



ПЕДАГОГІЧНА АКАДЕМІЯ:
НАУКОВІ ЗАПИСКИ

ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТІ

УДК 373.5:57:004

DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.15275786>

Впровадження віртуальних лабораторій в освітній процес для підвищення доступності біологічної освіти в Україні

Соболенко Любов Юліянівна,

кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології та здоров'я людини,
факультет природничої освіти та природокористування, Уманський
державний педагогічний університет імені Павла Тичини, м. Умань, Україна,
<https://orcid.org/0000-0003-1196-4772>

Коршевніук Тетяна Валеріївна,

кандидат педагогічних наук, старший науковий співробітник, провідний
науковий співробітник відділу біологічної, хімічної та фізичної освіти,
Інститут педагогіки НАПН України, Київ, Україна,
<https://orcid.org/0000-0003-0430-5808>

Філь Віталій Михайлович,

кандидат біологічних наук, доцент, завідувач кафедри медико-біологічних
дисциплін, географії та екології, факультет здоров'я людини та природничих
наук, Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка,
м. Дрогобич, Україна, <https://orcid.org/0000-0003-4770-5633>

Прийнято: 06.04.2025 | Опубліковано: 24.04.2025



Анотація. Система освіти в Україні перебуває на етапі глибоких трансформацій, що зумовлені стрімким розвитком цифрових технологій та необхідністю адаптації до глобальних викликів. Однією з важливих складових цих змін є впровадження віртуальних лабораторій у біологічну освіту, що відкриває нові шляхи для вдосконалення якості навчання, забезпечення доступності та розвитку компетентностей здобувачів освіти. **Метою** статті є висвітлення впливу віртуальних лабораторій на ефективність біологічної освіти в Україні, а також аналіз переваг, перешкод і перспектив їх впровадження в умовах цифровізації. **Методи.** Використано методи теоретичного аналізу наукових джерел, систематизації даних і порівняльного узагальнення для оцінки перспектив упровадження інноваційних технологій до освітнього процесу. **Результати.** Показано, що інтерактивне онлайн-середовище значно розширює можливості для навчання здобувачів освіти, забезпечуючи доступ до складних біологічних експериментів, які неможливо реалізувати в традиційних умовах через обмеженість ресурсів. Такий підхід сприяє розвитку навичок самостійного дослідження та аналізу наукових даних. Окрім того, інтерактивні освітні платформи, як-от Labster, Wizer.me, Go-Lab, дозволяють студентам працювати в індивідуальному темпі та отримувати зворотний зв'язок. **Висновки.** Віртуальні лабораторії є перспективним інструментом для покращення якості біологічної освіти в Україні, оскільки вони забезпечують доступ студентів до якісного навчання та розвитку дослідницьких навичок незалежно від місця знаходження чи матеріального забезпечення закладів. Однак для ефективного впровадження цих технологій необхідно подолати низку перешкод: технічні обмеження закладів освіти, недосконалу цифрову підготовку викладачів та недостатнє фінансування розроблення цифрового контенту. У майбутньому важливо



забезпечити підтримку інновацій з боку держави та розробити відповідні стандарти для інтеграції віртуальних лабораторій до освітнього процесу.

Ключові слова: біологічна освіта, цифрові технології, віртуальне навчання, педагогічні інновації, цифровізація освіти.

Implementation of virtual laboratories in the educational process to enhance the accessibility of biological education in Ukraine

Lyubov Sobolenko,

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Biology and Human Health, Faculty of Natural Sciences and Environmental Management, Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University, Uman, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0003-1196-4772>

Tetiana Korshevniuk,

PhD in Pedagogy, Senior Researcher, Leading Researcher, Department of Biological, Chemical and Physical Education, Institute of Pedagogy of the NAES of Ukraine, Kyiv, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0003-0430-5808>

Vitalii Fil,

PhD, Associate Professor, Head of the Department of Medical and Biological Disciplines, Geography and Ecology, Faculty of Human Health and Natural Sciences, Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University, Drohobych, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0003-4770-5633>



Abstract. *The education system in Ukraine is undergoing profound metamorphoses, precipitated by the vertiginous advancement of digital technologies and the exigency to adapt to global challenges. A pivotal facet of these transformations is the integration of virtual laboratories into biological education, which unveils novel avenues for enhancing the quality of learning, ensuring accessibility, and fostering the competencies of learners. The aim of this article is to elucidate the impact of virtual laboratories on the efficacy of biological education in Ukraine, alongside an analysis of the advantages, impediments, and prospects of their implementation amid digitalization. Methods.* *The study employs methods of theoretical analysis of scholarly sources, systematization of data, and comparative synthesis to appraise the potential of incorporating innovative technologies into the pedagogical process. Results.* *It has been demonstrated that an interactive online milieu significantly augments the opportunities for learners, granting access to complex biological experiments that are infeasible in conventional settings due to resource constraints. This approach cultivates skills in independent inquiry and the analysis of scientific data. Furthermore, interactive learning platforms such as Labster, Wizer.me, and Go-Lab enable students to progress at their own pace and receive instantaneous feedback. Conclusions.* *Virtual laboratories constitute a propitious instrument for ameliorating the quality of biological education in Ukraine, as they afford students access to high-caliber learning and the development of research skills, irrespective of their geographic locale or the material endowment of educational institutions. Nevertheless, the efficacious adoption of these technologies necessitates surmounting several obstacles: technical limitations of educational establishments, inadequate digital proficiency among educators, and insufficient funding for the development of digital content. In the future, it is*



imperative to secure state support for innovation and to formulate apposite standards for the integration of virtual laboratories into the educational framework.

Keywords: *biological education, digital technologies, virtual learning, pedagogical innovations, educational digitalization.*

Постановка проблеми. Система вищої біологічної освіти в Україні стикається з низкою викликів, що суттєво обмежують її здатність забезпечувати якісне та доступне навчання для всіх здобувачів освіти. Однією із ключових перешкод є недостатня матеріально-технічна база, особливо у віддалених регіонах, де навчальні заклади часто не мають сучасного лабораторного обладнання, реактивів чи навіть базових умов для проведення практичних занять із біології. Ця проблема призводить до того, що значна кількість студентів отримує знання переважно в теоретичній формі, без можливості закріпити їх через експериментальну діяльність, що є критично важливим для глибокого розуміння біологічних процесів і формування дослідницьких компетентностей.

Здобувачі освіти у великих містах із розвиненою інфраструктурою мають перевагу порівняно з тими, хто навчається на периферії, де бракує досвідчених учителів і сучасного технічного забезпечення.

Глобальні виклики (пандемія COVID-19 та воєнний стан) лише загострили цю проблему, виявивши вразливість традиційних методів викладання та необхідність впровадження гнучкіших підходів [1]. У зв'язку з цим все більшої значущості набуває застосування інноваційних методів викладання природничих дисциплін, зокрема інтерактивних лекцій, ігрових технологій, навчання в природному середовищі, а також формування у



викладачів екокультурної компетентності, яка передбачає інтеграцію теоретичних знань із практичною природоохоронною діяльністю [2].

У цьому контексті актуальність застосування віртуальних лабораторій стає очевидною, адже вони здатні компенсувати дефіцит фізичних ресурсів і забезпечити інтерактивний доступ до практичного навчання незалежно від зовнішніх умов.

Таким чином, проблема полягає в необхідності дослідження ефективності впровадження віртуальних лабораторій у біологічну освіту в Україні з урахуванням як їхнього потенціалу, так і наявних обмежень, що й визначає актуальність цього дослідження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ефективність залучення інноваційних методів і засобів до процесу вивчення біології здобувачами освіти є предметом активного обговорення в сучасному науковому дискурсі, що свідчить про зростання інтересу наукової спільноти до зазначеної проблематики [3].

У дослідженнях Ю. Бохан та Т. Форостовської [4] наголошується на доцільності впровадження віртуальних лабораторій у освітній процес як одного з ефективних інструментів формування практичних навичок у здобувачів освіти. Автори підкреслюють, що використання таких лабораторій дозволяє здійснювати навчальні експерименти незалежно від матеріально-технічної бази закладу освіти, що особливо актуально в умовах її обмеженості або повної відсутності.

На думку О. Бардадим [5], інтерактивне онлайн-середовище сприяє не лише глибшому засвоєнню теоретичних знань та наукових понять, а й відкриває доступ до складних біологічних моделей і процесів, які в умовах традиційних лабораторій є недоступними через технічні або фінансові



обмеження. Однією з ключових переваг інтерактивного моделювання є можливість відтворення широкого спектра біологічних експериментів, які вимагають спеціалізованого, високовартісного чи потенційно небезпечного обладнання.

У роботах дослідників В. Гнатюк, І. Упатової, О. Дехтярьової та Н. Куруц [6] особливу увагу приділено впливу віртуальних лабораторій на формування критичного мислення здобувачів освіти. Зазначається, що завдяки інтерактивним можливостям, студенти не є пасивними спостерігачами, а активно взаємодіють із освітнім середовищем, моделюють різноманітні сценарії, аналізують результати своїх дій та роблять висновки на основі спостережень. Такий підхід стимулює пізнавальну активність і зацікавленість, сприяючи формуванню дослідницьких навичок.

Крім того, можливість працювати з віртуальними лабораторіями у зручному та комфортному середовищі позитивно впливає на психологічний стан здобувачів освіти, зменшує тривожність під час практичних занять і створює передумови для глибшого занурення у навчальний матеріал.

Особливе значення інтерактивні лабораторії мають у контексті забезпечення рівного доступу до якісної біологічної освіти, зокрема для здобувачів, які мешкають в економічно віддалених регіонах. У працях Н. Бахмат та М. Романяк [7] наголошується, що в умовах регіональних диспропорцій, характерних як для України, так і для інших країн, застосування цих лабораторій є ефективним засобом подолання освітніх бар'єрів.

Не менш важливою є проблема професійної підготовки викладачів до використання цифрових технологій у навчанні [8]. У статті Р. С. Гуревича, Л. Л. Коношевського, О. Л. Коношевського, А. Л. Воеводи та С. Ю. Люльчака [9] підкреслюється необхідність проведення цілеспрямованих тренінгів, курсів



підвищення кваліфікації, а також адаптації навчальних програм до умов використання віртуального інструментарію. Компетентність викладачів у сфері цифрових технологій є визначальним чинником для успішної інтеграції таких інновацій до освітнього процесу.

Водночас у низці досліджень акцентується увага на викликах, що супроводжують упровадження віртуальних лабораторій [4]. Серед найпоширеніших проблем - недостатній рівень технічного забезпечення закладів освіти, обмежений або нестабільний доступ до мережі Інтернет у віддалених районах, а також потреба в додаткових ресурсах для підготовки педагогічних кадрів.

Незважаючи на зазначені труднощі, В. В. Перерва [10] підкреслює значний потенціал інформаційних технологій у трансформації освітнього процесу, розширенні доступу до якісної освіти та підвищенні мотивації студентів до вивчення біології.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.
Проблема впровадження інтерактивних експериментальних платформ у біологічну освіту в Україні, хоча й активно досліджується в сучасному науковому дискурсі, все ще містить низку невирішених завдань, які потребують поглибленого аналізу.

По-перше, недостатньо досліджено практичні аспекти адаптації віртуальних лабораторій до реалій вітчизняної біологічної освіти.

По-друге, залишається актуальною проблема оцінювання їхньої ефективності у формуванні дослідницьких компетентностей здобувачів освіти в умовах реального освітнього процесу.

По-третє, потребують додаткового вивчення питання адаптації навчальних програм та методик викладання біології до умов роботи з



цифровими лабораторіями, а також розробки ефективних моделей професійної підготовки педагогічних кадрів до використання таких інструментів.

Особливо актуальною є проблема формування цифрової компетентності викладачів біології не лише на теоретичному, а й на практичному рівні, що забезпечить сталу інтеграцію віртуального експериментування до щоденної освітньої практики.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Мета статті – аналіз потенціалу використання віртуальних лабораторій у біологічній освіті України, а також оцінка їхнього впливу на підвищення доступності та якості освітніх послуг.

Завдання статті:

1. Дослідити можливості використання віртуальних лабораторій як інструменту підвищення якості біологічної освіти.
2. Визначити основні переваги віртуальних лабораторій у формуванні практичних і дослідницьких навичок у здобувачів освіти.
3. Виявити перешкоди впровадження віртуальних лабораторій до біологічної освіти.

Виклад основного матеріалу дослідження. У сучасних умовах українська освітня галузь стикається з низкою системних проблем, зокрема нерівномірним розподілом ресурсів, обмеженим фінансуванням, а також морально й фізично застарілою матеріально-технічною базою, тож впровадження інноваційних освітніх технологій є не лише актуальним, а й вкрай необхідним завданням [11, с. 78].

Цифровізація освітнього процесу розглядається як потенційний механізм подолання наявних перешкод у доступі до якісної освіти. Вона



відкриває нові можливості для реалізації принципів інклюзивності, гнучкості та безперервності навчання [12, с. 6]. Особливе значення у цьому контексті набуває застосування віртуальних лабораторій – інструменту, що дає змогу здобувачам освіти здійснювати експериментальну діяльність у цифровому середовищі без необхідності фізичного доступу до спеціалізованого лабораторного обладнання [13, с. 219].

У галузі біологічної освіти, де практична складова має вирішальне значення для формування уявлень про будову, функціонування та взаємодію живих систем, віртуальні лабораторії відкривають нові перспективи. Вони дозволяють забезпечити рівні можливості для всіх здобувачів освіти незалежно від їхнього місця знаходження, матеріального становища чи стану інфраструктури освітнього закладу.

Зазначене набуло особливої актуальності в умовах зовнішніх потрясінь, як-от пандемія та повномасштабна війна, які продемонстрували вразливість традиційних моделей навчання й прискорили процес переходу до дистанційних форматів. У цьому контексті впровадження віртуальних лабораторій у біологічну освіту в Україні має потенціал не лише покращити якість навчання, а й забезпечити його сталість, доступність та інклюзивність. Відповідно, використання лабораторних симуляцій у вивченні біології розглядається як перспективний напрям інноваційного розвитку освіти, що потребує комплексного підходу до впровадження, а також емпіричної оцінки ефективності таких рішень.

Сьогодні онлайн-лабораторії є ефективним дидактичним інструментом, здатним компенсувати обмеження матеріально-технічної бази навчальних закладів, підвищити доступність освіти та створити умови для формування практичних і дослідницьких навичок, що відповідають викликам ХХІ століття.



З огляду на можливості віртуального моделювання можна стверджувати, що таке цифрове середовище розширює простір педагогічної взаємодії, надаючи можливість реалізовувати принципи активного, проблемного та дослідницького навчання.

У контексті біологічної освіти в Україні ці технології мають потенціал значно підвищити якість навчання завдяки кільком ключовим можливостям.

По-перше, вони забезпечують доступ до складних експериментальних процедур, які в традиційних умовах потребують значних ресурсів або є недоступними через відсутність спеціалізованого обладнання. Наприклад, здобувачі освіти можуть моделювати процеси клітинного поділу, досліджувати вплив екологічних факторів на біологічні системи чи аналізувати генетичні взаємодії в реальному часі. Такі симуляції дозволяють візуалізувати абстрактні концепції, як-от молекулярні механізми біологічних процесів чи еволюційні зміни, що сприяє глибшому розумінню предмета.

По-друге, віртуальні лабораторії уможливлюють доступ до якісної освіти всупереч географічним та економічним перешкодам, незалежно від місця розташування навчального закладу. Це особливо актуально для віддалених регіонів, де відсутність лабораторного обладнання є системною проблемою. Завдяки дистанційному доступу здобувачі освіти можуть працювати з віртуальними освітніми платформами вдома чи в класі, використовуючи лише базові технічні засоби (комп'ютер або планшет).

По-третє, ці технології сприяють інтеграції міждисциплінарного підходу, поєднуючи біологію з інформатикою, математикою та іншими дисциплінами. Наприклад, аналіз даних, отриманих у віртуальних експериментах, або створення математичних моделей екосистем розвиває в



здобувачів освіти комплексні компетентності, які є необхідними в сучасному науковому та професійному середовищі.

Варто зазначити, що ефективність таких інструментів підтверджується їхньою здатністю адаптуватися до індивідуальних потреб здобувачів освіти. Вони дають можливість самостійно обирати рівень складності завдань та повторювати експерименти для закріплення знань і вдосконалення вмінь, що сприяє формуванню автономії в навчанні.

Таким чином, мультимедійне лабораторне середовище не лише підвищує якість біологічної освіти, а й відповідає сучасним вимогам до персоналізованого та компетентнісно орієнтованого підходу у навчанні.

Сучасні інформаційні платформи дозволяють не лише проводити симуляції біологічних процесів, а й поетапно моделювати складні експериментальні дії, фіксувати зміни, аналізувати причинно-наслідкові зв'язки. Відповідно, здобувачі освіти отримують можливість краще засвоїти навчальний матеріал, розвивати критичне мислення та оволодівати методами наукового дослідження [14, с. 116].

Не менш суттєвою є роль віртуальних лабораторій у формуванні практичних і дослідницьких умінь, які є основою наукової діяльності. Під час роботи з такими ресурсами здобувачі освіти навчаються ставити наукові запитання, формувати гіпотези, планувати експерименти, збирати, інтерпретувати та аналізувати дані, а також використовувати отримані результати для формулювання обґрунтованих висновків.

Однією з основних переваг віртуальних біологічних лабораторій є гарантування безпечного експериментального середовища. Здобувачі освіти можуть досліджувати потенційно небезпечні процеси, як-от взаємодія організмів із токсичними речовинами, розмноження патогенів чи вплив



радіації на живі системи, без будь-якого ризику для здоров'я чи довкілля. Це дозволяє зосередити увагу на аналізі даних і формуванні висновків, а не на технічних аспектах безпеки, що часто відволікають у традиційних умовах.

Іншою перевагою є висока інтерактивність і гнучкість віртуальних освітніх платформ. Студенти можуть самостійно моделювати експерименти, змінювати параметри (наприклад, концентрацію речовин, температуру чи генетичні характеристики) і спостерігати за результатами в реальному часі. Такий підхід розвиває дослідницькі навички, зокрема здатність формулювати гіпотези та інтерпретувати отримані дані. Наприклад, у симуляціях генетичного аналізу здобувачі освіти можуть варіювати алелі та прогнозувати фенотипи, що сприяє кращому розумінню закономірностей спадковості і формуванню наукового мислення [15, с. 2].

Ще однією перевагою є можливість миттєвого зворотного зв'язку та повторюваності експериментів. У традиційних лабораторіях підготовка й аналіз результатів можуть займати значний час, тоді як віртуальні платформи надають здобувачам освіти миттєву оцінку їхніх дій. Це дозволяє оперативно виявляти помилки, коригувати підхід і вдосконалювати методику, що є важливим для формування практичних навичок. Крім того, необмежена кількість повторень експерименту сприяє закріпленню знань і розвитку впевненості в роботі з науковими інструментами. Нарешті, віртуальні лабораторії стимулюють творчий підхід до навчання, дозволяючи здобувачам освіти тестувати нестандартні сценарії, які в реальних умовах могли б бути надто складними чи витратними.

Також такі лабораторії сприяють розвитку міждисциплінарного мислення, адже біологічні задачі часто потребують залучення знань з хімії,



фізики, екології, математики та інформатики. Отже, здобувачі освіти формують цілісне уявлення про природу як складну взаємопов'язану систему.

Завдяки використанню різноманітних цифрових освітніх інструментів (LearningApps, Scilab, e-Anatomy, «Цікава наука» та TeamLabBody) студенти отримують змогу зануритися у вивчення біології завдяки засобам візуалізації, моделюванню та імітації природних процесів. Ці платформи забезпечують наочне представлення складних біологічних явищ за допомогою комп'ютерної графіки, що значно полегшує їхнє сприйняття.

У науковій літературі підкреслюється потенціал таких ресурсів, як Labster, LabsLand, Go-Lab, VirtualBiologyLab, LabBench Activities і Classzone, для організації повноцінної лабораторної діяльності у віртуальному форматі. Застосування цих платформ не лише урізноманітнює освітній процес, а й забезпечує виконання лабораторних завдань в інтерактивному режимі, що сприяє кращому розумінню матеріалу, розвитку аналітичного мислення та підвищенню мотивації до вивчення біології [16, с. 172].

Зокрема цифрова платформа Mozaik Education є потужним освітнім інструментом, який динамічно впроваджується до освітнього процесу завдяки своїй функціональній гнучкості та широким симуляційним можливостям. Вона забезпечує доступ до тривимірних моделей, що дає змогу здобувачам освіти ґрунтовно досліджувати складні анатомічні будови, фізіологічні процеси та інші явища живої природи у наочному, візуалізованому форматі. Освітній потенціал ресурсу реалізується завдяки функціональному набору інструментів: інтерактивні 3D-анімації, тематичні навчальні блоки, шаблони для створення завдань, віртуальні атласи та модулі для моделювання лабораторних експериментів. Доступний інтерфейс платформи сприяє її ефективному використанню навіть тими здобувачами освіти, які не мають



значного досвіду у роботі з цифровими технологіями. До того ж, україномовне середовище дозволяє оптимально сприймати зміст матеріалів, що особливо важливо для формування глибокого розуміння навчального контенту. Крім того, платформа відкриває можливості для виконання індивідуальних і групових завдань, проектної роботи, віртуальних експериментів і залучення мультимедійних елементів до структури занять. Такий формат сприяє розвитку пізнавальної мотивації, аналітичних навичок та експериментального підходу до навчання, що відповідає сучасним вимогам до якості біологічної освіти в умовах цифровізації освітнього простору [16, с. 177].

Платформа Wizer.me належить до сучасних цифрових інструментів, що також дозволяє організовувати практичні й лабораторні заняття в онлайн-форматі, зручному для здобувачів освіти. Завдяки такому середовищу користувачі можуть самостійно виконувати експериментальні завдання навіть у домашніх умовах, що є особливо актуальним в умовах дистанційного чи змішаного навчання. Також Wizer.me сприяє розвитку творчої активності та самостійності, оскільки здобувачі освіти можуть не лише проводити дослідження у власному темпі, а й створювати відеозаписи експериментів, формувати власні гіпотези, фіксувати результати й оформлювати лабораторні звіти. Такий підхід стимулює аналітичне мислення, формує навички самостійної науково-дослідної діяльності та сприяє глибшому осмисленню навчального матеріалу.

Платформа Labster спеціалізується на моделюванні лабораторних умов із широкого кола наукових дисциплін, включаючи не тільки біологію, але й інші природничі науки. Вона дозволяє імітувати реальні умови, розвиваючи практичні компетентності через інтерактивні сценарії. Розробка LabsLand забезпечує віддалений доступ до сучасного обладнання, що дає можливість



користувачам у режимі реального часу проводити експерименти та спостерігати за фізичними процесами без присутності в лабораторії. Це значно розширює межі освітнього простору, особливо для тих, хто має обмежений доступ до спеціалізованих ресурсів.

Платформа Go-Lab пропонує доступ до великого масиву навчальних дослідів і симуляцій, інтегрованих до освітнього процесу з метою поглиблення розуміння природничо-наукових понять. Завдяки гнучкому інтерфейсу й широкому набору функцій, платформа заохочує до активного навчання.

Програма VirtualBiologyLab орієнтована на вивчення біологічних процесів і дозволяє взаємодіяти з навчальними симуляціями, які моделюють основні явища живої природи. Цей ресурс є ефективним засобом поглиблення знань із біології, зокрема в аспектах, що потребують візуалізації складних концепцій.

Окрему цінність становить платформа LabBench Activities від компанії Pearson, яка надає користувачам структуровані лабораторні вправи, доступні для виконання в онлайн-режимі. Ці завдання дозволяють формувати експериментальні навички через логічно побудовані етапи досліджень, інтегровані до електронного освітнього середовища [16, с. 179].

У наведеній нижче таблиці 1 підсумовано основні переваги використання віртуальних лабораторій в освітньому процесі, а також окреслено основні проблеми, з якими стикаються навчальні заклади під час їхнього впровадження.



Таблиця 1

Особливості впровадження віртуальних лабораторій

Аспекти впровадження віртуальних лабораторій	Опис та переваги	Проблеми та обмеження
Цифровізація освітнього процесу	Віртуальні лабораторії відкривають нові можливості для реалізації принципів інклюзивності, гнучкості та безперервності навчання	Технічні обмеження, як-от застаріле обладнання і обмежений доступ до Інтернету, особливо в сільських районах
Можливості для студентів	Забезпечують доступ до складних експериментальних процедур, які є недоступними в реальному середовищі через відсутність обладнання	Недостатній рівень цифрової компетентності серед педагогів і студентів
Інклюзивність освіти	Розширення доступу до якісної освіти для студентів із різних регіонів, що не мають доступу до високотехнологічних лабораторій	Психолого-педагогічні перепони і недовіра до нових форм навчання серед частини педагогів та здобувачів освіти
Моделювання складних біологічних процесів	Можливість спостереження за процесами клітинного поділу, дослідження впливу екологічних факторів, аналіз генетичні взаємодії в реальному часі	Високі витрати на ліцензування та адаптацію контенту для національних стандартів освіти
Розвиток дослідницьких навичок	Розвиває в студентів критичне мислення, методи наукового дослідження та самостійність у роботі	Брак методичних матеріалів та недостатня підготовка педагогів для використання нових технологій
Інтерактивність та зворотний зв'язок	Миттєва оцінка експериментів, можливість повторювати завдання для закріплення матеріалу	Відсутність україномовних аналогів, що ускладнює використання платформ у національному контексті
Безпека та гнучкість	Проведення експериментів в безпечному середовищі без ризику для здоров'я	Обмеження доступу до новітніх технологій спричинено фінансовими труднощами навчальних закладів

Джерело: [11-14]



Таким чином, ефективне впровадження віртуальних лабораторій до освітнього процесу стикається з низкою суттєвих перешкод, що потребують комплексного осмислення та подолання. Насамперед йдеться про технічні обмеження: нерівномірність забезпечення навчальних закладів сучасним обладнанням, обмежений доступ до інтернет-ресурсів, використання застарілої техніки, яка не підтримує вимоги до роботи з інтерактивними платформами. Ці проблеми особливо загострюються у воєнний час, що створює ризики освітньої нерівності та дискримінації за територіальною ознакою. Багато навчальних закладів не забезпечені сучасними комп'ютерами, стабільним доступом до мережі Інтернет чи достатньою пропускнуою здатністю для роботи з ресурсоємними платформами. Ця проблема потребує значних капіталовкладень, які в умовах обмеженого державного фінансування залишаються важкодоступними. Без оновлення матеріально-технічної бази масштабне впровадження інновацій залишатиметься недосяжним.

Окрему увагу слід приділити чинникам, які гальмують цифрову трансформацію освіти. Значна частина науково-педагогічних працівників не володіє достатнім рівнем цифрової компетентності та не має досвіду використання віртуальних лабораторій у власній професійній діяльності.

Нерідко педагоги відчують дефіцит методичних матеріалів, не мають можливості для підвищення кваліфікації у сфері цифрової дидактики, що ускладнює процес інтеграції новітніх технологій до щоденної навчальної практики. У цьому контексті необхідною є системна підтримка з боку держави, розробка стандартів цифрової освіти, створення центрів методичного супроводу, а також стимулювання професійного зростання педагогічних працівників. До цього додається мовний бар'єр: переважна більшість доступних віртуальних лабораторій розроблена англійською мовою,



тоді як україномовних аналогів критично бракує, що ускладнює їхнє використання в національному контексті.

Варто зазначити й наявність психолого-педагогічних перешкод, пов'язаних з недовірою до нових форм навчання. Частина освітян сприймає віртуальні лабораторії як другорядний або допоміжний інструмент, який не може замінити традиційного лабораторного експерименту. Такий скепсис часто ґрунтується на недостатній обізнаності про потенціал цифрових інструментів або на усталених стереотипах. Подолання цих бар'єрів можливе шляхом проведення інформаційно-просвітницької кампанії, демонстрації ефективності віртуального навчання через пілотні проєкти, а також залучення до розробки інноваційних освітніх ресурсів широкої педагогічної спільноти.

Не менш суттєвим чинником залишається фінансове забезпечення закладів вищої освіти. Впровадження якісних віртуальних лабораторій вимагає значних інвестицій у розробку й ліцензування програмного забезпечення, переклад інтерфейсів, адаптацію контенту до державних освітніх стандартів, створення технічної підтримки та оновлення матеріально-технічної бази навчальних закладів. Без належної фінансової підтримки з боку держави або через механізми державно-приватного партнерства широке використання інтерактивних експериментальних платформ залишається обмеженим.

Висновки. Таким чином, віртуальні лабораторії стали важливим інструментом підвищення якості біологічної освіти, практична складова змісту якої є критично важливою. Вони забезпечують рівні можливості для здобувачів освіти, створюючи умови для проведення складних експериментальних процедур, що традиційно потребують значних ресурсів або спеціалізованого обладнання.



Сучасні платформи (Mozaik Education, Labster, Wizer.me та інші) забезпечують доступ до інтерактивних ресурсів для вивчення біології та інших природничих наук. Однією з основних переваг інтерактивного онлайн-середовища є можливість адаптації навчальних матеріалів до індивідуальних потреб здобувачів освіти, а також надання їм гнучкості у виборі складності завдань і повторення експериментів для закріплення знань. Це сприяє формуванню як автономії в навчанні, так і розвитку дослідницьких і наукових умінь.

Технологічні можливості віртуальних лабораторій дозволяють досліджувати потенційно небезпечні процеси в природі, а їхній дидактичний потенціал сприяє розвитку когнітивних компетентностей, креативності та інноваційності, самостійної науково-дослідницької діяльності.

Однак впровадження віртуальних лабораторій в освітній процес стикається з певними проблемами. Недостатнє фінансування закладів освіти та технічні обмеження знижують доступність сучасних інформаційних технологій. Недостатньо сформована цифрова компетентність педагогів і недовіра до ефективності віртуальних лабораторій обумовлюють необхідність системного професійного розвитку вчителів і запровадження національних стандартів цифрової освіти.

Віртуальні лабораторії становлять значний потенціал для модернізації освітнього процесу в Україні, сприяючи підвищенню його якості та доступності. Однак реалізація цього потенціалу потребує комплексної державної підтримки, зокрема у сфері фінансування, розвитку інфраструктури та підвищення кваліфікації педагогічних працівників.



Список використаних джерел

1. Краснощок І. П., Кравцова Т. О. Формування соціальної компетентності підлітків у середовищі закладів загальної та позашкільної освіти. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2024. № 216. С. 211–217. DOI: <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2024-1-216-211-217>.
2. Гнатюк В. В., Щербакова Н. М., Різак Г. В. Екологічна освіта та формування екологічної свідомості: шлях до гармонії з природою. *Перспективи та інновації науки*. 2024. № 5(39). С. 143–154. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-4952-2024-5\(39\)-143-154](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2024-5(39)-143-154).
3. Гнатюк В. В., Аркушина Г. Ф., Скорик О. Д. Інноваційні методи викладання біології: від традиційних до цифрових підходів. *Академічні візії*. 2024. № 28. С. 1–13. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10656827>.
4. Бохан Ю. В., Форостовська Т. О. Віртуальний лабораторний практикум як засіб вивчення природничих дисциплін. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2021. № 194. С. 74–78. DOI: <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2021-1-194-74-78>.
5. 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.
6. Гнатюк В. В., Упатова І. П., Дехтярьова О. О., Куруц Н. В. Віртуальні лабораторії в біологічній освіті: моделювання експериментальних досліджень. *Академічні візії*. 2023. № 21. DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.8199004>.



7. Бахмат Н. В., Романяк М. М. Сучасні тенденції викладання природничих дисциплін у закладах фахової передвищої та вищої освіти. Академічні візії. 2024. № 30. С. 1–13. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10939744>.
8. Mykolaiko V., Soloshchenko V., Korshevniuk T., Tara G., Pavlov, Y. Digital literacy of teachers and students: strategies and methods of development. *Interacción Y Perspectiva*. 2024. Vol. 14, № 3. P. 605-619. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11154605>.
9. Гуревич Р. С., Коношевський Л. Л., Коношевський О. Л., Воевода А. Л., Люльчак С. Ю. Інтеграція штучного інтелекту в сферу освіти: проблеми, виклики, загрози, перспективи. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. 2024. № 72. С. 170–186. DOI: <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2024-72-170-187>.
10. Перерва В. В. Віртуальна біологічна лабораторія як перспективний напрям фахової підготовки майбутнього вчителя. *Науковий вісник Львівської академії. Серія: Педагогічні науки*. 2019. № 5. С. 401–406. DOI: <https://doi.org/10.33251/2522-1477-2019-5-401-406>.
11. Волікова М., Братанич О. Традиційне та інноваційне навчання у вищих навчальних закладах України: переваги та недоліки. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2021. № 194. С. 78–84. DOI: <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2021-1-194-78-84>.
12. Fedorchenko Y., Zimba O., Gulov M. K., Yessirkepov M., Fedorchenko M. Medical education challenges in the era of internationalization and digitization. *Journal of Korean Medical Science*. 2024. Vol. 39, № 39. P. 1–10. DOI: <https://doi.org/10.3346/jkms.2024.39.e299>.



13. 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.

14. 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.

15. Lestari D. P., Supahar, Paidi, Suwarjo, Herianto. Effect of science virtual laboratory combination with demonstration methods on lower-secondary school students' scientific literacy ability in a science course. *Education and Information Technologies*. 2023. Vol. 1. P. 1–23. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11857-8>.

16. Гнатюк В., Колодій В., Пшенична Н. Веб-ресурси та онлайн-платформи для самостійного вивчення біології. *Перспективи та інновації науки*. 2023. № 12(30). С. 168–184. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-4952-2023-12\(30\)-168-184](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2023-12(30)-168-184).