

Перетяка Н.О.<https://orcid.org/0000-0003-3370-2140>

Мелітопольський коледж Таврійського агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного

Резнік К.В.<https://orcid.org/0009-0000-7746-2930>

Одеський національний технологічний університет

АВТОМАТИЗАЦІЯ НАВЧАЛЬНИХ ЕКСПЕРИМЕНТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

У статті здійснено системний аналіз ефективності застосування онлайн-симуляторів у навчанні та їхнього поєднання з традиційними експериментами. Традиційні експерименти залишаються незамінними для формування практичних навичок студентів, проте їх проведення потребує значних матеріальних ресурсів, часу та супроводжується ризиками для безпеки. В умовах цифрової трансформації освіти інтеграція інформаційно-комунікаційних технологій розглядається як ключовий чинник забезпечення доступності й якості освітнього процесу. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії створюють безпечне, економічно доцільне й гнучке середовище для моделювання складних фізичних явищ, що неможливо відтворити у реальних умовах. Водночас вони сприяють розвитку критичного мислення, формуванню аналітичних навичок та професійних компетенцій студентів. Проведено огляд сучасних симуляційних платформ, які активно інтегруються у навчальний процес закладів вищої освіти ЄС та України. Визначено переваги онлайн-симуляторів: безпечність, можливість багаторазового повторення експериментів, моделювання процесів, недоступних у традиційних лабораторіях, та підвищення мотивації студентів. Окреслено їхні обмеження: відсутність реального досвіду роботи з обладнанням, залежність від технічних умов, спрощене моделювання процесів та неможливість визначення похибки вимірювань. Здійснено порівняльний аналіз традиційних експериментів і цифрових симуляцій, що підтвердив доцільність їхнього комбінованого використання. Запропоновано алгоритм інтеграції симуляторів і реальних дослідів у навчальний процес, який включає підготовчий етап, віртуальне моделювання, проведення реального експерименту, порівняння результатів та рефлексію. Наведено приклад заняття з теми «Закон Ома для ділянки кола», що демонструє ефективність комбінованого підходу. Зроблено висновок, що синергія традиційних експериментів та онлайн-симуляторів забезпечує комплексне засвоєння знань, формування практичних умінь, розвиток дослідницьких компетенцій і підвищення мотивації студентів до вивчення фізики й астрономії.

Ключові слова: онлайн-симулятори, фізика і астрономія, віртуальні лабораторії, професійні компетенції, комбіноване навчання, мотивація студентів

Постановка проблеми. Стрімкий розвиток інформаційних технологій змінює освітній простір, відкриваючи нові можливості для інтерактивного навчання. Стаття 9 Закону України «Про освіту» визначає, що держава гарантує використання інформаційно-комунікаційних технологій як ключового інструменту забезпечення доступності й якості освіти [1]. Одним із найбільш ефективних інструментів освітнього процесу стали цифрові онлайн-симулятори, які дозволяють моделювати складні явища та процеси у віртуальному середовищі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Інноваційні цифрові засоби навчання позитивно впливають на освітній процес, формуючи компетентності, необхідні для життя й роботи в сучасному суспільстві [2]. У європейських закладах вищої освіти цифрові технології активно інтегруються в навчальний процес, а чотирнадцять країн ЄС відповідно до вимог Ради Європи вважають їх включення до підготовки майбутніх фахівців обов'язковим, з метою формування цифрової грамотності здобувачів освіти [3]. Онлайн-платформи стали важливим елементом сучасної вищої

освіти, забезпечуючи доступ до навчальних матеріалів і розвиток компетентностей у будь-якому місці та в зручний час, а можливість безперервного навчання набула особливого значення для суспільства в умовах кризових викликів [4]. Використання відео- та аудіоматеріалів, інтерактивних карт, віртуальних лабораторій і онлайн-експериментів оновлює традиційні заняття, забезпечуючи їхню ефективність та відповідність потребам здобувачів освіти [5]. Застосування онлайн-симуляторів для виконання лабораторних робіт замінює традиційні експерименти, пропонуючи сучасний цифровий формат, що є безпечним та економічно доцільним [6]. Такі програми, як Labster, SimScale, ANSYS, LabVIEW та TeachVR, активно застосовуються у закладах вищої освіти, забезпечуючи якісне вдосконалення навчального процесу та сприяючи професійному розвитку студентів [7]. Завдяки інтерактивному характеру симуляторів студенти переходять від пасивного спостереження до активної участі, що значно покращує якість навчання [8]. Віртуальні симулятори активно впроваджуються у різні галузі освіти, зокрема в медичну та технічну підготовку, забезпечуючи безпечне й практично орієнтоване навчання [9]. Застосування симуляційних платформ у підготовці інженерів підвищує мотивацію та якість навчального процесу [10]. Широко використовують віртуальні лабораторії при вивченні біології [11], природничих наук [12], математики [13], фізики [14]. Особливої актуальності онлайн-платформи отримали при переході навчальних закладів на онлайн- та змішану форму навчання. Проте питання застосування інтерактивних симуляцій під час занять з дисципліни «Фізика і астрономія» в коледжі для формування професійних компетенцій студентів залишається невирішеними.

Постановка завдання. Мета статті полягає у розробленні алгоритму комбінованого використання онлайн-симуляторів і традиційних експериментів у навчанні фізики й астрономії, що забезпечує комплексне засвоєння знань і розвиток практичних навичок студентів коледжу.

Виклад основного матеріалу. Актуальна освітня практика вимагає використання інноваційних технологій, що підтримують розвиток критичного мислення, дослідницьких здібностей та мотивації здобувачів освіти. Серед таких засобів особливе місце займають онлайн-лабораторії, які дедалі частіше інтегруються у викладання природничих наук.

Переваги застосування віртуальних лабораторій при викладанні в коледжі дисципліни «Фізика

і астрономія» полягають, перш за все, у безпечності, що особливо важливо під час фізичних експериментів. Студенти мають можливість виконувати експерименти без ризику травмування чи пошкодження обладнання. Економічна ефективність полягає у використанні цифрових лабораторій, які не потребують фінансових витрат на придбання обладнання. Платформи можна застосовувати вдома, що сприяє самостійному засвоєнню навчального матеріалу та розвитку навичок самостійної роботи. У цифровому середовищі легко відтворювати складні процеси, які неможливо реалізувати у звичайних умовах, з можливістю неодноразово повторювати експерименти, що забезпечує глибше розуміння теми та закріплення знань.

На сьогодні існує велика кількість онлайн-лабораторій для постановки фізичних експериментів при вивченні фізики і астрономії. Це PhET <https://phet.colorado.edu/>, Physics at School <https://www.vascak.cz/>, Apps on Physics <https://www.walter-fendt.de/>, Go-Lab <https://www.golabz.eu/>, All-fizika.com <https://www.all-fizika.com/>, Virtual Labs <https://www.vlab.co.in/>, Mozaik <https://www.mozaweb.com/uk/>, Physical Sciences <https://vlab.amrita.edu/>, Algodoo <https://www.algodoo.com/>, iFrame <https://www.physicsclassroom.com/>, Physics Simulations <https://www.myphysicslab.com/> тощо.

Реальні лабораторні дослідження та експерименти з фізики дають студентам можливість безпосередньо працювати з обладнанням та матеріалами, тоді як цифрові симулятори створюють безпечне, доступне й багаторазове середовище для моделювання складних явищ.

При цьому проведення реальних експериментів має основні недоліки:

- Ризик для безпеки. Під час роботи з електричними приладами, хімічними речовинами чи механічними установками існує ймовірність пошкодження обладнання, травмування або виникнення алергічних реакцій.

- Висока вартість. Проведення експериментів потребує закупівлі дорогих матеріалів, інструментів та регулярного обслуговування лабораторії.

- Обмеженість у часі та ресурсах. Повторення експериментів часто неможливе через дефіцит матеріалів або тривалість підготовки.

- Прив'язаність до місця. Експерименти можна виконати лише у спеціально обладнаних лабораторіях, що знижує гнучкість навчання.

- Складність моделювання. Деякі явища (наприклад, космічні процеси чи молекулярно-

кінетична теорія) неможливо відтворити у реальних умовах.

– Організаційні труднощі. Викладач має витратити багато часу на підготовку, контроль безпеки та координацію роботи студентів.

Таким чином, реальні експерименти є незамінними для формування практичних навичок студентів, але вони мають низку обмежень, які можна компенсувати використанням онлайн-симуляторів.

Навчання за допомогою виключно онлайн-симуляторів має недоліки:

– Відсутність реального досвіду. Студенти не набувають практичних навичок роботи з обладнанням.

– Залежність від технічних умов. Для проведення експерименту потрібен комп'ютер, мережа Інтернет та відповідне програмне забезпечення.

– Спрощення процесів. Симулятори моделюють явища спрощено, що знижує розуміння реальних процесів.

– Обмежена точність. Алгоритми симуляторів ігнорують похибки та випадкові чинники.

– Зниження практичної мотивації. Використання виключно симуляторів може знижувати мотивацію до практичної діяльності.

– Ліцензійні та фінансові обмеження. Деякі якісні симулятори є платними або потребують спеціальних освітніх ліцензій.

Порівняємо результати використання традиційних експериментів та онлайн-симуляторів під час проведення занять з фізики (табл. 1).

З таблиці 1 видно, що традиційні експерименти залишаються ключовими для формування практичних умінь і навичок роботи з обладнанням.

Онлайн-симулятори створюють безпечне, економічно ефективне та гнучке середовище, особливо корисне для моделювання складних або небезпечних явищ.

Головним недоліком проведення фізичного експерименту в онлайн-лабораторії є відсутність можливості визначення похибки. У симуляторах результати подаються як «ідеальні», без врахування похибок вимірювань, що позбавляє студентів досвіду роботи з реальними експериментальними даними та обробкою їх абсолютної та відносної похибки.

Найефективніший підхід до вивчення дисципліни «Фізика і астрономія» – комбіноване використання методів навчання: симулятори як підготовчий та аналітичний інструмент, а реальні експерименти для закріплення практичних навичок. Такий підхід компенсує обмеження кожного методу й забезпечує комплексне навчання. Пропонується проводити комбіноване навчання за алгоритмом інтеграції симуляторів і реальних експериментів (рис. 1).

1. Підготовчий етап. Викладач знайомить студентів із темою та ключовими поняттями. Студенти працюють з онлайн-симулятором (наприклад, PhET), щоб побачити базові закономірності та змінювати параметри в безпечному середовищі.

2. Віртуальне моделювання. Студенти виконують серію симуляцій, спостерігають за результатами та роблять попередні висновки.

3. Реальний експеримент. Після роботи з симулятором студенти переходять до традиційної лабораторної роботи, де застосовують знання, отримані під час моделювання, для роботи з обладнанням.

Таблиця 1

Порівняння результатів методів навчання

Критерій	Традиційні експерименти	Онлайн-симулятори
Практичні навички	Забезпечують досвід роботи з реальними приладами та матеріалами	Формують аналітичне мислення й навички моделювання, але не дають фізичного досвіду
Безпека	Існує ймовірність травм чи пошкодження обладнання	Повністю безпечні, виключають ризики для здоров'я та ресурсів
Вартість	Вимагають фінансових витрат на обладнання та матеріали	Економічні: потрібен лише комп'ютер і доступ до платформи
Доступність	Обмежені місцем і часом проведення	Можна використовувати при будь-якій формі навчання
Моделювання складних процесів	Неможливо відтворити деякі явища (наприклад, космічні чи молекулярні)	Легко відтворюють складні процеси
Повторюваність	Часто обмежена ресурсами та часом	Необмежене повторення експериментів зі зміною параметрів
Мотивація та інтерес	Сприяють зацікавленості завдяки практичній взаємодії, водночас вимагають значних організаційних зусиль	Підвищують мотивацію завдяки інтерактивності та візуалізації

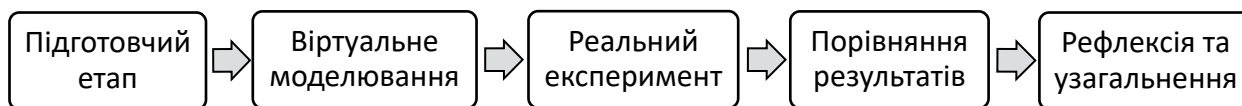


Рис. 1. Алгоритм інтеграції симуляторів і реальних експериментів

4. Порівняння результатів. Студенти зіставляють дані, отримані у симуляторі та під час реального експерименту. Проводять аналіз відмінностей та причин можливих розбіжностей різних методів виконання експерименту.

5. Рефлексія та узагальнення. Викладач організовує обговорення: які процеси зручніше для засвоєння в онлайн-симуляторі, а які під час реального експериментів. Формулюються висновки та рекомендації для подальшого навчання.

Такий алгоритм дозволяє поєднати безпеку й доступність онлайн-симуляцій із практичним досвідом традиційних експериментів, що робить навчання фізики більш ефективним і цікавим.

Наведемо приклад лабораторного заняття з фізики «Закон Ома для ділянки кола» із використанням віртуальної лабораторії та виконанням реального експерименту. Мета заняття: Ознайомити студентів із залежністю сили струму від напруги та опору. Обладнання: Онлайн-симулятор (наприклад, PhET). Джерело струму, резистори, амперметр, вольтметр, з'єднувальні проводи. Хід заняття включає п'ять етапів.

1. Організаційний етап. Коротке пояснення теми та постановка проблемного питання: «Як змінюється сила струму при зміні напруги?».

2. Робота з онлайн-симулятором. Студенти моделюють електричне коло у PhET. Змінюють параметри (напруга, опір) та спостерігають за зміною сили струму. Формують попередні висновки й будують графік залежності.

3. Реальний експеримент. Викладач організовує роботу з обладнанням у лабораторії. Студенти повторюють онлайн-експеримент з реальними приладами, фіксують результати вимірювань, розраховують похибку.

4. Порівняння результатів. Студенти зіставляють дані симулятора та реального експерименту. Обговорюють причини можливих відмінностей (похибки вимірювань, технічні обмеження).

5. Рефлексія та узагальнення. Формулюється висновок про закон Ома. Викладач підкреслює значення симулятора як підготовчого інструменту та реального експерименту як практичного підтвердження.

Як видно з прикладу заняття, поєднання методів проведення експерименту в онлайн-симуляторі та традиційного експерименту дозволяє:

- підготувати студентів до роботи з реальним обладнанням;
- забезпечити глибше розуміння фізичних процесів;
- навчити аналізувати похибки результатів експериментів та робити висновки про обмеження кожного методу.

Висновки. Проведення традиційних експериментів та використання онлайн-симуляторів має як переваги, так і обмеження. Найбільш ефективним є їхнє комбіноване застосування: симулятори виконують функцію підготовки, моделювання та аналітичного опрацювання, а реальні експерименти забезпечують закріплення практичних навичок і формування досвіду роботи з похибками вимірювань. Запропонований алгоритм інтеграції «підготовка – симуляція – експеримент – порівняння – рефлексія» дозволяє поєднати сильні сторони обох методів та зробити навчання більш ефективним і мотивуючим. Поєднання онлайн-симуляторів і традиційних експериментів є оптимальним рішенням для викладання фізики й астрономії в коледжі, оскільки компенсує недоліки кожного методу та забезпечує комплексне формування професійних компетенцій. Використання симуляторів у поєднанні з реальними експериментами сприяє розвитку критичного мислення, дослідницьких навичок, формуванню цифрової грамотності та підготовці студентів до вимог сучасного ринку праці. Подальші напрями досліджень є вивчення впливу онлайн-симуляторів на розвиток компетентностей здобувачів освіти.

Список літератури:

1. Закон України «Про освіту»: від 05 вересня 2017 р. № 2145-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19>
2. Листопадова В.В., Ільїна К.Є. Роль цифрових технологій в освіті. *Журнал «Перспективи та інновації науки». Серія «Педагогіка». Серія «Психологія». Серія «Медицина».* 2022. № 7(12). С. 41–45. [https://doi.org/10.52058/2786-4952-2022-7\(12\)-41-45](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2022-7(12)-41-45)

3. Потапчук О. Тенденції застосування цифрових технологій в системі вищої освіти України та країнах ЄС. *Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету*. 2024. № 1. С. 49–55. DOI: 10.31499/2307-4906.1.2024.302168
4. Геревенко А.М., Льбіна Т.В., Ібрагімова Л.А. Використання цифрових платформ для підвищення якості професійної освіти. *Академічні візії*. 2024. № 31. С. 1–12. <http://orcid.org/10.5281/zenodo.11442893>
5. Моторіна В.Г. Аналіз впливу цифрових технологій на якість вищої освіти в Україні. *Педагогічна академія: Наукові записки*. 2024. № 10. С. 1–17. <https://doi.org/10.5281/zenodo.13846988>
6. Квятковська А.О., Сустретов А.С. Роль програм симуляторів в дистанційному навчанні студентів фахових закладів. *Інформаційно-комунікаційні технології в освіті*. 2022. № 48(1). С. 201–204. <https://doi.org/10.32843/26636085/2022/48.1.42>
7. Дуганець В., Федірко П., Оленюк О. Особливості інтеграції віртуальних симуляторів у навчальний процес. *Професійно-прикладні дидактики*. 2023. № 1. С. 23–28. <https://doi.org/10.37406/2521-6449/2023-1-4>
8. Potkonjak, Veljko & Gardner, Michael & Callaghan, Victor & Mattila, Pasi & Guetl, Christian & Petrović, Vladimir & Jovanovic, Kosta. (2016). Virtual Laboratories for Education in Science, Technology, and Engineering: a Review. *Computers & Education*. 95. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.02.002>
9. Головка, Дар'я. Ефективність використання віртуальних симуляторів в освітньому процесі як засіб підготовки майбутніх фахівців до вимог сучасного ринку праці. *Адаптивне управління: теорія і практика. Серія «Педагогіка»*. 2023. № 17(33). С. 1–14. [https://doi.org/10.33296/2707-0255-17\(33\)-07](https://doi.org/10.33296/2707-0255-17(33)-07)
10. Семерня, О. М., Рудницька, Ж. О., Бородій, І. О. Цифрові ресурси, симулятори та мобільні додатки як інструменти підвищення мотивації студентів інженерних спеціальностей до вивчення фізики. *Педагогічні науки*. 2025. № 159. С. 120–129. <https://doi.org/10.31392/NZ-udu-159.2025.12>
11. Гнезділова В., Микитин Т., Різничук Н., Приймак А. Використання онлайн-лабораторій та симуляторів на уроках біології. *Вісник Дніпровської академії неперервної освіти: «Філософія. Педагогіка»*. 2025. № 1(8). С. 143–150. <https://doi.org/10.54891/2786-7013-2025-1-17>
12. Сяська І., Пономаренко В. Застосування цифрових освітніх технологій і ресурсів у природничій освіті школярів. *Актуальні питання гуманітарних наук*. 2023. № 65(3). С. 297–303. <https://doi.org/10.24919/2308-4863/65-3-45>
13. Гойванович, Наталія & Войтович, Христина & Коссак, Григорій & Біла, Мар'яна. Інтерактивний віртуальний симулятор Phet як освітнє середовище для вивчення математично-природничих наук. *Природнича освіта та наука*. 2024. № 2. С. 5–13. <https://doi.org/10.32782/NSER/2024-2.01>
14. Ткаченко В., Жадан О. Використання інтерактивних симуляцій на уроках фізики у старшій школі: методика навчання фізики та астрономії в закладах загальної середньої та вищої освіти. *Збірник наукових праць фізико-математичного факультету ДДПУ*. 2024. № 14. С. 148–153. <https://doi.org/10.31865/2413-26672415-3079142024311518>
15. Kaidan V.P. The use of internet simulations in the process of teaching physics on the example of tasks for laboratory activities. *E-learning teXnology*. 2024. 8. 44–50. <https://doi.org/10.31865/2709-840082024316945>

Peretiaka N.O., Riezniak K.V. AUTOMATION OF EDUCATIONAL EXPERIMENTS THROUGH DIGITAL TECHNOLOGIES

This article presents a comprehensive analysis of the effectiveness of online simulators in teaching at the college level and their integration with traditional laboratory experiments. While traditional experiments remain indispensable for the acquisition of practical skills and direct interaction with physical equipment, they require significant financial and material resources, involve organizational complexity, and pose safety risks. In the context of the digital transformation of education, the integration of information and communication technologies is considered a crucial factor in ensuring accessibility, flexibility, and quality of the learning process. Online simulators and virtual laboratories provide a safe, economically feasible, and adaptable environment for modeling complex physical phenomena that are difficult or impossible to reproduce under real conditions. At the same time, they foster the development of critical thinking, analytical abilities, and professional competencies of students. A review of modern simulation platforms actively implemented in higher education institutions of the EU and Ukraine demonstrates their growing role in enhancing educational practices. The advantages of online simulators include safety, unlimited repetition of experiments, modeling of processes inaccessible in traditional laboratories, and increased student motivation. Nevertheless, several limitations are identified: lack of real experience with equipment, dependence on technical conditions, simplification of processes, and the impossibility of determining measurement errors, which is considered the main drawback of online laboratories. A comparative analysis of traditional experiments and digital simulations confirms the feasibility of their combined use. An algorithm for integrating simulators and real experiments into the educational process is proposed, comprising preparatory stage, virtual modeling, real

experimentation, comparison of results, and reflection. An illustrative example of a lesson on “Ohm’s Law for a section of a circuit” demonstrates the effectiveness of this combined approach. It is concluded that the synergy of traditional experiments and online simulators ensures comprehensive knowledge acquisition, the formation of practical skills, the development of research competencies, and increased motivation of students to study physics and astronomy.

Keywords: *online simulation tools, physics and astronomy education, virtual labs, competence development, blended learning approaches, student engagement and motivation.*

Дата першого надходження статті до видання: 14.01.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 19.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 08.04.2026