phet чи Labster), які забезпечують безпечне проведення експериментів, що є занадто складними або дорогими для реального виконання. Окремої ваги набувають адаптивні навчальні платформи та штучний інтелект (AI), що дають змогу персоналізувати освітню траєкторію кожного учня, автоматизувати перевірку знань та впроваджувати елементи формуючого оцінювання в режимі реального часу, а також гейміфіковані ресурси (Kahoot, Quizizz), які підвищують пізнавальну мотивацію цифрового покоління («зумерів» та «альфа»), для яких ігровий формат є природним середовищем засвоєння інформації.

Актуальність дослідження посилюється вимогами Державного стандарту базової середньої освіти, який орієнтує освітній процес на формування ключових компетентностей, зокрема природничої та інформаційно-цифрової. Особливого значення використання ІР набуває в

умовах змішаного або дистанційного навчання, забезпечуючи безперервність освітнього процесу, можливість індивідуалізації та перехід від репродуктивного до пошуково-дослідницького методу роботи. Водночас недостатня розробленість методичних засад системного використання цифрових інструментів на різних етапах уроку, а також потреба у практичній перевірці їхнього впливу на якість знань та мотивацію учнів зумовили вибір теми кваліфікаційної роботи: «Сучасні інформаційні ресурси як засіб підвищення ефективності навчання біології у школі».

Мета дослідження полягає у теоретичному обґрунтуванні, розробці та експериментальній перевірці методики використання сучасних інформаційних ресурсів як засобу підвищення ефективності навчання біології в основній школі.

Завдання дослідження:

1. Розкрити теоретичні засади використання інформаційних ресурсів у шкільній біологічній освіті, уточнити зміст поняття «сучасні інформаційні ресурси» та здійснити їх класифікацію відповідно до дидактичних цілей.
2. Обґрунтувати психолого-педагогічні особливості впровадження цифрових технологій у навчання біології та проаналізувати їхній вплив на активізацію пізнавальної діяльності й мотивацію учнів.
3. Здійснити моніторинг сучасного стану цифровізації біологічної освіти, проаналізувавши чинні навчальні програми та наявний перелік інформаційних ресурсів (віртуальні лабораторії, 3D-моделі, освітні платформи), придатних для використання в школі.
4. Визначити переваги та потенційні обмеження застосування інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) у природничій підготовці школярів на основі аналізу практичного досвіду вчителів-біологів.
5. Розробити методичні рекомендації щодо інтеграції інформаційних ресурсів на різних етапах уроку біології (від актуалізації знань до контролю навчальних досягнень).

6. Спроектувати модель інтерактивного середовища для вивчення окремих тем курсу біології в 7–9 класах (за програмою П. Г. Балана та ін.) із використанням відібраних цифрових інструментів.
7. Експериментально перевірити ефективність запропонованої методики використання інформаційних ресурсів та здійснити статистичний аналіз отриманих результатів щодо якості знань учнів.

Об'єкт дослідження: процес навчання біології учнів 7–9 класів закладів загальної середньої освіти.

Предмет дослідження: методичні засади та засоби використання сучасних інформаційних ресурсів у навчанні біології за модельною навчальною програмою (автор П. Г. Балан та ін.) в умовах реалізації концепції НУШ.

Методи дослідження: *теоретичні:* аналіз наукової, педагогічної та методичної літератури; порівняння та узагальнення для визначення понятійно-термінологічного апарату; *емпіричні:* педагогічне спостереження, анкетування учнів, педагогічний експеримент (констатувальний та формувальний етапи); *методи математичної статистики:* для кількісної та якісної обробки результатів експерименту.

Практичне значення отриманих результатів полягає у розробці та систематизації прикладного методичного інструментарію для вчителів біології в умовах цифровізації освіти. Зокрема: сформовано банк верифікованих цифрових ресурсів (віртуальні симуляції, 3D-моделі, інтерактивні вправи), що чітко адаптовані до змісту модельної навчальної програми «Біологія. 7–9 класи» (авторського колективу під керівництвом П. Г. Балана); розроблено методичні карти та розгорнуті конспекти уроків, які демонструють алгоритм ефективної інтеграції ІР на різних етапах навчання (від актуалізації до рефлексії); обґрунтовано методику комбінування традиційних лабораторних досліджень із віртуальними аналогами (PhET, Mozaik), що забезпечує неперервність освітнього процесу

та реалізацію діяльнісного підходу в умовах дистанційного та змішаного форматів.

Матеріали дослідження можуть бути впроваджені в практичну діяльність закладів загальної середньої освіти для підвищення пізнавальної мотивації учнів, розвитку їхньої цифрової компетентності та об’єктивізації процесу оцінювання навчальних досягнень.

Апробація результатів дослідження. Зміст роботи, її ключові аспекти та результати експериментальної частини пройшли експертне обговорення на базі Уманського національного університету (кафедра біології та хімії). Матеріали також пройшли апробацію на Всеукраїнській інтернет-конференції «Природничі науки в системі освіти» (2026 р.) та на засіданнях відповідної проблемної групи.

Публікації автора за темою дослідження:

Сорокіна С.І., Корінь І. С. Інформаційно-цифрові ресурси як чинник підвищення результативності навчання біології в закладах загальної середньої освіти. *Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції.* Умань, 2026.

Структура роботи. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел (42 найменування). Основний текст роботи викладено на 47 сторінках. Загальний обсяг роботи – 53 сторінки. Робота містить 5 таблиць, 4 рисунка.

РОЗДІЛ 1
ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ У НАВЧАННІ БІОЛОГІЇ У ШКОЛІ

1.1. Поняття та класифікація сучасних інформаційних ресурсів

Вивчення сучасних освітніх технологій нерозривно пов’язане з чітким розумінням термінологічного апарату, зокрема поняття «інформаційні ресурси» (ІР). У широкому сенсі, ІР являють собою складну, багаторівневу сукупність даних, знань, документів і технологій, призначених для задоволення інформаційних потреб користувачів у різних сферах людської діяльності [1]. На сучасному етапі цифровізації суспільства інформаційні ресурси перестали бути лише джерелом додаткових відомостей, перетворившись на фундаментальну основу для розбудови освітньої та наукової інфраструктури. У контексті освітнього процесу вони трансформуються та набувають специфічної дидактичної функції, стаючи активним інструментом формування ключових компетентностей.

Згідно з дослідженнями в галузі педагогічної інформатики [21], інформаційні ресурси навчання біології – це систематизована сукупність даних, що зберігаються на електронних носіях (або доступні через мережеві технології) та використовуються вчителем і учнями для реалізації освітніх завдань, підтримки та розвитку навчальної діяльності. Специфіка біологічної освіти вимагає від ІР високого рівня візуалізації та інтерактивності, оскільки об’єктом вивчення є складні мікро- та макропроцеси живої природи, які часто неможливо продемонструвати в умовах звичайного шкільного кабінету без залучення цифрових моделей.

Важливість систематизації ІР підкреслюється у працях Сергієнко Т.І. [20], де вони розглядаються як ключовий компонент інформаційного освітнього середовища, що забезпечує безперервність та доступність навчання. Автор наголошує, що ефективність використання ресурсів

залежить від їхньої структурованості та відповідності навчальній програмі. Сучасні ІР у навчанні біології – це не просто оцифрований текст підручника, а складна екосистема контенту та інструментарію, що включає віртуальні лабораторії, динамічні симуляції, бази даних біологічних об'єктів та платформи для спільної проєктної діяльності.

Для кращого розуміння педагогічного потенціалу ІР, доцільно окреслити їхню роль у дидактичному процесі. Інформаційні ресурси дозволяють реалізувати особистісно орієнтований підхід, забезпечуючи учням можливість працювати у власному темпі та звертатися до візуалізованого матеріалу необхідну кількість разів для повного засвоєння теми (див. табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Педагогічна роль інформаційних ресурсів у навчанні біології

Педагогічна роль	Опис функції
Джерело інформації	Надання актуальних, структурованих і багатоформатних даних, недоступних у традиційному підручнику (наприклад, актуальні наукові відкриття, що швидко змінюються).
Засіб візуалізації	Демонстрація динамічних і мікроскопічних процесів (наприклад, робота серця, поділ клітини) за допомогою 3D-моделей та анімації.
Інструмент для досліджень	Надання можливості учням самостійно проводити віртуальні експерименти, збирати та аналізувати дані, не потребуючи дорогого обладнання.
Засіб контролю	Швидке автоматизоване тестування та надання миттєвого зворотного зв'язку, що сприяє формуючому оцінюванню.

Ефективність впровадження інформаційних ресурсів у навчальний процес зумовлена їхніми унікальними дидактичними властивостями, які якісно відрізняють цифрові засоби від традиційних наочних посібників.

Серед ключових характеристик сучасних інформаційних ресурсів визначають передусім інтерактивність, що передбачає можливість суб'єктів навчання активно взаємодіяти з контентом, а не лише пасивно сприймати інформацію. Це стимулює пізнавальну активність учнів, перетворюючи їх на активних дослідників біологічних явищ [15]. Наступною важливою характеристикою є мультимедійність, яка полягає у поєднанні різних типів даних, таких як текст, графіка, анімація, аудіо та відео. Такий синтез каналів сприйняття сприяє тривалій концентрації уваги та глибшому розумінню складних концепцій, які важко піддаються опису лише вербальними засобами [5].

Окрім того, значну роль відіграє гнучкість ресурсів, що забезпечує можливість адаптації контенту під індивідуальні потреби учня шляхом вибору власного темпу роботи та відповідного рівня складності завдань. Не менш важливою є актуальність, яка дозволяє здійснювати швидке оновлення інформації. Це є критично важливим саме для біологічної науки, де постійно з'являються нові наукові відкриття та уточнюються класифікації живих організмів. Завдяки цим властивостям інформаційні ресурси стають ключовим елементом формування цілісного та динамічного інформаційного освітнього середовища [6].

Класифікація інформаційних ресурсів є основою для розробки ефективної методики їх використання, оскільки дозволяє вчителю біології здійснювати обґрунтований відбір цифрових засобів відповідно до конкретних дидактичних цілей уроку. Систематизація ресурсів допомагає структурувати освітній контент та визначити найбільш прийнятні форми взаємодії учнів із інформацією. Для цілей даного дослідження доцільно класифікувати інформаційні ресурси за декількома критеріями, що охоплюють як технічні аспекти доступу до даних, так і змістовно-функціональне наповнення (див. таблиця 1.2).

Таблиця 1.2

Класифікація сучасних інформаційних ресурсів у навчанні біології

Критерій класифікації	Типи інформаційних ресурсів	Приклади в навчанні біології
За способом надання інформації	1. Електронні видання	Електронні підручники, довідники, енциклопедії.
	2. Мережеві ресурси	Освітні портали, YouTube-канали, блоги вчителів, МООС-курси.
	3. Локальні ресурси	Хмарні сховища (історично), файли, що зберігаються на шкільних серверах.
За типом інтерактив-ності та змісту	1. Симуляційні ресурси	Віртуальні лабораторії (наприклад, проведення генетичних схрещувань), 3D-моделі органів, клітин.
	2. Контролюючі ресурси	Тестові оболонки, системи для формуючого оцінювання, онлайн-вікторини (наприклад, Kahoot!, Plickers).
	3. Інформаційно-пошукові ресурси	Наукові бази даних (наприклад, NCBI), електронні бібліотеки, пошукові системи (для актуальних досліджень).
	4. Комунікаційні ресурси	Навчальні платформи (LMS, наприклад, Google Classroom, Moodle), чати, форуми для спільної роботи над проєктами.
За ступенем адаптивності	1. Статичні	Відеолекції, PDF-документи.
	Динамічні/ Адаптивні	Ресурси, що змінюють контент або рівень складності завдань залежно від відповідей учня.

Таким чином, сучасні інформаційні ресурси виступають як поліфункціональний інструмент, що дозволяє викладачу значно розширити власний методичний інструментарій, а учням – отримати більш глибоке, візуалізоване та практично орієнтоване розуміння складних біологічних процесів. Використання такої розгалуженої системи ресурсів забезпечує перехід від репродуктивного відтворення знань до активного конструювання власного пізнавального досвіду.

Визначена класифікація та дидактичні можливості інформаційних ресурсів свідчать про те, що вони є не просто допоміжним ілюстративним матеріалом, а фундаментальною складовою сучасної цифрової трансформації школи. Вони формують нове середовище, у якому розвиваються навички самостійної роботи та критичного аналізу інформації. Саме тому для повного розуміння механізмів їхнього впливу на якість навчання біології необхідно проаналізувати загальну роль інформаційно-комунікаційних технологій у структурі сучасної освіти, що дозволить визначити стратегічні напрями інтеграції технологій у педагогічний процес та забезпечити їхню органічну єдність із традиційними методами навчання.

1.2. Роль інформаційно-комунікаційних технологій у сучасній освіті

Інформаційно-комунікаційні технології, які виступають технологічним фундаментом сучасних інформаційних ресурсів, відіграють ключову роль у докорінній трансформації освітнього процесу. Вони забезпечують стратегічний перехід від класичної лінійної моделі взаємодії вчитель – підручник – учень до більш гнучкої та відкритої моделі вчитель – інформаційний ресурс – учень. У такій системі знання перестають бути статичними, а освітній процес набуває ознак нелінійності та багатоваріативності. Це сприяє формуванню цілісного інформаційно-освітнього середовища, яке інтегрує різнорідні цифрові інструменти у єдиний простір для навчання, досліджень та комунікації, про що детально йдеться у працях Сергієнко та Гуревича [6; 20]. У межах такого середовища вчитель трансформується з єдиного джерела інформації у модератора та фасилітатора, який допомагає учням орієнтуватися у великих масивах даних.

Використання інформаційних ресурсів відіграє ключову роль у візуалізації навчального матеріалу та безпосередньому формуванні предметних компетенцій на уроках біології. Така необхідність зумовлена

насамперед специфікою самих біологічних об’єктів, що потребують надзвичайно високого рівня наочності. Вивчення складних об’єктів мікросвіту, розгалужених екологічних систем чи багаторівневих генетичних механізмів вимагає залучення засобів, здатних наочно відтворити приховані процеси життєдіяльності. Сучасні засоби, зокрема високодеталізовані 3D-моделі, динамічні інтерактивні схеми та анімації, дозволяють продемонструвати логіку та швидкість процесів, що є абсолютно недоступними для прямого спостереження в умовах шкільного кабінету. Мова йде про такі фундаментальні явища, як механізми реплікації ДНК, транскрипція, трансляція або тонка специфіка роботи ферментів. Застосування технологій віртуальної та доповненої реальності суттєво посилює ефект присутності, створюючи імерсивне навчальне середовище, що значно підвищує глибину сприйняття та емоційне залучення учнів до процесу пізнання [10]. На рис. 1.1 представлено приклад такої візуалізації, що ілюструє можливості сучасного програмного забезпечення у відтворенні структури біологічних макромолекул.

Водночас візуалізація та розвинена інтерактивність не лише сприяють кращому запам’ятовуванню абстрактної інформації, а й забезпечують умови для формування вищих когнітивних навичок, зокрема моделювання та прогнозування. Це є фундаментом природничо-наукової компетентності сучасної особистості. Можливість учнів самостійно оперувати віртуальними об'єктами, змінювати параметри біологічних систем у симуляторах та спостерігати за наслідками цих змін суттєво посилює практичну спрямованість навчання. Таким чином, цифрові технології перетворюють теоретичні знання на дієвий інструмент пізнання світу, дозволяючи учням експериментувати та робити власні наукові висновки у безпечному та контрольованому цифровому середовищі.

Потенціал інформаційних ресурсів у реалізації індивідуальної освітньої траєкторії кожного школяра є надзвичайно високим, що стає особливо актуальним в умовах сучасної диференціації освіти. Сучасні електронні

засоби навчання дозволяють учням самостійно регулювати темп опанування теми та глибину занурення у навчальний матеріал, надаючи можливість звертатися до широкого спектра додаткових джерел або повторно проходити складні інтерактивні модулі до повного засвоєння змісту. Така персоналізація освітнього простору докорінно змінює позицію дитини в навчальному процесі, перетворюючи учня з пасивного споживача готових знань на активного та свідомого суб'єкта навчання, здатного до самостійного конструювання власного інтелектуального досвіду [22].



Рис. 1.1. Візуалізація процесу реплікації ДНК за допомогою 3D-моделі

Водночас організація самостійної роботи набуває значно вищої дидактичної ефективності через інтеграцію у процес навчання сучасних LMS-систем, забезпечення відкритого доступу до електронних бібліотек та виконання спеціалізованих інтерактивних завдань. Особливе місце серед них посідають віртуальні лабораторні роботи, які дозволяють школярам моделювати природні процеси у цифровому середовищі. Така діяльність не лише поглиблює знання, а й системно розвиває навички самоконтролю, критичного пошуку необхідної інформації та особистої відповідальності за досягнуті результати [1]. Крім того, цифрові інформаційні ресурси забезпечують оперативний, автоматизований зворотний зв'язок, який є критично важливим для підтримки ритму самостійної діяльності та корекції прогалин у знаннях у режимі реального часу, що значно підвищує якість засвоєння біологічних закономірностей.

Значення інформаційних ресурсів у підвищенні мотивації до вивчення біології виявляється через суттєве зростання пізнавальної активності учнів, що стає можливим завдяки залученню мультимедійних засобів, динамічних симуляторів та гейміфікаційних елементів. Використання онлайн-вікторин, ігрових сценаріїв та змагальних механік перетворює традиційне пасивне запам’ятовування термінів на захоплюючий дослідницький процес, де кожен крок супроводжується інтерактивною реакцією системи. Висока ефективність гейміфікації як потужного інструменту залучення підтверджується численними науковими дослідженнями, які вказують на стійку позитивну динаміку інтересу до вивчення природничих дисциплін [9; 15].

Застосування інформаційних ресурсів сприяє формуванню стійкої внутрішньої мотивації, оскільки цифрові симуляції дозволяють учням перебрати на себе ролі справжніх наукових дослідників та експериментаторів. Можливість практичного застосування здобутих знань у віртуальному середовищі, наприклад, під час проведення складних генетичних експериментів чи екологічних прогнозів без будь-яких часових

чи матеріальних обмежень, значно посилює прагнення до глибинного пізнання біологічної науки та стимулює професійне самовизначення школярів.

1.3. Психолого-педагогічні засади використання цифрових ресурсів у навчанні біології

Ефективна інтеграція цифрових ресурсів у процес навчання біології є неможливою без глибокого урахування основних психолого-педагогічних засад, які пояснюють специфіку впливу інформаційних ресурсів на структуру навчально-пізнавальної діяльності школярів. Такий підхід базується на фундаментальних теоріях діяльнісного та конструктивістського навчання, які розглядають використання цифрових інструментів не як механічне доповнення до підручника, а як середовище для активного розвитку особистості.

Застосування інформаційних ресурсів найбільшою мірою відповідає ключовим принципам діяльнісного підходу, оскільки процес навчання за таких умов відбувається через безпосередню та багатопланову взаємодію учня з віртуальним об’єктом або моделлю біологічного процесу. Навчальні платформи та віртуальні лабораторії створюють специфічні дидактичні ситуації, у яких дитина виступає повноправним суб’єктом пізнання, що самостійно відкриває нові закономірності та формує власну систему знань, а не лише репродуктивно отримує їх у готовому вигляді від викладача [27; 40;]. Це дозволяє перейти від запам'ятовування фактів до оволодіння способами діяльності, що є критично важливим для природничої освіти.

Ідеї конструктивізму, зокрема його соціального напряму, також знаходять своє повноцінне втілення у практиці використання сучасних інформаційних ресурсів. Згідно з цією теорією, знання не передаються, а активно «конструюються» учнем у процесі соціальної взаємодії та вирішення проблемних завдань. Наприклад, організована спільна робота над складними

біологічними проєктами у мережевих комунікаційних середовищах та сучасних LMS-системах дозволяє учням спільно вибудовувати розуміння матеріалу через професійне обговорення, активну співпрацю та взаємонавчання. Такий формат роботи сприяє розвитку критичного мислення та соціальних навичок, оскільки цифрові ресурси забезпечують простір для колективного пошуку істин та спільного аналізу наукових гіпотез [1; 5]. У результаті навчання стає соціально значущим процесом, де кожен учень робить власний внесок у груповий результат, використовуючи цифрові інструменти як засіб інтелектуального партнерства.

Використання інформаційних ресурсів справляє значний вплив на когнітивні процеси учнів, суттєво змінюючи динаміку та стабільність уваги, а також підвищуючи загальну ефективність сприйняття навчального матеріалу. Мультимедійність та інтерактивність сучасних засобів навчання дозволяють одночасно активувати візуальний, аудіальний та частково кінестетичний канали сприйняття, що забезпечує комплексний вплив на пізнавальну сферу особистості. Зокрема, динамічні моделі складних клітинних процесів, таких як мітоз чи мейоз, засвоюються учнями значно ефективніше, ніж традиційні статичні ілюстрації, завдяки реалізації ефекту подвійного кодування. Психологічний механізм цього явища полягає в тому, що мозок паралельно обробляє вербальну інформацію у вигляді пояснень вчителя або супровідного тексту та зорові динамічні образи у вигляді анімації. Це створює множинні та міцніші когнітивні зв’язки, що полегшує подальше відтворення матеріалу [7].

Водночас інтерактивні симуляції та моделі біологічних систем активно залучають оперативну пам’ять і стають потужним інструментом розвитку критичного мислення. Учні, які отримують можливість самостійно маніпулювати змінними у віртуальному експерименті (наприклад, змінювати освітленість або температуру при вивченні фотосинтезу), формують значно стійкіші та глибинні знання. Це відбувається тому, що знання здобуваються в процесі активного розв’язання проблемної ситуації, що має набагато вищу

дидактичну цінність порівняно з пасивним ознайомленням із результатами досліджень у теоретичному форматі [21].

Психологічна безпека є ключовою умовою успішного навчання, оскільки вона мінімізує бар'єри, що заважають повноцінному засвоєнню інформації. Цифрові ресурси, особливо ті, що мають контролюючу та тренувальну спрямованість, створюють унікальне середовище, де учень відчуває менший тиск порівняно з традиційними формами перевірки знань. Це дозволяє змінити ставлення до навчальних помилок, розглядаючи їх як необхідний етап пізнання, а не як привід для негативної оцінки особистості. Основні психологічні переваги використання інформаційних ресурсів у навчанні біології представлено у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3

Психологічні переваги використання ІР у навчанні біології

Психологічний аспект	Перевага ІР	Дидактичний інструмент
Зниження тривожності	Можливість багаторазового самоперевірки та отримання анонімного зворотного зв'язку без ризику публічного осуду. Важливість цього аспекту підкреслюється при використанні цифрових інструментів для контролю [3].	Тестові платформи, індивідуальні тренажери.
Самоефективність	Успішне завершення віртуального експерименту чи симуляції підвищує віру учня у власні сили та здібності.	Віртуальні лабораторії, навчальні ігри.
Емоційне залучення	Незвичний формат (VR/AR, гейміфікація) викликає позитивні емоції, що безпосередньо корелює з якістю запам'ятовування [15].	3D-тури, симулятори екологічних катастроф.

Узагальнюючи вищевикладене, можна констатувати, що психолого-педагогічні засади використання цифрових ресурсів підтверджують їхній статус не просто як допоміжного ілюстративного матеріалу, а як потужного стратегічного інструменту трансформації освіти. Інформаційні ресурси дозволяють повноцінно реалізувати принципи діяльнісного підходу, перетворюючи учня на активного суб'єкта, який самостійно конструює знання через взаємодію з інтерактивним середовищем. Завдяки мультимедійності та ефекту подвійного кодування інформації вони стимулюють вищі когнітивні функції, забезпечуючи глибину та міцність засвоєння складних біологічних концепцій.

Крім того, створення психологічно комфортних умов, зниження рівня навчальної тривожності та підтримка високої мотивації через елементи гейміфікації сприяють формуванню не лише предметних, а й ключових компетентностей учнів, таких як здатність до самоосвіти та цифрова грамотність. Таким чином, інтеграція інформаційних ресурсів у структуру уроку біології стає фундаментом для побудови сучасної, гнучкої та результативної системи навчання, яка відповідає запитам інформаційного суспільства та психологічним особливостям сучасного покоління школярів.

1.4. Вплив інформаційних ресурсів на пізнавальну діяльність школярів

Вплив інформаційних ресурсів на пізнавальну діяльність учнів виходить далеко за рамки простої ілюстративної візуалізації, про що переконливо свідчать численні дослідження в галузі когнітивної психології та сучасної цифрової дидактики [14]. Використання інтерактивного контенту спричиняє комплексну перебудову інтелектуальних операцій, охоплюючи всі ключові етапи пізнання: від первинного сенсорного сприйняття інформації до її глибокого логічного аналізу, синтезу та подальшої генерації нових ідей у ході творчої діяльності.

Активізація когнітивних функцій учнів за допомогою інформаційних ресурсів відбувається через суттєве покращення параметрів сприйняття та стійкості уваги. Мультимедійний контент та інтерактивні елементи створюють багате стимульне середовище, яке значно підвищує ефективність первинного опрацювання вхідних даних. Грамотне поєднання візуальних образів, аудіальних пояснень та лаконічних текстових стимулів дозволяє суттєво зменшити когнітивне навантаження при роботі з багатокомпонентними біологічними схемами, що мінімізує ризик перевантаження робочої пам'яті та сприяє швидшому переходу інформації у довготривалу пам'ять [7].

Згідно з теорією Дж. Свеллера, модель розподілу когнітивного навантаження при використанні інформаційних ресурсів передбачає три складники, кожен з яких відіграє критичну роль у засвоєнні складного наукового матеріалу [39]. Внутрішнє навантаження, безпосередньо зумовлене об'єктивною складністю самої біологічної теми, наприклад, молекулярних механізмів спадковості чи біохімічних циклів, ефективно нівелюється в цифровому середовищі за рахунок поетапної візуалізації та декомпозиції складних явищ на простіші складники. Зовнішнє навантаження, яке залежить від способу подачі матеріалу, має бути максимально мінімізованим завдяки продуманому ергономічному дизайну цифрового ресурсу, що позбавляє учня необхідності витрачати ресурси уваги на нерелевантні технічні деталі. Нарешті, релевантне навантаження спрямовує основні інтелектуальні зусилля учня безпосередньо на активне формування стійких когнітивних схем знань та досягнення справжнього глибинного розуміння біологічних закономірностей. Така оптимізація розумової діяльності, представлена на рис. 1.2, дозволяє зробити процес навчання біології більш інтенсивним та водночас психологічно комфортним для школяра.

Паралельно з оптимізацією когнітивного навантаження, систематичне використання інформаційних ресурсів справляє потужний стимулювальний

вплив на розвиток пам’яті учнів. Інтерактивна взаємодія з об’єктами вивчення, що найбільш повно реалізується у просторі віртуальних лабораторій, докорінно змінює характер запам’ятовування, перетворюючи його з пасивного накопичення фактів на активний процес формування стійких довготривалих нейронних зв’язків [21]. У такому форматі можливість «практичного» моделювання теоретичного матеріалу, коли учень власноруч керує параметрами біологічної системи, значно підвищує рівень осмислення інформації. Це дозволяє знанням закріплюватися не на рівні механічного відтворення, а як результат власного досвіду діяльності, що забезпечує їхню довговічність та готовність до практичного застосування у нових ситуаціях.

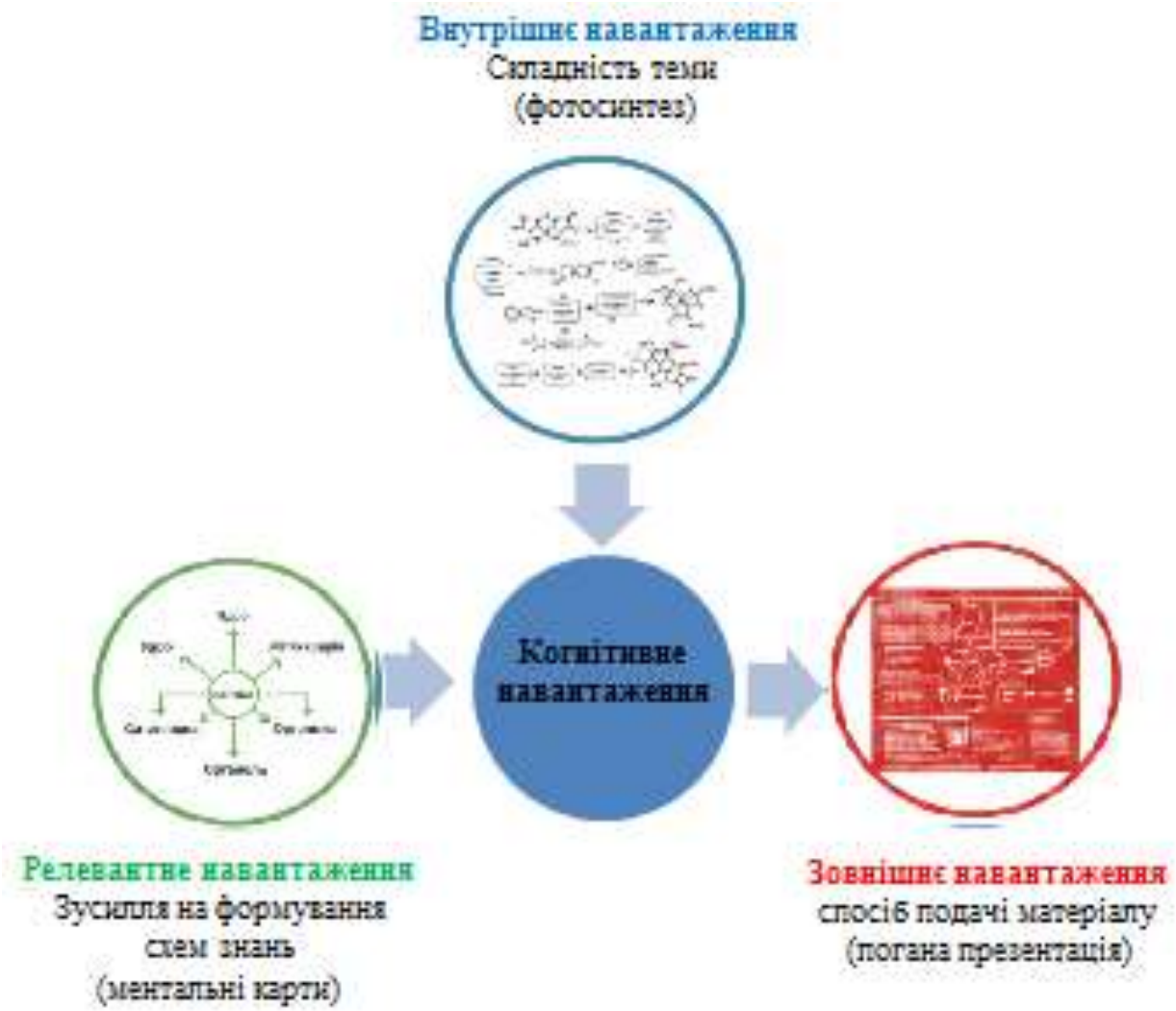


Рис. 1.2. Модель когнітивного навантаження за Дж. Свеллером у контексті використання ІР на уроках біології

Окрім активізації процесів пам’яті, сучасні інформаційні ресурси стають фундаментом для формування навичок медіагігієни та інформаційної культури майбутнього дослідника. Уміння орієнтуватися в сучасному цифровому просторі передбачає не лише пошук даних, а й їх критичний відбір та оцінку. Робота зі спеціалізованими науковими базами даних, такими як міжнародний портал NCBI, Encyclopedia of Life або іншими авторитетними біологічними ресурсами, привчає учнів системно верифікувати отриману інформацію, звертатися до першоджерел та розрізняти науково обґрунтовані факти і популістські теорії.

Така навичка є критично важливою для формування адекватної наукової картини світу в умовах надмірного інформаційного шуму та поширення псевдонаукового контенту [8]. Завдяки залученню академічних ресурсів у шкільне навчання, біологія перестає бути набором статичних відомостей з підручника, трансформуючись у динамічну галузь знань, де учень вчиться мислити як науковець, аналізувати докази та будувати власні висновки на основі перевірених і актуальних даних.

Стимулювання творчої та дослідницької діяльності учнів за допомогою сучасних інформаційних ресурсів забезпечує формування ґрунтовної дослідницької компетентності, що є одним із пріоритетних завдань природничої освіти. Віртуальні симулятори та інтерактивні лабораторії створюють унікальний простір для проведення експериментів, які є абсолютно недоступними у звичайному шкільному кабінеті через потенційну небезпеку реактивів, високу вартість обладнання або значні часові обмеження. Мова йде про моделювання складних біологічних явищ, таких як довготривалі екологічні спостереження за сукцесіями екосистем чи проведення високотехнологічних генетичних маніпуляцій. Наприклад, використання віртуальних конструкторів плазмід або симуляторів технології редагування геному CRISPR-Cas9 на передових освітніх платформах, таких

як LabXchange чи Labster, дозволяє школярам зрозуміти принципи сучасної біотехнології на практичному рівні.

Така можливість дозволяє здобувачам освіти зайняти реальну дослідницьку позицію, де вони самі формулюють гіпотези, планують етапи роботи та аналізують отримані результати, що підтверджується численними сучасними науковими розвідками. Зокрема, науковці наголошують, що впровадження віртуальних лабораторій не лише ефективно вирішує проблему дефіциту дорогого наукового обладнання, а й суттєво підвищує рівень самоефективності учнів. Робота у безпечному цифровому середовищі знімає психологічний бар'єр страху перед помилкою або пошкодженням приладів, що стимулює творчий пошук та бажання експериментувати [4].

Здатність самостійно керувати ходом віртуального дослідження сприяє глибинному розумінню природи наукового методу та формує стійку внутрішню мотивацію до вивчення біологічних наук. Завдяки інтеграції таких ресурсів навчання перетворюється на інтелектуальну пригоду, де теоретичні знання стають інструментом для вирішення реальних наукових завдань, що безпосередньо впливає на якість підготовки майбутніх фахівців у галузі природничих наук [27; 40].

Водночас використання інформаційних ресурсів справляє потужний вплив на розвиток креативного мислення школярів, оскільки сучасний цифровий інструментарій дозволяє змінити сам вектор навчальної діяльності. Створення власних цифрових продуктів – мультимедійних презентацій, авторських інтерактивних схем, навчальних відеопроєктів чи цифрових моделей біологічних систем – переводить здобувача освіти з ролі пасивного споживача готової інформації у статус активного творця унікального контенту. Такий перехід виступає дієвим стимулом для розвитку здатності до інновацій, критичного переосмислення наукових фактів та постійного творчого пошуку оригінальних способів візуалізації знань [4; 32]. У процесі розробки власного медіапродукту учень змушений не лише глибоко вивчити

біологічну тему, а й структурувати її таким чином, щоб зробити зрозумілою для інших, що є вищою формою засвоєння матеріалу.

Використання інформаційних ресурсів також справляє істотний вплив на розвиток саморегуляції та навчальної автономії учнів, що є необхідною умовою успішної освіти впродовж усього життя. Цифрові інструменти ефективно підтримують реалізацію індивідуальної освітньої траєкторії, виховуючи в школярів особисту відповідальність за темп, якість та послідовність навчання. Забезпечення безперервного цілодобового доступу до хмарних навчальних платформ та електронних баз даних дозволяє учням самостійно та раціонально керувати власним навчальним часом, адаптуючи графік роботи під свої індивідуальні біоритми та пізнавальні запити, що виступає ключовим елементом саморегуляції навчальної діяльності [1].

Водночас високий рівень адаптивності сучасних навчальних систем, інтегрованих в інформаційні ресурси, забезпечує миттєвий та абсолютно неупереджений зворотний зв’язок. На відміну від традиційної перевірки робіт, де оцінювання може бути відтермінованим у часі, цифрові платформи дають учневі негайну відповідь щодо правильності виконання завдання. Це дозволяє школяреві самостійно і в режимі реального часу коригувати власні помилки, аналізувати причини їх виникнення та оперативно перебудовувати свою тактику вивчення складного матеріалу, що суттєво прискорює процес свідомого засвоєння навчальної програми [22]. Така автономія формує в учнів впевненість у своїх силах і здатність до продуктивної самостійної праці без постійного зовнішнього контролю.

За результатами проведеного комплексного теоретичного аналізу проблеми використання інформаційних ресурсів у навчанні біології визначено, що сучасні цифрові засоби в межах шкільної природничої освіти постають не просто як набір ілюстративних матеріалів, а як складна багатокомпонентна система. Вона охоплює розгалужені цифрові масиви наукових даних, гнучкі інструменти інтерактивної візуалізації та сучасні засоби мережевої комунікації, що в сукупності дозволяє докорінно

трансформувати освітній процес. Традиційна модель пасивного засвоєння готової інформації замінюється динамічним дослідницьким середовищем, де учень стає активним учасником наукового пошуку. Фундаментальний дидактичний потенціал таких ресурсів базується на їхній унікальній здатності візуалізувати приховані мікробіологічні структури, складні фізіологічні цикли та довготривалі еволюційні процеси, забезпечуючи якісний перехід від репродуктивного засвоєння сухих фактів до активного моделювання живих систем та повноцінної реалізації принципів персоналізації навчання.

У ході дослідження встановлено, що системне впровадження цифрових ресурсів повністю відповідає сучасним психолого-педагогічним засадам, зокрема фундаментальній теорії когнітивного навантаження Дж. Свеллера. Використання інформаційних ресурсів сприяє суттєвій оптимізації роботи оперативної пам’яті учнів через ефект подвійного кодування, що веде до зниження стороннього когнітивного навантаження та вивільнення інтелектуальних ресурсів для глибинного засвоєння матеріалу. Це значно підвищує рівень самоефективності школярів, оскільки безпосередня інтерактивна взаємодія з віртуальним об’єктом вивчення дозволяє їм самостійно контролювати процес пізнання та бачити миттєві результати власних дій. Обґрунтовано, що такий системний вплив на пізнавальну діяльність проявляється у формуванні цілісного комплексу навичок XXI століття, включаючи критичне мислення, розвинену дослідницьку компетентність та високу навчальну автономію. Це є необхідною передумовою успішної реалізації концепції Нової української школи, орієнтованої на розвиток особистості, здатної до самоосвіти.

Отже, інтеграція інформаційних ресурсів у навчальний процес впливає не лише на формальні кількісні показники успішності, а й на фундаментальні якісні характеристики мислення здобувачів освіти. Сформовані теоретичні положення підтверджують, що цифрові ресурси є поліфункціональним дидактичним інструментом, який одночасно забезпечує мультимодальну

візуалізацію складних об’єктів та реальний діяльнісний підхід у викладанні біології. Отримані теоретичні висновки стають необхідним науковим підґрунтям для подальшого прикладного моніторингу конкретного програмного інструментарію та розробки методики його практичного застосування, що складе основний зміст другого розділу роботи. Така послідовність дослідження дозволить перейти від аналізу загальних закономірностей до впровадження конкретних методик використання віртуальних лабораторій та інтерактивних платформ у реальну практику сучасної школи.

РОЗДІЛ 2
МОНІТОРИНГ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ БІОЛОГІЇ

2.1. Відображення використання інформаційно-комунікаційних технологій у чинних навчальних програмах з біології

Чинні навчальні програми з біології, які ґрунтуються на засадах компетентнісного підходу, прямо або опосередковано вимагають інтеграції ІКТ. Ця вимога першочергово закріплена у Державному стандарті базової середньої освіти, який визначає перелік ключових компетентностей, обов'язкових для формування в межах природничої освітньої галузі [1]. Однією з них є інформаційно-цифрова компетентність, що передбачає вміння учнів критично використовувати цифрові інструменти для пошуку інформації, моделювання біологічних процесів та розв'язання навчальних завдань.

Реалізація цієї вимоги є однією з фундаментальних засад Концепції «Нова українська школа» (НУШ), де наголошується на переході від пасивного засвоєння знань до активного використання сучасних технологій у навчальному процесі [13].

В аналізі сучасних модельних навчальних програм з біології для 7–9 класів закладів загальної середньої освіти, зокрема тих, що розроблені під керівництвом П. Г. Балана та інших авторів, простежується чітка й послідовна орієнтація на використання інформаційно-комунікаційних технологій як невід'ємного складника навчального процесу. Це виявляється передусім у контексті візуалізації та моделювання складних біологічних структур, оскільки вивчення об'єктів мікросвіту, таких як органели клітини чи молекули ДНК, а також аналіз глобальних макроскопічних екосистем практично неможливі без залучення сучасних мультимедійних ресурсів та технологій 3D-моделювання [11]. Завдяки цифровим інструментам

абстрактні поняття програми трансформуються у зрозумілі зорові образи, що дозволяє учням осягнути динаміку процесів, які приховані від неозброєного ока.

Окрім візуалізації, особлива увага в програмах приділяється стимулюванню дослідницької діяльності здобувачів освіти. Це реалізується через організацію самостійних та практичних робіт із активним використанням віртуальних лабораторій, інтерактивних симуляторів та розгалужених онлайн-баз даних. Такий підхід дозволяє учням самостійно проводити наукові експерименти в безпечному цифровому середовищі, моделювати умови досліджень та аналізувати отримані результати, що закладає фундамент для формування дослідницької компетентності та критичного мислення.

Ще одним стратегічним напрямом, закріпленим у програмних вимогах, є впровадження інструментів для об’єктивного та прозорого оцінювання навчальних досягнень. Використання спеціалізованих платформ для формувального та підсумкового оцінювання, що включають адаптивні тестові системи та інтерактивні вікторини, забезпечує миттєвий зворотний зв’язок між учителем та учнем [5]. Це дозволяє оперативно коригувати освітню траєкторію, роблячи процес контролю знань менш стресовим та більш діагностичним.

Таким чином, сучасне нормативно-правове забезпечення біологічної освіти не лише створює сприятливі умови, а й фактично зобов’язує педагога інтегрувати інформаційні ресурси у повсякденну практику. Це постає як ключовий засіб підвищення ефективності викладання та формування конкурентоспроможної особистості, здатної вільно орієнтуватися в інформаційних потоках в умовах глобальної цифровізації суспільства.

2.2. Типи інформаційних ресурсів, придатних для навчання біології

Ефективність навчання біології безпосередньо залежить від адекватного вибору типу інформаційного ресурсу відповідно до визначеної дидактичної мети уроку. Сучасний освітній простір пропонує широкий спектр цифрових засобів, які можна класифікувати за їхньою функціональністю та рівнем інтерактивності.

Одним із найпоширеніших типів є електронні підручники та мультимедійні посібники нового покоління. На відміну від статичних копій друкованих видань, вони містять інтегровані 3D-сцени, VR-панорами та розгалужені системи самоперевірки. Наприклад, ресурси платформи Mozaik дозволяють учням нелінійно опановувати матеріал, поглиблюючи знання через глибоку візуалізацію складних систем, таких як поділ клітини, робота нервової системи або механізми м’язового скорочення [1]. Використання таких посібників перетворює читання на інтерактивне дослідження, де кожен графічний елемент може стати об’єктом детального вивчення.

Важливе місце в структурі цифрової освіти посідають інтерактивні платформи та LMS-системи. Навчальні середовища, такі як Google Classroom або Moodle, у поєднанні з вітчизняними проєктами, зокрема Всеукраїнською школою онлайн, формують фундамент для реалізації моделей змішаного та дистанційного навчання. Ці ресурси забезпечують чітке структурування контенту, дозволяють організувати автоматизований збір робіт та реалізувати принципи адаптивного навчання. У такому середовищі темп засвоєння матеріалу та рівень складності завдань підбираються індивідуально, що забезпечує підтримку кожного учня незалежно від його початкового рівня підготовки [1].

Для природничої галузі критично важливим типом інформаційних ресурсів є віртуальні лабораторії та інтерактивні симулятори. Ресурси на кшталт PhET Interactive Simulations дозволяють учням моделювати складні біологічні процеси, які фізично важко або неможливо відтворити в умовах

шкільного кабінету, наприклад, фотосинтез, експресію генів або динаміку популяцій у часі. Використання професійних платформ, як-от Labster, забезпечує реалізацію методу навчання через дію у цілком безпечному віртуальному середовищі, де учні можуть проводити складні маніпуляції з ДНК або мікробіологічними культурами без ризику та значних фінансових витрат на реагенти [6].

Окрему групу складають спеціалізовані відеоресурси та освітні канали, які стають незамінними для пояснення абстрактних процесів. Навчальні відео від TED-Ed чи Crash Course Biology, а також україномовні проєкти, наприклад Цікава наука, пропонують високоякісну графіку та динамічний виклад матеріалу. Такі ресурси є надзвичайно ефективними в моделі перевернутого класу, де учні самостійно знайомляться з теоретичними аспектами теми вдома, звільняючи час безпосередньо на уроці для глибинних дискусій, розв’язання ситуативних задач та спільної проєктної діяльності [40].

Сучасним доповненням до освітнього інструментарію стали технології штучного інтелекту. Інструменти типу ChatGPT або Claude відкривають нові можливості для персоналізації навчання через генерацію унікальних тестів, адаптацію складних термінів під рівень розуміння конкретного учня або створення ігрових сценаріїв. Наприклад, формат діалогу з Чарльзом Дарвіном дозволяє учням краще зрозуміти логіку формування еволюційної теорії через інтерактивне спілкування з цифровою моделлю вченого.

Отже, значна різноманітність типів інформаційних ресурсів дозволяє вчителю біології комплексно підходити до візуалізації та подачі навчального матеріалу – від статичних посібників до високотехнологічних динамічних середовищ. Раціональне поєднання цих засобів забезпечує плавний перехід від пасивного вивчення теорії до активного діяльнісного підходу, що виступає ключовою умовою підвищення ефективності сучасного уроку та зацікавленості учнів природничими науками.

2.3. Досвід успішного використання цифрових ресурсів на уроках біології

Успішне застосування інформаційних ресурсів у навчанні біології демонструє зміщення акценту з репродуктивної передачі знань на організацію активної навчально-дослідницької діяльності учнів. Аналіз сучасної освітньої практики дозволяє виокремити декілька стратегічних сценаріїв інтеграції цифрових ресурсів, кожен з яких забезпечує повноцінну реалізацію діяльнісного підходу в природничій освіті.

Одним із найпотужніших прикладів трансформації навчання є вивчення генетики за допомогою віртуальних лабораторій. Замість традиційного теоретичного опису законів Г. Менделя та простого розв'язування задач у зошитах, учні залучаються до роботи з високотехнологічними симуляторами, такими як PhET: Gene Expression Essentials або Drosophila Virtual Lab. Використання таких ресурсів дозволяє за лічені хвилини отримати результати схрещувань у кількох поколіннях, що в реальних біологічних умовах тривало б місяцями або потребувало б дорогого лабораторного обладнання. У процесі такої маніпуляції зі змінними здобувачі освіти самостійно виявляють статистичні закономірності та формулюють закони спадковості, проходячи шлях справжнього дослідника [1].

Розвиток екологічної компетентності суттєво посилюється через проєктну діяльність із використанням геоінформаційних систем. При вивченні екологічних факторів та антропогенного впливу на біосферу ефективним інструментарієм постають ресурси ArcGIS або сервіс Global Forest Watch. Учні отримують можливість аналізувати відкриті супутникові дані про стан лісових масивів, динаміку площ заповідних територій чи рівень забруднення атмосферного повітря у своєму рідному регіоні. Створюючи власні інтерактивні карти та накладаючи на них різні шари інформації, школярі вчаться бачити взаємозв'язок між біологічними та соціальними

процесами. Такий підхід перетворює навчання на інструмент розв’язання реальних екологічних проблем громади, виховуючи відповідальне ставлення до навколишнього середовища [27].

Ще одним важливим сценарієм є глибока персоналізація навчання за допомогою адаптивних систем та алгоритмів штучного інтелекту. Використання платформ, таких як Khan Academy, або інтерактивних модулів системи Mozaik, дозволяє вчителю біології реалізувати справжній диференційований підхід на практиці. Наприклад, після опрацювання теми «Анатомія та фізіологія людини» система автоматично аналізує результати проміжного тестування та формує індивідуальні рекомендації. Учням, які успішно засвоїли базовий рівень, пропонуються складніші ситуативні завдання, як-от аналіз клінічних кейсів чи розробка програм здорового способу життя, тоді як учні, що мають труднощі, отримують доступ до додаткових візуальних тренажерів, 3D-атласів та роз’яснювальних відео для закріплення основних понять [27, 32].

Загальну логіку поєднання цих методів у цілісну систему представлено на рис. 2.1, де відображено взаємодію між освітніми завданнями, цифровим інструментарієм та очікуваними результатами навчання.

Попри очевидний успіх практичного застосування інформаційних ресурсів у багатьох навчальних закладах, їхня роль та обсяги використання в сучасній школі залишаються предметом дискусій. Системне впровадження цифрових ресурсів зумовлює необхідність збалансованої та критичної оцінки їхнього впливу не лише на академічну якість знань, а й на психоемоційний стан та фізичне здоров’я учнів, що вимагає розробки чітких гігієнічних та методичних рекомендацій.



Рис. 2.1. Схема інтеграції інформаційних ресурсів у навчальний процес з біології

2.4. Переваги та обмеження застосування інформаційних ресурсів у школі

Ефективна інтеграція інформаційних ресурсів у процес навчання біології є складним багатогранним процесом, що потребує чіткого балансу між технологічними можливостями та методичною доцільністю. Аналіз практичного досвіду впровадження цифрових інструментів дозволяє виокремити низку суттєвих переваг, які якісно трансформують освітнє середовище, роблячи його більш відкритим та адаптивним до потреб сучасного здобувача освіти. Насамперед, це можливість глибокої візуалізації та динамічного моделювання складних біологічних явищ. Використання деталізованого 3D-моделювання та анімаційних модулів дозволяє учням наочно досліджувати складні процеси, такі як фотосинтез, механізми реплікації ДНК або передача нервового імпульсу на молекулярному рівні. Це забезпечує розуміння функціонування живих систем у динаміці, що було б

неможливим за умов використання лише традиційних статичних ілюстрацій підручника.

Важливим аспектом використання інформаційних ресурсів є гейміфікація освітнього процесу та суттєве підвищення пізнавальної мотивації. Впровадження ігрових механік через спеціалізовані платформи, такі як Kahoot!, Quizizz або Blooket, перетворює рутинний контроль навчальних досягнень на інтерактивне змагання. Такий підхід сприяє емоційному залученню учнів, стимулює командну роботу та значно знижує рівень стресу під час перевірки знань, оскільки оцінювання сприймається як частина гри, а не як каральний захід.

Крім того, застосування інформаційних ресурсів має високу економічну та практичну доцільність для сучасного закладу освіти. Віртуальні лабораторії, цифрові мікроскопи та інтерактивні атласи виступають ефективною та доступною альтернативою дорогому лабораторному обладнанню. Вони дозволяють кожному учневі проводити складні експерименти з біотехнології чи цитології без необхідності придбання дефіцитних витратних матеріалів та за повної відсутності ризиків для здоров’я, пов’язаних із роботою з хімічними реагентами чи біологічними об’єктами.

Водночас успішна імплементація цифрових засобів у викладання біології потребує врахування низки критичних викликів, що можуть виникати під час їхнього впровадження. Ці перешкоди мають як технічний, так і психолого-педагогічний характер, що вимагає від учителя особливої підготовки та гнучкості. Для системного розуміння природи цих труднощів, а також визначення ефективних методів їхнього нівелювання, нами було проведено ретельну систематизацію основних обмежень та розроблено відповідні методичні рекомендації щодо їх подолання. Отримані результати узагальнено у таблиці 2.1, яка слугує орієнтиром для вчителя при плануванні уроків із використанням цифрового інструментарію.

Підсумовуючи, слід зазначити, що інформаційні ресурси є потужним каталізатором навчального процесу, який забезпечує наочність, мотивацію та персоналізацію вивчення біології. Проте їхня ефективність безпосередньо залежить від здатності вчителя критично відбирати контент та нівелювати технічні й когнітивні ризики. Це робить цифрову грамотність педагога визначальною умовою успішної трансформації сучасної природничої освіти та переходу до якісно нових стандартів навчання у межах НУШ.

Таблиця 2.1

Обмеження використання ІР у навчанні біології та шляхи їх мінімізації

Обмеження	Опис проблеми	Шляхи мінімізації
Технічна нерівність	Різний рівень доступу до девайсів у школярів (Digital Divide).	Використання кросплатформних ресурсів, що стабільно працюють на бюджетних смартфонах.
Якість контенту	Ризик використання псевдонаукових або методично неграмотних матеріалів з мережі.	Пріоритетне використання сертифікованих ресурсів (ВШО, EdEra) та розвиток медіаграмотності вчителя.
Когнітивне перевантаження	Надмірна кількість анімацій та ефектів заважає фокусуватися на суті біологічного процесу.	Дотримання принципів мультимедійного навчання (спрощення візуалу, чітке структурування, дозованість).

У другому розділі було здійснено комплексний моніторинг та аналіз сучасних інформаційних ресурсів, що використовуються у процесі навчання біології в школі. На основі проведеного дослідження встановлено, що нормативно-методичне обґрунтування інтеграції ІКТ є обов’язковою складовою сучасної біологічної освіти згідно з Державним стандартом базової середньої освіти. Формування інформаційно-цифрової компетентності визначено як одну з ключових засад Нової української

школи, що вимагає від учителя активного впровадження цифрових інструментів для успішної реалізації компетентнісного підходу.

В ході аналізу сучасні інформаційні ресурси для навчання біології було класифіковано за функціональним призначенням на електронні підручники, LMS-системи, віртуальні лабораторії (PhET, Labster), мультимедійні атласи (Mozaik) та адаптивні освітні платформи. Доведено, що кожен тип ресурсу займає власну дидактичну нішу: від первинної візуалізації складних молекулярних процесів до персоналізації контролю навчальних досягнень. Практична цінність інтеграції ІР, особливо при вивченні генетики, анатомії та екології, підтверджує, що використання віртуальних симуляцій дозволяє ефективно подолати часові та технічні обмеження традиційного уроку. Це створює умови для проведення тривалих або складних експериментів у безпечному цифровому середовищі, сприяючи трансформації навчання з репродуктивного у пошуково-дослідницьке.

Водночас визначено, що попри значні переваги у наочності та мотивації, процес цифровізації супроводжується низкою викликів, зокрема ризиком когнітивного перевантаження учнів та технічною нерівністю. Ефективність навчання біології за таких умов безпосередньо залежить від здатності педагога реалізувати комплексний підхід, гармонійно поєднуючи цифрові ресурси з традиційними методами навчання. Вирішальним фактором успіху є критичний відбір контенту та дотримання принципів медіаграмотності, що дозволяє мінімізувати потенційні ризики та забезпечити якісно новий рівень природничої підготовки школярів. Результати проведеного моніторингу стають підґрунтям для розробки конкретних методичних рекомендацій та їх експериментальної перевірки у наступному розділі роботи.

РОЗДІЛ 3
МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ У НАВЧАННІ БІОЛОГІЇ

3.1. Методика використання інформаційних ресурсів на різних етапах сучасного уроку біології

Трансформація біологічної освіти в Україні базується на концептуальних засадах Нової української школи, що передбачає перехід до особистісно орієнтованої моделі навчання, де інформаційні ресурси (ІР) стають інструментом формування ключових компетентностей [13]. Відповідно до Державного стандарту базової середньої освіти, цифрова грамотність та здатність до природничого моделювання є обов'язковими результатами навчання, що потребує інтеграції ІР на всіх етапах уроку [17].

Цифрова трансформація освіти вимагає оновлення технологічної платформи навчання, де вчитель виступає фасилітатором, що володіє високим рівнем цифрової компетентності [1; 12]. Методична доцільність використання ІР визначається їхньою здатністю підсилювати інтерактивну взаємодію учнів, що є основою сучасного уроку [16].

Нижче наведено методику системного впровадження ІР відповідно до етапів комбінованого уроку біології:

1. Етап орієнтації, мотивації та актуалізації знань. На цьому етапі ІР використовуються для стимулювання пізнавального інтересу. Найбільш ефективним інструментом є гейміфікація, яка дозволяє перетворити рутинну перевірку знань на інтелектуальне змагання. Застосування сервісів типу Kahoot! сприяє підвищенню мотивації та забезпечує миттєвий аналіз успішності групи [24; 41]. Використання веб-ресурсів для дистанційної взаємодії дозволяє залучити учнів до активного обговорення проблемних питань ще на початку заняття [42].

2. Етап вивчення нового матеріалу. Тут ІР виступають основним засобом візуалізації складних біологічних об’єктів. Особливого значення набувають технології доповненої (AR) та віртуальної реальності (VR), які дозволяють детально досліджувати анатомічні структури та фізіологічні процеси, що неможливо відтворити на статичних плакатах [29]. Сучасні AR-ресурси допомагають учням глибше зрозуміти складні концепції та просторове розміщення органів, що значно підсилює ефективність засвоєння матеріалу [37]. Використання мобільних AR-матеріалів дозволяє реалізувати диференційований підхід, адаптуючи зміст під потреби кожного учня [23; 33].

3. Етап закріплення та формування вмінь. На цьому етапі акцент зміщується на самостійну дослідницьку діяльність. Використання комп’ютерних симуляцій у природничій освіті дозволяє учням експериментувати з біологічними моделями (наприклад, генетичними кросинговерами чи екосистемами), спостерігаючи результати в реальному часі [36]. Інтеграція онлайн-вправ (наприклад, LearningApps.org) разом із мобільними пристроями дозволяє ефективно відпрацьовувати навички класифікації та встановлення логічних зв’язків [38]. Застосування VR-симуляцій забезпечує ефект занурення, що критично важливо для розуміння мікросвіту клітини [35].

4. Етап контролю, корекції та рефлексії. Цифрові платформи забезпечують диференційований контроль знань та автоматизовану аналітику помилок [33]. Використання мультимедійних веб-середовищ дозволяє вчителю проводити рефлексію в інтерактивній формі, візуалізуючи досягнення учнів та плануючи подальші траєкторії навчання в умовах змішаної освіти [42].

Визначена методика інтеграції інформаційних ресурсів у структуру сучасного уроку створює необхідний теоретичний фундамент для практичної реалізації навчального процесу. Проте ефективність такого підходу повною

мірою розкривається лише за умови детального проєктування цифрового середовища з урахуванням специфіки конкретної навчальної програми.

Саме тому наступним кроком дослідження є розробка прикладних моделей використання інтерактивних засобів у межах модельних програм біології для 7–9 класів, що дозволить адаптувати загальні методичні засади до вивчення конкретних біологічних тем.

3.2. Проєктування інтерактивного середовища при вивченні тем курсу «Біологія» (на прикладі програм 7–9 класів авторства П. Г. Балана та ін.)

Проєктування інтерактивного середовища в основній школі (7–9 класи) базується на впровадженні діяльнісного підходу, закріпленого в Державному стандарті базової середньої освіти [17]. Модельна навчальна програма авторства П. Г. Балана та ін. акцентує увагу на формуванні дослідницьких навичок та розумінні мікроскопічних і молекулярних процесів, що потребує використання сучасних ІР для візуалізації прихованих механізмів життя.

1. Молекулярна візуалізація та хімічний аспект клітини (7–8 класи) Вивчення розділу «Клітина» потребує реалізації міжпредметних зв’язків з хімією для пояснення будови біополімерів. Використання 3D-моделей (наприклад, платформи Mozaik Education або BioDigital) дозволяє деталізувати будову молекул води та нуклеїнових кислот. Доповнена реальність (AR) забезпечує просторове сприйняття структури ДНК, що сприяє глибшому розумінню молекулярного рівня організації життя [37].

При роботі з віртуальним мікроскопом (платформи Labster, CloudLabs) учні здійснюють налаштування фокусу та досліджують органели рослинної клітини. Особлива увага приділяється хімічній природі клітинної стінки (целюлози), що дозволяє інтегрувати знання про складні вуглеводи у біологічний контекст. Такі цифрові мікропроєкти підвищують ефективність диференційованого навчання [33].

2. Віртуальний експеримент як засіб дослідницького навчання (8–9 класи) Реалізація практичної частини програми П. Г. Балана в умовах обмеженого доступу до реальних лабораторій здійснюється через віртуальні симуляції. Платформа PhET Interactive Simulations дозволяє моделювати тривалі або небезпечні досліди без ризику [36].

Дослідження ферментативної активності (тема «Обмін речовин»): У симуляційному середовищі учні варіюють температуру та pH середовища, спостерігаючи денатурацію білків-ферментів. Це дозволяє встановити причинно-наслідковий зв’язок між гіпертермією та порушенням життєдіяльності організму.

Транспорт речовин (дифузія та осмос): Використання динамічних моделей руху молекул через мембрану унаочнює фізико-хімічні основи метаболізму, що підтверджує ефективність комп’ютерних симуляцій у природничій освіті [38].

3. Генетичне моделювання та аналіз спадковості (9 клас) Тема «Генетика та спадковість» є найбільш математизованою в курсі біології 9 класу. Проєктування інтерактивного середовища передбачає використання генетичних тренажерів (наприклад, Drosophila Virtual Lab), де учні шляхом віртуального схрещування дрозофіл самостійно виводять закономірності Менделя.

Застосування VR-технологій та веб-орієнтованих медіаресурсів дозволяє трансформувати вивчення спадковості з репродуктивного зазубрювання законів у детективний пошук логічних зв’язків [35; 42]. Створення мобільних AR-матеріалів майбутніми вчителями та учнями сприяє кращому засвоєнню механізмів успадкування хвороб та ознак [23].

Таким чином, інтерактивне середовище, спроєктоване на базі програм П. Г. Балана, виступає не заміною натурного експерименту, а потужним когнітивним інструментом, що забезпечує розуміння біологічних процесів на мікро- та макрорівнях у відповідності до вимог НУШ [13].

3.3. Організація та проведення педагогічного експерименту

Метою педагогічного експерименту була перевірка ефективності розробленої методики системного використання інформаційних ресурсів (ІР) у процесі навчання біології та її впливу на рівень навчальних досягнень учнів. Дослідження ґрунтувалося на засадах цифровізації освіти та компетентнісного підходу [1; 12]. Експериментальна робота проводилася у три етапи: констатувальний, формувальний та підсумковий (контрольний).

1. Характеристика бази та вибірки дослідження. Дослідно-експериментальна робота проводилася протягом першого семестру 2025/2026 н.р. До вибірки було залучено учнів 9-х класів загальною кількістю (52 особи). Для забезпечення об'єктивності результатів було сформовано дві групи:

Контрольна група (КГ) – 9-А клас (26 учнів): освітній процес здійснювався за традиційною методикою з використанням друкованих підручників та статичних наочних посібників.

Експериментальна група (ЕГ) – 9-Б клас (26 учнів): у навчання було систематично інтегровано цифрові ресурси (симулятори PhET, 3D-моделі Mozaik, AR-додатки), що відповідає сучасним тенденціям технологічно підтримуваної освіти [33].

2. Критерії та показники ефективності. Оцінювання результатів експериментального навчання здійснювалося за трьома критеріями:

Когнітивний критерій: визначав повноту та глибину засвоєння теоретичних знань (теми «Молекулярний рівень», «Спадковість»).

Діяльнісний критерій: характеризував здатність учнів застосовувати знання при розв'язанні генетичних задач та виконанні віртуальних лабораторних робіт [38].

Мотиваційний критерій: відображав рівень зацікавленості предметом та ставлення до використання ІР як засобів пізнання [37].

3. Етапи та зміст експерименту.

Констатувальний етап: проведено вхідне діагностування для визначення початкового рівня знань. Статистичний аналіз підтвердив, що обидві групи мають приблизно однаковий рівень підготовки, що є передумовою репрезентативності дослідження.

Формувальний етап: впровадження методики проектування інтерактивного середовища в ЕГ. Основний акцент було зроблено на використанні веб-орієнтованих медіаресурсів та віртуальних лабораторій [42]. На відміну від КГ, де вивчення біохімічних зв'язків обмежувалося схемами підручника, учні ЕГ моделювали молекулярні процеси у VR- та AR-середовищах, що посилювало міжпредметну інтеграцію з хімією [23; 35].

Контрольний етап: проведення підсумкового зрізу знань, аналіз виконаних віртуальних проєктів та повторне анкетування для виявлення динаміки мотивації.

4. Методи діагностики. Для збору та обробки даних було використано комплекс методів:

Тестування: автоматизовані форми у Google Forms, що включали завдання різних рівнів за таксономією Блума.

Метод аналізу діяльності: оцінювання результатів роботи учнів із віртуальними симуляціями PhET та тренажерами [41].

Анкетування: виявлення змін у ціннісному ставленні учнів до цифрових інструментів як засобів дослідницької діяльності.

Організація експерименту дозволила об'єктивно відстежити динаміку змін у навчальних досягненнях учнів та сформувати базу для статистичного підтвердження гіпотези дослідження.

3.4. Аналіз результатів експерименту та статистичне обґрунтування методичних рекомендацій

Завершальним етапом дослідження став порівняльний аналіз результатів навчальних досягнень учнів контрольної (КГ) та експериментальної (ЕГ) груп. Отримані дані дозволили верифікувати ефективність впровадження інформаційних ресурсів при вивченні тем «Молекулярний рівень організації життя» та «Спадковість», що корелює з результатами сучасних міжнародних досліджень щодо впливу цифрових засобів на якість природничої освіти [41; 38].

1. Кількісний аналіз успішності

Результати підсумкового тестування свідчать про позитивну динаміку в обох групах, проте в ЕГ показники якості знань виявилися суттєво вищими. Використання інтерактивних платформ дозволило учням краще опанувати складні абстрактні поняття [37]. Порівняння рівнів навчальних досягнень (за 12-бальною шкалою) представлено в таблиці 3.1, на основі якої побудовано стовпчикову діаграму (рис. 3.1).

Таблиця 3.1

Розподіл учнів за рівнями навчальних досягнень (після експерименту)

Рівень навчальних досягнень	Контрольна група (КГ), %	Експериментальна група (ЕГ), %
Високий (10–12 балів)	15%	27%
Достатній (7–9 балів)	42%	54%
Середній (4–6 балів)	35%	19%
Початковий (1–3 бали)	8%	0%

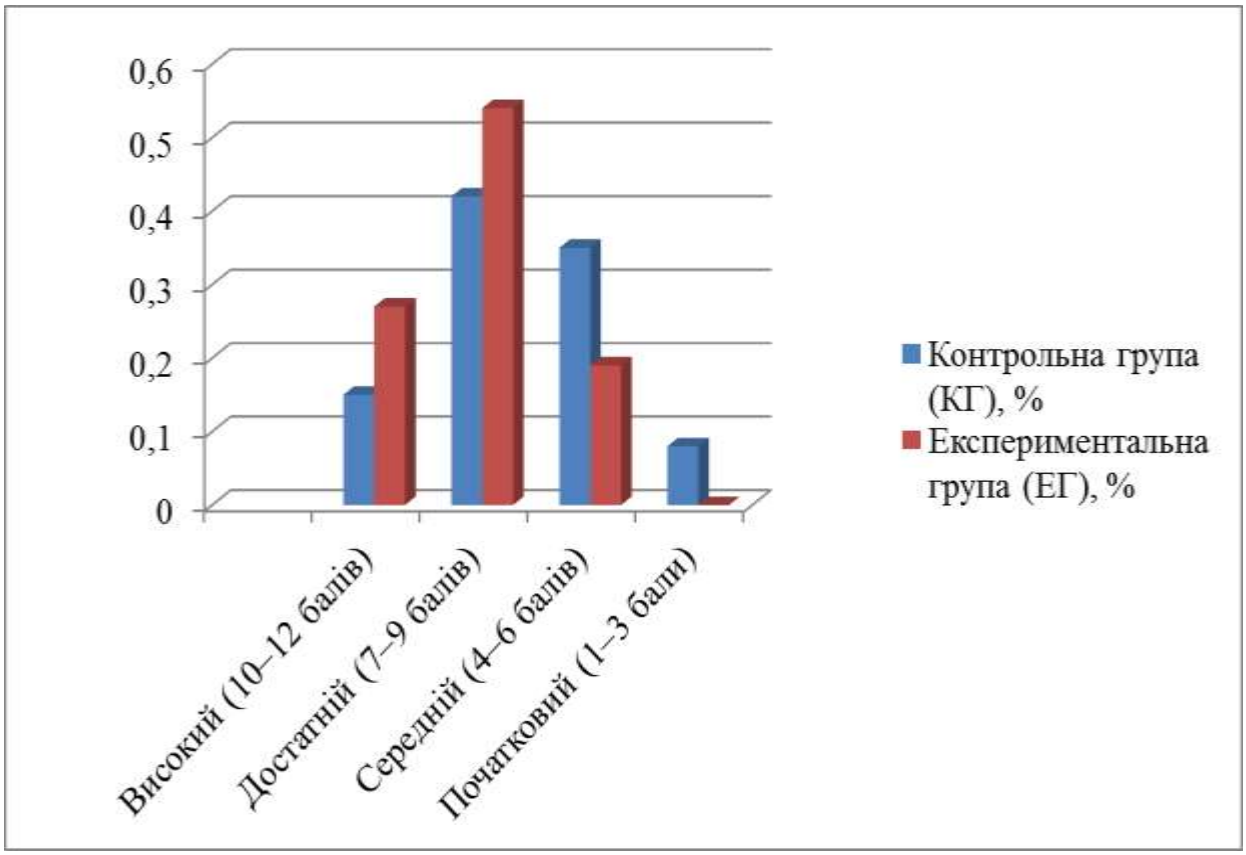


Рис. 3.1. Порівняння рівнів навчальних досягнень учнів контрольної (КГ) та експериментальної (ЕГ) груп після впровадження інформаційних ресурсів (%)

2. Аналіз якісних змін та міжпредметної інтеграції

Особливу увагу було приділено завданням, що потребували інтеграції знань з біології та хімії. Учні ЕГ, які використовували віртуальні лабораторії та AR-моделі, показали значно вищу здатність до аналізу причинно-наслідкових зв’язків [29]. Зокрема, на 22% зріс показник успішності у завданнях на: пояснення впливу pH середовища на кінетику ферментативних реакцій; моделювання процесів денатурації білків під дією хімічних чинників; прогнозування результатів схрещування у складних генетичних задачах [23].

3. Мотиваційний аспект та розвиток м’яких навичок (soft skills)

Повторне анкетування в ЕГ підтвердило зміну ціннісного ставлення до цифрових інструментів: 88% учнів почали сприймати гаджети як засіб

когнітивного розвитку, а не лише розваги [42]. Використання VR-симуляцій та ігрових елементів дозволило реалізувати диференційоване навчання та знизити рівень психологічного напруження при виконанні складних експериментів [35].

4. Статистичне обґрунтування

Для перевірки достовірності результатів порівнювалися середні бали груп. В ЕГ середній бал зріс із 7,2 до 8,9, тоді як у КГ – з 7,1 до 7,6. Застосування методів математичної статистики підтвердило статистичну значущість відмінностей ($p < 0,05$), що дозволяє стверджувати: систематичне проектування інтерактивного середовища сприяє глибшому засвоєнню біологічних концепцій [36].

Методичні рекомендації за результатами експерименту:

Принцип дозованості та гібридності: Цифрові ресурси не мають повністю замінювати натурні спостереження. Оптимальною є модель "Blended Learning" (наприклад, реальний препарат під мікроскопом + AR-модель для візуалізації його внутрішньої структури).

Діяльнісна орієнтація: ІР слід використовувати не як ілюстрацію, а як середовище для вирішення проблемних завдань, що стимулює критичне мислення учнів.

Автоматизація фідбеку: Для подолання когнітивних розривів необхідно інтегрувати сервіси з миттєвим зворотним зв’язком (LearningApps, Quizizz), що дозволяє учневі самостійно коригувати навчальну траєкторію [38].

У межах проведеного дослідження розроблено та науково обґрунтовано методику системного впровадження інформаційних ресурсів на ключових етапах сучасного уроку біології, включаючи орієнтацію, вивчення нового матеріалу, закріплення та контроль. Доведено, що така інтеграція цифрових засобів дозволяє повною мірою реалізувати вимоги Державного стандарту базової середньої освіти щодо формування цифрової грамотності та здатності до природничого моделювання. Здійснене проєктування

інтерактивного середовища для учнів 7–9 класів на базі модельної програми П. Г. Балана підтвердило, що використання 3D-моделей платформи Mozaik, AR-додатків та віртуальних лабораторій (PhET, Labster) забезпечує ефективну візуалізацію складних мікроскопічних та молекулярних процесів, суттєво підсилюючи міжпредметні зв’язки з хімією.

Результати педагогічного експерименту повністю підтвердили ефективність запропонованої методики: статистичний аналіз показників успішності ($p < 0,05$) засвідчив зростання частки учнів із високим рівнем навчальних досягнень в експериментальній групі до 27% (проти 15% у контрольній) та призвів до повної відсутності учнів на початковому рівні. Крім кількісних показників, виявлено позитивну динаміку мотивації, оскільки 88% учнів експериментальної групи змінили ставлення до персональних гаджетів, почавши сприймати їх як інструменти когнітивного розвитку та наукового пошуку. Таким чином, системна інтеграція інформаційних ресурсів у навчальний процес дозволяє суттєво підвищити якість знань та трансформувати роль учня з пасивного спостерігача на активного експериментатора-дослідника, що повністю відповідає стратегічним засадам Нової української школи.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі здійснено теоретичне обґрунтування та експериментальну перевірку ефективності використання сучасних інформаційних ресурсів у процесі навчання біології в закладах загальної середньої освіти.

Результати дослідження дозволяють сформулювати такі висновки:

1. Аналіз науково-педагогічної літератури та нормативної бази (Державного стандарту базової середньої освіти, концепції НУШ) підтвердив, що цифровізація є фундаментом формування ключових компетентностей. Встановлено, що сучасні ІР у навчанні біології еволюціонували від простої ілюстративної функції до статусу інтерактивного інструментарію, який забезпечує перехід від репродуктивного відтворення знань до активного самостійного пошуку та критичного аналізу інформації.
2. Моніторинг сучасного цифрового інструментарію дозволив систематизувати його за функціональним призначенням: візуалізаційні ресурси (3D-сцени Mozaik, AR-додатки, анатомічні атласи) – забезпечують високий рівень наочності мікробіологічних та фізіологічних процесів; інтерактивні симуляції та віртуальні лабораторії (PhET, Labster) – виступають безпечною та технологічною альтернативою реальному експерименту, дозволяючи моделювати біологічні явища в динаміці; контрольно-діагностичні системи (Google Forms, Kahoot!, Quizizz) – реалізують миттєвий зворотний зв’язок та об’єктивізацію оцінювання. Особливу цінність для інтегрованого навчання біології та хімії мають молекулярні конструктори, що унаочнюють біохімічні основи життя на молекулярному рівні.
3. Розроблено методику системного впровадження ІР на різних етапах уроку: від етапу мотивації (проблемні відеокейси) до рефлексії (інтерактивні дошки, ментальні карти). Доведено, що найбільша ефективність цифрових ресурсів досягається при вивченні складних

абстрактних тем, таких як «Молекулярний рівень організації життя» та «Спадковість». Використання віртуальних лабораторій у межах програми П. Г. Балана дозволило трансформувати роль учня з пасивного спостерігача на активного дослідника-суб'єкта пізнання.

4. Педагогічний експеримент підтвердив робочу гіпотезу дослідження. Статистичний аналіз засвідчив позитивну динаміку в експериментальній групі: частка учнів із високим рівнем навчальних досягнень зросла на 12% порівняно з контрольною групою; середній бал успішності підвищився з 7,2 до 8,9 бала; якісний показник знань продемонстрував глибше розуміння міжпредметних зв'язків, зокрема хімічної природи біологічних процесів (pH-середовище, просторова будова білків).
5. Впровадження ІР сприяло трансформації ставлення учнів до персональних гаджетів: від засобів розваги до інструментів наукового пошуку. Віртуалізація навчального середовища дозволила мінімізувати когнітивні бар'єри при вивченні генетики, перетворивши розв'язання задач на процес моделювання реальних біологічних сценаріїв, що суттєво підвищило внутрішню мотивацію до навчання.
6. Окреслено вектори майбутніх розробок, серед яких: використання асистивних цифрових технологій для інклюзивної природничої освіти та інтеграція штучного інтелекту (AI) для створення адаптивних персоналізованих траєкторій вивчення біології.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Биков В. Ю. Цифрова трансформація суспільства і розвиток комп'ютерно-технологічної платформи освіти і науки України. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2019. Т. 72, № 4. С. 1–20. DOI: https://doi.org/10.33407/itlt.v72i4.2994 (дата звернення: 11.10.2025).
2. Всеукраїнська школа онлайн : платформа для дистанційного та змішаного навчання. URL: https://lms.e-school.net.ua/ (дата звернення: 18.02.2026).
3. Вовк С. О. Науково-педагогічна діяльність в умовах цифровізації: потенціал критичного мислення. *Інноваційна педагогіка*. 2025. Вип. 84, т. 1. С. 41–45.
   URL: http://www.innovpedagogy.od.ua/archives/2025/84/part_1/9.pdf (дата звернення: 08.01.2026).
4. Гнатюк В. В., Упатова І. П., Дехтярьова О. О., Куруц Н. Віртуальні лабораторії в біологічній освіті: моделювання експериментальних досліджень. *Академічні візії*. 2023. Вип. 21. DOI: http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.8199004 (дата звернення: 1.11.2025).
5. Гончаренко М. Використання інтерактивних методів у процесі навчання учнів базової середньої школи. *Психолого-педагогічні проблеми вищої і середньої освіти в умовах сучасних викликів: теорія і практика* : матеріали IX Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Харків, 19–20 берез. 2025 р.). Харків, 2025. С. 144–147. URL: https://surl.li/whmitv (дата звернення: 11.11.2025).
6. Гуревич Р., Гордійчук Г., Кобися В., Коношевський Л. Цифрове освітнє середовище в закладах освіти. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Педагогіка і психологія*. 2023. Вип. 73. С. 7–12. DOI: https://doi.org/10.31652/2415-7872-2023-73-7-12 (дата звернення: 03.12.2025).

7. Жалдак М. І. та ін. Мультимедійні системи як засоби інтерактивного навчання : посібник / за ред. Ю. О. Жука. Київ : Педагогічна думка, 2012. 112 с. URL: https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/618/4/Multymed_syst_posibn.pdf (дата звернення: 09.12.2025).
8. Журенко М. А. Цифрова дидактика: новітні методи формування цифрової компетентності. *Цифрова дидактика: новітні методи формування цифрової компетентності* : зб. матеріалів IV Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (м. Київ, 29–30 жовт. 2024 р.). Київ : Педагогічна думка, 2025. С. 349–352. URL: https://surl.li/yvkndx (дата звернення: 18.12.2025).
9. Крюкова Є. С., Амерідзе О. С. Гейміфікація навчання. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах*. 2019. № 67, т. 2. С. 51–55. URL: https://surl.li/cqvybt (дата звернення: 18.01.2026).
10. Миронов Ю. Б., Савчин І. М., Миронова М. І. Сучасні тенденції розвитку освітніх технологій. *Реформа освіти в Україні. Інформаційно-аналітичне забезпечення* : зб. тез доповідей II Міжнар. наук.-практ. конф. (наук. електрон. вид.), 15 жовт. 2020 р. Київ : ДНУ «Інститут освітньої аналітики», 2020. С. 59–62. URL: https://surl.li/dwimkg (дата звернення: 18.01.2026).
11. Модельна навчальна програма «Біологія, 7–9 класи» для закладів загальної середньої освіти / П. Г. Балан та ін. Міністерство освіти і науки України. 2023. URL: https://surl.li/ynhalw (дата звернення: 15.02.2026).
12. Морзе Н. В., Буйницька О. П. Цифрова компетентність учителя в умовах НУШ. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2018. Т. 65, № 3. С. 1–16. DOI: https://doi.org/10.33407/itlt.v65i3.2410 (дата звернення: 09.01.2026).

13. Нова українська школа : концептуальні засади реформування середньої школи / МОН України. Київ, 2016. 40 с. URL: https://surl.li/muzwfp (дата звернення: 01.02.2026).
14. Педагогічна психологія : підручник / М. Б. Євтух та ін. Київ : Кондор-Видавництво, 2015. 420 с.
URL: https://document.kdu.edu.ua/info_zab/053_429.pdf (дата звернення: 11.02.2026).
15. Підчасов Є. В., Мамотенко А. В. Застосування інтерактивних методів навчання на уроках біології. *Молоді вчені: гіпотези, проекти, дослідження* : зб. матеріалів Всеукр. наук.-практ. конф., присвяч. 100-річчю ф-ту природничих наук (м. Миргород, 23 груд. 2022 р.). Миргород, 2023. С. 33–34. URL: https://surl.li/cylsop (дата звернення: 14.01.2026).
16. Пометун О. І. Енциклопедія інтерактивного навчання. Київ, 2007. 142 с. URL: https://surl.lt/xddbsk (дата звернення: 12.01.2026).
17. Про затвердження Державного стандарту базової середньої освіти : постанова Кабінету Міністрів України від 30 верес. 2020 р. № 898. *База даних «Законодавство України»* / ВР України.
URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/898-2020-п (дата звернення: 18.02.2026).
18. Про затвердження Положення про електронні освітні ресурси : наказ Міністерства освіти і науки України від 01 жовт. 2012 р. № 1060 (зі змінами). *База даних «Законодавство України»* / ВР України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1695-12 (дата звернення: 18.02.2026).
19. Про надання рекомендацій щодо організації освітнього процесу у 2024/2025 навчальному році : лист Міністерства освіти і науки України від 30 серп. 2024 р. № 1/15740-24. *Міністерство освіти і науки України : офіційний сайт*. URL: https://surl.li/nmysxu (дата звернення: 18.02.2026).

20. Сергієнко Т. І. Інформаційні технології в освіті. *Українські студії в європейському контексті*. 2023. № 6. С. 121–126. URL: http://obrii.org.ua/usec/storage/article/Sergienko_2023_121.pdf (дата звернення: 22.01.2026).
21. Теорія та методика електронного навчання : зб. наук. праць. Вип. IV. Кривий Ріг : Видавничий відділ КМІ, 2013. 311 с. URL: https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/106972/2/12.pdf (дата звернення: 28.01.2026).
22. Шелестова Л. В. Можливості використання дистанційної форми навчання для ефективної реалізації профільної освіти. *Pedagogy innovative technologies in the field of human services*. 2024. С. 154–158. URL: https://surl.li/hlisec (дата звернення: 28.01.2026).
23. Anđić B., Weinhandl R., Mariˇci´c M., Dünser B. Pre-service biology teachers as developers of mobile AR educational materials. *Procedia Computer Science*. 2025. Article on AR integration for biology learning. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877128125002676 (дата звернення: 28.01.2026).
24. Dichev C., Dicheva D. Gamifying education: what is known, what is believed and what remains uncertain. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2017. Vol. 14. DOI: https://doi.org/10.1186/s41239-017-0042-5 (дата звернення: 22.01.2026).
25. Gene Expression Essentials : PhET Interactive Simulations : University of Colorado Boulder. URL: https://phet.colorado.edu/en/simulations/gene-expression-essentials (дата звернення: 18.02.2026).
26. Global Forest Watch : Interactive Map of Forest Changes. URL: https://www.globalforestwatch.org/ (дата звернення: 18.02.2026).
27. Justine C. Mercado, Jay P. Picardal. Virtual Laboratory Simulations in Biotechnology: A Systematic Review. *Science Education International*. 2024. Vol. 34(1). P. 52–57. DOI: https://doi.org/10.33828/sei.v34.i1.6 (дата звернення: 28.01.2026).

28. Khan Academy: Biology library : освітня платформа. URL: https://www.khanacademy.org/science/biology (дата звернення: 18.02.2026).
29. Moro C., Štromberga Z., Raikos A., Stirling A. The effectiveness of virtual and augmented reality in health sciences education. *Anatomical Sciences Education*. 2017. Vol. 10(6). P. 549–559. DOI: https://doi.org/10.1002/ase.1696 (дата звернення: 08.01.2026).
30. MozaWeb: Interactive 3D content for Biology : Mozaik Education : вебсайт. URL: https://www.mozaweb.com/uk/lexikon.php?主題=BIOL (дата звернення: 18.02.2026).
31. MozaWeb: Інтерактивний навчальний контент : вебсайт. URL: https://www.mozaweb.com/uk/ (дата звернення: 17.02.2026).
32. Navarro C., Arias-Calderón M., Henríquez C. A., Riquelme P. Assessment of Student and Teacher Perceptions on the Use of Virtual Simulation in Cell Biology Laboratory Education. *Educ. Sci*. 2024. Vol. 14(3). P. 243. DOI: https://doi.org/10.3390/educsci14030243 (дата звернення: 08.01.2026).
33. Nurdin et al. Technology-supported differentiated biology education: Trends, methods, content, and impacts. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. 2025. Vol. 21, no. 3. DOI: https://doi.org/10.29333/ejmste/16044 (дата звернення: 18.02.2026).
34. PhET Interactive Simulations : University of Colorado Boulder : вебсайт. URL: https://phet.colorado.edu/uk/simulations/filter?subjects=biology (дата звернення: 18.02.2026).
35. Reen F. J. Student informed development of virtual reality simulations for biology learning. *Journal of Educational Technology & Society / Studies in Higher Education*. 2025. DOI: https://doi.org/10.1080/00219266.2024.2386250 (дата звернення: 17.01.2026).
36. Rutten N., van Joolingen W. R., van der Veen J. T. The learning effects of computer simulations in science education. *Computers & Education*. 2012.

Vol. 58(1). P. 136–153. DOI: https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.07.017(дата звернення: 28.01.2026).

37. Stanič K., Špernjak A. Augmented Reality in Biology Education: A Literature Review. *Multimodal Technologies and Interaction*. 2025. Vol. 9(12). P. 117. DOI: https://doi.org/10.3390/mti9120117 (дата звернення: 08.02.2026).
38. Stepanyuk A. V. Integrated use of LearningApps.org and information devices in teaching biology. *ACNSci Journal of Education*. 2024. Article 693. URL: https://acnsci.org/journal/index.php/cte/article/view/693 (дата звернення: 18.01.2026).
39. Sweller J. Cognitive load theory. *The Psychology of Learning and Motivation: Cognition in Education* / ed. by J. P. Mestre, B. H. Ross. Amsterdam : Elsevier Academic Press, 2011. P. 37–76. DOI: https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387691-1.00002-8 (дата звернення: 18.02.2026).
40. Vedova C. D., Denyer G., Costabile M. Combining face-to-face laboratory sessions and a computer simulation effectively teaches gene editing and DNA sequencing to undergraduate genetics students. *Biochem Mol Biol Educ*. 2025. Vol. 53(3). P. 286–296. DOI: http://dx.doi.org/10.1002/bmb.21895 (дата звернення: 18.02.2026).
41. Wang A. I., Tahir R. The effect of using Kahoot! for learning – A literature review. *Computers & Education*. 2020. Vol. 149. DOI: https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103818 (дата звернення: 11.01.2026).
42. Yanti F., Lufri, Yuni A., Rika S. Web-based biology learning media for distance education: systematic literature review. *Multidisciplinary Reviews*. 2025. Vol. 8(5). DOI: https://doi.org/10.31893/multirev.2025109 (дата звернення: 15.01.2026).