

УДК 378.147

Кайдан В.П., Щенсневич Ю.Ю.

¹ викладач кваліфікаційної категорії «спеціаліст вищої категорії» Хмельницького фахового економіко-технологічного коледжу Університету економіки і підприємництва; старший викладач кафедри природничо-наукових та загальноінженерних дисциплін ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»

e-mail: kajtan.kt@gmail.com,

ORCID 0000-0003-2008-3539

² викладач кваліфікаційної категорії «спеціаліст першої категорії» Слов'янського фахового коледжу державного некомерційного підприємства «Державний університет «Київський авіаційний інститут»

e-mail: yuraschensnevich@gmail.com,

ORCID 0009-0007-0300-2000

ОНЛАЙН-СИМУЛЯЦІЇ У ВИКЛАДАННІ ФІЗИКИ: ЕВОЛЮЦІЯ ПІДХОДІВ У ЦИФРОВУ ЕПОХУ

Стаття розкриває можливості та перспективи використання онлайн-симуляцій у викладанні фізики. Розглянуто сильні та слабкі сторони симуляцій, умови їх ефективної інтеграції у навчальні програми.

Ключові слова: онлайн-симуляції, викладання фізики, інтерактивне навчання, навички здобувачів освіти.

Вступ

Постановка проблеми. Сучасна система освіти зазнає суттєвих трансформацій під впливом стрімкого розвитку цифрових технологій. Традиційне викладання фізики, яке базується на лекційному форматі та лабораторних роботах з використанням фізичного обладнання, поступово втрачає ефективність у контексті нових вимог і очікувань до навчального процесу. Проблеми абстрактності фізичних понять, обмеженого доступу до дорогого лабораторного обладнання та пасивної ролі здобувачів освіти у навчанні створюють бар'єри для ефективного засвоєння знань.

Онлайн-симуляції дозволяють подолати ці бар'єри, забезпечуючи візуалізацію складних явищ, можливість безпечного експериментування, індивідуалізацію навчального процесу. Їх використання є особливо актуальним у контексті змішаного та дистанційного навчання, що набуло широкого поширення за останні роки.

Однак попри потенціал симуляцій, виникає низка проблем: технічна доступність, недостатня підготовка вчителів та викладачів, брак якісних локалізованих матеріалів, проблеми методичного забезпечення. Усе це вимагає науково обґрунтованого аналізу можливостей, обмежень та умов ефективного впровадження онлайн-симуляцій у викладання фізики.

Роботи Банда та Нзабахімана [1], Дай, Лагура та Балуйоса [3], а також роботи українських дослідників, таких як Федчишин та Мохун [5], Величко [4] свідчать про позитивний вплив симуляцій на рівень засвоєння матеріалу, розвиток критичного мислення та експериментальних навичок у здобувачів освіти.

Метою статті є аналіз ролі онлайн-симуляцій у викладанні фізики, виявити їхні дидактичні можливості, обмеження та умови ефективного впровадження у навчальний процес.

Основна частина

Онлайн-симуляції посідають центральне місце серед інших інтерактивних методів навчання, таких як віртуальні лабораторії, освітні ігри, навчальні відео з інтерактивними вставками, адаптивні тести та платформене моделювання. Їх унікальність полягає у поєднанні експериментальності, наочності та керованості процесом навчання. Завдяки цим характеристикам симуляції не лише збагачують освітнє середовище, а й забезпечують міст між теоретичними знаннями та практичними навичками, особливо важливий у навчанні фізики.

Платформи на кшталт PhET Interactive Simulations, Algodoo, Labster, Open Source Physics пропонують широкий спектр інтерактивних моделей для вивчення різних розділів фізики – механіки, електрики, термодинаміки, оптики та квантових явищ. Ці симуляції створені на основі математичного моделювання реальних фізичних процесів і забезпечують користувачам можливість змінювати параметри систем у реальному часі (наприклад, масу тіла, силу, температуру, опір), спостерігати зміну результатів, аналізувати закономірності та формувати власні висновки. Така гнучкість підвищує дослідницьку активність здобувачів освіти, розвиває аналітичне мислення та дозволяє наближено відтворювати експериментальні умови навіть без фізичного обладнання.

Онлайн-симуляції надають можливість працювати з фізичними явищами та процесами, які складно або взагалі неможливо відтворити в реальних лабораторних умовах через технічні, безпекові або фінансові обмеження. Йдеться, зокрема, про процеси на атомному, субатомному або космологічному рівні – моделювання ядерних реакцій, динаміки електронів, гравітаційної взаємодії планет чи розповсюдження електромагнітних хвиль у вакуумі. Усе це виходить далеко за межі можливостей звичайного лабораторного практикуму. Онлайн-симуляції дозволяють здобувачам освіти взаємодіяти з цими моделями у віртуальному просторі: змінювати вхідні параметри, спостерігати результат, будувати графіки залежностей і робити висновки.

Ключовою перевагою онлайн-симуляцій є підвищена наочність. Завдяки використанню кольорової візуалізації, анімації, масштабування й маркерів (наприклад, векторів сили, прискорення або енергії) здобувачі освіти краще сприймають складні поняття та закономірності, які часто є абстрактними у традиційному викладанні. Такий підхід активізує пізнавальну діяльність, формує стійкий інтерес до предмета й стимулює самостійне дослідження.

Ще один важливий аспект – адаптивність до потреб конкретного здобувача освіти. Симуляції дозволяють працювати у власному темпі, повертатися до певних експериментів, зосереджуватись на тих поняттях, які викликають труднощі, що особливо важливо для диференційованого або інклюзивного навчання. [5]

Згідно з дослідженнями, застосування онлайн-симуляцій у навчальному процесі дозволяє підвищити результативність засвоєння матеріалу на більш ніж 30% порівняно з традиційними методами, особливо у складних темах, що потребують візуалізації та дослідницького підходу. [2]

Попри численні переваги, використання онлайн-симуляцій має низку об'єктивних обмежень, які необхідно враховувати під час їх інтеграції у навчальний процес. Насамперед, симуляції не можуть повністю замінити традиційну експериментальну діяльність, пов'язану з роботою з реальними фізичними приладами. Віртуальні експерименти дають точні ідеалізовані результати, але позбавляють здобувачів освіти досвіду роботи з реальними інструментами, вимірюваннями, налаштуванням обладнання, взаємодією з матеріалами та врахуванням похибок. У майбутній інженерній або науковій діяльності саме ці навички мають вирішальне значення.

Крім того, технічні труднощі є серйозним бар'єром для широкого впровадження симуляцій. Нестабільне або повільне інтернет-з'єднання, недостатньо потужні комп'ютери або застарілі браузері можуть унеможливити нормальну роботу з багатьма сучасними платформами. У деяких регіонах це обмежує доступ здобувачів освіти до цифрового освітнього контенту. [4]

Ще одним викликом є нерівномірний рівень цифрової грамотності як серед здобувачів освіти, так і серед викладачів. Недостатня обізнаність із принципами роботи освітніх платформ, інтерфейсами, форматом даних або методикою інтеграції симуляцій у заняття може призвести до поверхневого використання або до повного ігнорування цифрових можливостей у навчанні. Тому успішне застосування онлайн-симуляцій вимагає системної підготовки користувачів і належної технічної підтримки.

Симуляції доцільно розглядати не як повноцінну заміну традиційним методам навчання, а як ефективне їхнє доповнення. Вони можуть бути органічно інтегровані у різні етапи навчального процесу. Перед виконанням реальних лабораторних робіт симуляції використовуються як інструмент підготовки: здобувачі освіти мають можливість ознайомитись із суттю експерименту, основними поняттями, параметрами, які змінюватимуться, та очікуваними результатами. Це зменшує кількість помилок під час практичної частини та дозволяє ефективніше використати лабораторний час.

Після проведення експерименту симуляції стають засобом аналізу: можна змодельовати аналогічні умови, порівняти реальні та теоретичні результати, виявити джерела розбіжностей. У тих випадках, коли проведення експерименту неможливе через відсутність обладнання або через складність

явища (наприклад, термоядерні реакції чи релятивістський рух), симуляції можуть частково або повністю замінити лабораторну роботу.

Оптимальною є структура навчального заняття: теоретичний блок → робота з симуляцією → колективне або індивідуальне обговорення результатів → (за можливості) проведення реального експерименту. Такий підхід поєднує гнучкість цифрових технологій із практичною складовою навчання.

У традиційному форматі навчання здобувачі освіти часто виконують роль пасивних спостерігачів, які засвоюють знання шляхом прослуховування лекцій, читання підручників та запам'ятовування готових алгоритмів розв'язання задач. Такий підхід обмежує розвиток критичного мислення, самостійності та навичок дослідження. Особливо це помітно у вивченні природничих дисциплін, де недостатня практична активність знижує рівень розуміння складних фізичних процесів.

Інтерактивні симуляції докорінно змінюють цю парадигму. Завдяки їм здобувач освіти стає активним учасником навчального процесу: дослідником, який самостійно змінює параметри, спостерігає за результатами, формулює гіпотези, перевіряє їх та робить висновки. Можливість багаторазового повторення дослідів без ризику пошкодити обладнання або зробити фатальну помилку сприяє закріпленню матеріалу та глибшому розумінню фізичних закономірностей.

Крім того, симуляції стимулюють інтерес до предмета, забезпечують негайний зворотний зв'язок і розвивають навички аналізу та інтерпретації даних – ключові компетенції майбутнього фахівця в STEM-галузях.

Висновки

Онлайн-симуляції є ефективним інструментом модернізації фізичної освіти. Вони підвищують мотивацію здобувачів освіти, сприяють глибшому засвоєнню матеріалу та розвитку дослідницьких навичок. Водночас їх ефективне використання потребує технічного забезпечення, підготовки викладачів та методичної інтеграції в навчальні плани. Оптимальним є поєднання симуляцій із традиційними методами, що забезпечує максимальний навчальний ефект у підготовці здобувачів освіти до викликів цифрової епохи.

Література

1. Banda, H.J., Nzabahimana, J. The Impact of Physics Education Technology (PhET) Interactive Simulation-Based Learning on Motivation and Academic Achievement Among Malawian Physics Students. *J Sci Educ Technol* 32, 127–141 (2023). <https://doi.org/10.1007/s10956-022-10010-3>
2. Ben Boumediane, M., Azzi, O., Janati-Idrissi, R. Enhancing Physics Education: The Impact of Computer Simulators on Student Performance and Conceptual Understanding. *Conhecimento & Diversidade* 17, 608 – 629 (2025). <https://doi.org/10.18316/rcd.v17i45.12486>

3. Dy, A. U., Lagura, J. C., & Baluyos, G. R. (2024). Using PhET Interactive Simulations to Improve the Learners' Performance in Science. *EduLine: Journal of Education and Learning Innovation*, 4(4), 520-530. <https://doi.org/10.35877/454RI.eduline2981>
4. V Ye Velychko et al 2024 J. Phys.: Conf. Ser. 2871 012014 <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/2871/1/012014/pdf>
5. ФЕДЧИШИН, О., МОХУН, С., & ЧОПИК, П. (2022). МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ РНЕТ-СИМУЛЯЦІЙ У ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ . *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: педагогіка*, 1(1), 16–24. <https://doi.org/10.25128/2415-3605.22.1.2>

Vadym P. Kaidan, Yurii Y. Shchensnevych

Khmelnitskyi Professional Economic and Technological College of the University of Economics and Entrepreneurship, Khmelnytskyi, Ukraine; «Technical University «METINVEST POLYTECHNIC», METINVEST HOLDING LLC, Zaporizhzhia, Ukraine;

SLOVYANSK APPLIED COLLEGE STATE NON-COMMERCIAL COMPANY «State University «Kyiv Aviation Institute», Sloviansk, Ukraine

ONLINE SIMULATIONS IN THE TEACHING OF PHYSICS: THE EVOLUTION OF APPROACHES IN THE DIGITAL AGE

The article reveals the possibilities and prospects of using online simulations in teaching physics. The strengths and weaknesses of simulations and the conditions for their effective integration into the curricula are considered.

Keywords: *online simulations, physics teaching, interactive learning, skills of students.*
