

## ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ІНТЕГРАЦІЇ РЕАЛЬНОГО ТА ВІРТУАЛЬНОГО НАВЧАЛЬНОГО ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ В ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ФІЗИКИ

### THEORETICAL ASPECTS OF INTEGRATION OF REAL AND VIRTUAL EDUCATIONAL PHYSICAL EXPERIMENT IN THE SCHOOL PHYSICS COURSE

Стаття присвячена проблемі використання інтеграції реального та віртуального фізичного експерименту в освітньому процесі. В умовах сьогодення оптимальними засобами під час постановки фізичного експерименту є засоби цифрових технологій, які сприяють підвищенню ефективності реального фізичного експерименту та надають можливість зрозуміти суть фізичних явищ та закономірності перебігу фізичних процесів. Використання реального комп'ютеризованого або віртуального фізичного експериментів безумовно активізують пізнавальну діяльність здобувачів освіти, але лише їх поєднання приносить бажаний результат під час навчання фізики та забезпечує наочність та доступність сприйняття матеріалу.

Тому, активно використовується нова форма наочності – віртуальна, яка доповнює фізичний експеримент. Перевагами інтеграції реального та віртуального експерименту є: доступність, гнучкість, візуалізація, інтерактивність, а також віртуальні лабораторії дозволяють проводити експерименти, які неможливо здійснити в реальних умовах.

У статті окреслено психолого-педагогічні умови ефективної інтеграції під час вивчення фізики; зазначено, що вирішальним фактором ефективного використання інтеграції реального та віртуального фізичного експерименту у навчально-виховному процесі є знання і вміння вчителя, який застосовує ці технології, раціонально поєднуючи їх з традиційними. Для реалізації віртуального експерименту пропонується велика кількість програмних продуктів, серед них: PhET Interactive Simulations, Algodoo, Virtual Physics Laboratory, Roqed та інші. Здобувачі освіти можуть використовувати віртуальні лабораторії для виконання домашніх завдань та проєктів, для проведення додаткових досліджень, які виходять за рамки шкільної програми.

Використання інтеграції реального та віртуального фізичного експерименту забезпечує формування та удосконалення навичок використання інформаційних і комунікаційних технологій; здатності до пошуку, оброблення й аналізу інформації з різних джерел, необхідної для розв'язування наукових і професійних завдань; здатності застосовувати сучасні освітні технології для проведення освітніх досліджень та навчально-дослідницької діяльності з пред-

метної галузі, упровадження STEM-освіти; здатності до проєктування, програмування та використання робототехнічних засобів.

**Ключові слова:** віртуальний експеримент, реальний експеримент, інтеграція, фізика, освітній процес.

The article is devoted to the problem of using the integration of real and virtual physical experiments in the educational process. In today's conditions, the optimal means for setting up a physical experiment are digital technologies that help to increase the efficiency of a real physical experiment and provide an opportunity to understand the essence of physical phenomena and the laws of physical processes. The use of real computerized or virtual physical experiments certainly activates the cognitive activity of students, but only their combination brings the desired result in teaching physics and provides clarity and accessibility of the material.

Therefore, a new form of visualization is actively used - virtual, which complements the physical experiment. The advantages of integrating real and virtual experimentation are: accessibility, flexibility, visualization, interactivity, and virtual laboratories allow for experiments that cannot be performed in real conditions.

The article outlines the psychological and pedagogical conditions for effective integration in the study of physics; it is noted that the decisive factor in the effective use of the integration of real and virtual physical experiment in the educational process is the knowledge and skills of the teacher who uses these technologies, rationally combining them with traditional ones. To implement a virtual experiment, a large number of software products are offered, including: PhET Interactive Simulations, Algodoo, Virtual Physics Laboratory, Roqed, and others. Students can use virtual laboratories to complete homework and projects, to conduct additional research that goes beyond the school curriculum.

The use of the integration of real and virtual physical experiments ensures the formation and improvement of skills in the use of information and communication technologies; the ability to search, process and analyze information from various sources necessary for solving scientific and professional problems; the ability to apply modern educational technologies for educational research and research activities in the subject area, the introduction of STEM education; the ability to design, program and use robotics

**Key word:** virtual experiment, real experiment, integration, physics, educational process.

УДК 378.018.43  
DOI <https://doi.org/10.32782/2663-6085/2024/76.29>

**Ляцук Д.В.,**  
аспірант кафедри фізики та методики її навчання  
Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка

**Федчишин О.М.,**  
канд. пед. наук,  
доцент кафедри фізики та методики її навчання  
Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка

#### Постановка проблеми в загальному вигляді.

Фізика – наука експериментальна, тому експеримент є основою фізичної освіти і на нього не може вплинути процес цифровізації освіти. Сьогодні у загальній освітній підготовці здобувачів освіти спостерігається недостатня сформованість умінь

опрацювати інформацію, вільно використовувати здобуті знання для розв'язання практичних завдань, аналізу нестандартних ситуацій тощо. Значну допомогу для реалізації таких завдань на уроках фізики надає саме навчальний фізичний експеримент. Проведення навчального фізичного

експерименту з використанням цифрових засобів навчання дозволяє не тільки компенсувати недостатню матеріальну базу кабінетів фізики, але і сприяє розвитку критичного і творчого мислення учнів, уміння аналізу, синтезу та оцінювання інформації на основі інтерпретації даних, графіків, таблиць тощо [4].

В умовах сьогодення оптимальними засобами під час постановки фізичного експерименту є засоби цифрових технологій, які сприяють підвищенню ефективності реального фізичного експерименту та надають можливість зрозуміти суть фізичних явищ та закономірності перебігу фізичних процесів. Тому, широко використовується нова форма наочності – віртуальна, яка доповнює фізичний експеримент. Використання реального комп'ютеризованого або віртуального фізичного експериментів безумовно активізують пізнавальну діяльність учнів, але лише їх поєднання приносить бажаний результат під час навчання фізики і забезпечує наочність та доступність сприйняття матеріалу.

#### **Аналіз останніх досліджень та публікацій.**

Проблеми теоретичного обґрунтування та створення віртуально орієнтованого навчального середовища з фізики у своїх працях розглядали В. Ю. Биков, С. П. Величко, А. М. Гуржій, О. М. Желюк, Ю. О. Жук, О. М. Соколюк, М. І. Шут та інші [1, 2, 3, 4].

У роботах [7, 8, 9, 10] досліджено, що застосування програмних ресурсів для моделювання фізичних процесів забезпечує підвищення якості знань здобувачів освіти, формування фахових знань та умінь, якісніше розуміння фізичних концепцій; що онлайн-лабораторії ідеально доповнюють теоретичні курси, але не замінюють реальні лабораторні роботи та не забезпечують набуття здобувачами освіти досвіду експериментальної діяльності.

**Мета статті** – теоретично обґрунтувати доцільність інтеграції реального та віртуального навчального фізичного експерименту в шкільному курсі фізики.

**Виклад основного матеріалу.** Інтеграція реального та віртуального фізичного експерименту – це сучасний підхід до навчання фізики, який поєднує традиційні лабораторні роботи з використанням комп'ютерних симуляцій та віртуальних середовищ. Такий підхід дозволяє створити більш ефективне та цікаве навчальне середовище, яке сприяє глибшому розумінню фізичних явищ та розвитку ключових компетентностей учнів. Інтеграція реального та віртуального фізичного експерименту відкриває нові можливості для навчання. Проте, для досягнення максимальної ефективності інтеграції реального та віртуального фізичного експерименту в освітньому необхідно враховувати низку психолого-педагогічних умов, а саме:

1. Мотивацію до навчання, що передбачає активізацію інтересу учнів до фізики; віртуальний експеримент має бути цікавим та захоплюючим для здобувачів освіти. Використання інтерактивних елементів, візуальних ефектів та ігрових елементів може значно підвищити мотивацію.

2. Зв'язок між віртуальним експериментом та реальним життям має бути очевидним для учнів. Пояснення, як отримані знання можуть бути застосовані на практиці, робить навчання більш значущим.

3. Учні повинні мати можливість активно взаємодіяти з віртуальним експериментом, змінювати параметри, проводити власні дослідження. Системний зворотній зв'язок допомагає учням розуміти свої помилки та коригувати свої дії.

4. Віртуальні моделі повинні бути яскравими, інтуїтивно зрозумілими та деталізованими, що забезпечує реалізацію принципу наочності під час навчання фізики. Анімація допомагає візуалізувати динамічні процеси та зробити навчання більш ефективним.

5. Завдання для віртуального експерименту повинні бути адаптовані до індивідуальних особливостей кожного учня. Учні повинні мати можливість вибирати напрямки дослідження, що відповідають їхнім інтересам.

6. Спільне виконання віртуальних експериментів сприяє розвитку комунікативних навичок та вмінню працювати в команді.

7. Обговорення результатів експерименту в групі дозволяє учням поглибити свої знання та розширити кругозір.

Одним з вирішальних факторів ефективного використання інтеграції реального та віртуального фізичного експерименту у навчально-виховному процесі є знання і вміння вчителя, який застосовує ці технології, раціонально поєднуючи їх з традиційними. Розроблення та впровадження інформаційних технологій навчання фізики ґрунтується на змінах навчальної діяльності учня та кардинальній модернізації діяльності вчителя фізики, який повинен володіти певними методичними прийомами, а саме знати методологічні аспекти, цілі та завдання застосування інформаційних технологій навчання фізики; функції, значення і місце інформаційних технологій та засобів навчання фізики в навчально-виховному процесі [6, с. 184].

Вчитель повинен бути готовий надати необхідну підтримку учням, відповідати на їхні запитання та допомагати у вирішенні проблем; проводити систематичне оцінювання для відстежування прогресу учнів та коригувати навчальний процес; створювати та підтримувати інтерес учнів до фізики; забезпечувати сприятливу атмосферу в класі, що сприяє кращому засвоєнню матеріалу, враховувати різні стилі навчання та пізнавальних процесів; розвивати уміння в учнів самостійно організовувати свою навчальну діяльність.

Загалом, поєднання реальних експериментів з віртуальним моделюванням – це потужний інструмент, який відкриває нові горизонти для навчання фізики. Такий підхід дозволяє учням глибше зануритися у вивчення фізичних явищ, отримати більш повне уявлення про процеси, що відбуваються, та розвинути навички критичного мислення і вирішення проблем. Використання інтеграції реального та віртуального фізичного експерименту забезпечує формування та удосконалення навичок використання інформаційних і комунікаційних технологій; здатності до пошуку, оброблення й аналізу інформації з різних джерел, необхідної для розв'язування наукових і професійних завдань; здатності застосовувати сучасні освітні технології для проведення освітніх досліджень та навчально-дослідницької діяльності з предметної галузі, упровадження STEM-освіти; здатності до проектування, програмування та використання робототехнічних засобів; здатності застосовувати набуті знання для формування ключових і предметних компетентностей здобувачів освіти тощо [7, с. 54].

Перевагами інтеграції реального та віртуального експерименту є:

- доступність: віртуальні експерименти дозволяють проводити дослідження, які можуть бути небезпечними або дорогими у реальних умовах;
- гнучкість: моделювання дозволяє змінювати параметри експерименту, повторювати його багаторазово, спостерігати за процесами у сповільненому режимі або з різних ракурсів;
- візуалізація: віртуальні моделі наочно демонструють абстрактні поняття та процеси, які важко уявити лише за теоретичними описами;
- інтерактивність: здобувачі освіти можуть активно взаємодіяти з моделями, змінюючи умови експерименту та спостерігаючи за результатами;
- додаткові можливості: віртуальні лабораторії дозволяють проводити експерименти, які неможливо здійснити в реальних умовах, наприклад, досліджувати рух тіл у вакуумі або вивчати поведінку частинок на атомному рівні.

Для того, щоб інтеграція реального та віртуального експерименту була ефективною варто перед проведенням реального експерименту створити віртуальну модель, щоб учні могли сформулювати гіпотези та спланувати дослідження. Така віртуальна модель може використовуватися для візуалізації процесів, які відбуваються під час експерименту, та для пояснення отриманих результатів. Віртуальні лабораторії можуть автоматично збирати та обробляти дані, що отримані в ході експерименту, дозволяючи учням зосередитися на аналізі результатів та формулюванні висновків.

Зауважимо, що учні можуть використовувати віртуальні лабораторії для виконання домашніх завдань та проектів, для проведення додаткових

досліджень, які виходять за рамки шкільної програми.

Для реалізації віртуального експерименту сьогодні пропонується велика кількість програмних продуктів: *PhET Interactive Simulations* – безкоштовна бібліотека інтерактивних симуляцій з фізики, хімії та біології; проста у використанні, має великий вибір симуляцій на різні теми <https://phet.colorado.edu/uk/>.

*Algodo* – програма для проектування, конструювання та дослідження фізичних явищ та процесів; дозволяє створювати власні симуляції <http://www.algodo.com/>.

*Virtual Physics Laboratory* – комплексна програма, яка включає широкий спектр віртуальних лабораторних робіт <https://vplab.ndo.co.uk/>.

*Roqed* – програма, що пропонує широкий спектр віртуальних лабораторних робіт з фізики <https://roqed.com.ua/rs.html#part1>. Проведення експериментів із використанням ресурсу *Roqed* – це корисний та захоплюючий процес, додаток містить понад 250 лабораторних інструментів, це ідеальне середовище для підготовки та проведення експериментів будь-якої складності на основі шкільної програми.

Віртуальний 3D симулятор лабораторних та практичних робіт по фізиці, який дозволяє учням в інтерактивному та цікавому режимі самостійно або під контролем вчителя системно вивчати різні фізичні явища, процеси та проводити дослідження. Також учень може дати відповіді на поставлені задачі, які автоматично надсилаються електронною поштою вчителю.

При виборі електронних ресурсів для віртуального фізичного експерименту необхідно враховувати вік учнів – для учнів основної школи підійдуть програми з простим інтерфейсом та яскравою графікою. Для старшокласників можна використовувати більш складні програми з розширеними функціональними можливостями. Також вибір програми залежить від того, які саме фізичні явища планується вивчати.

Практично під час вивчення більшості тем з фізики можна використовувати поєднання реального та віртуального експерименту: моделювання руху тіл, дослідження законів збереження, вивчення сил тертя; створення електричних схем, дослідження електромагнітної індукції, вивчення властивостей магнітного поля; моделювання проходження світла через різні середовища, дослідження явищ дифракції та інтерференції; моделювання будови атома, дослідження радіоактивного розпаду тощо.

Наприклад, досліджуючи заломлення світла реальний експеримент можна доповнити комп'ютерною моделлю «Заломлення світла» <https://phet.colorado.edu/uk/simulations/bending-light>.



Ця симуляція дозволяє пояснити як світло заломлюється на межі поділу двох середовищ, визначити кут заломлення, перевірити закони Снелліуса перевірити дані, отримані під час виконання реального експерименту; описати як швидкість та довжина хвилі світла змінюється в різних середовищах. Під час використання комп'ютерних моделей на уроках фізики вчитель повинен чітко формулювати цілі кожного віртуального експерименту; здійснити підбір відповідних методів навчання, які б сприяли досягненню поставлених цілей; використовувати якісні та доступні навчальні матеріали.

Також вчитель має оцінювати не тільки кінцевий результат, а й процес виконання завдання, вміння аналізувати дані та робити висновки; варто використовувати оцінювання за критеріями, тобто потрібно чітко визначити, показники за якими оцінюється робота здобувачів освіти, а також варто проводити систематично формувальне оцінювання, щоб відстежувати прогрес учнів та вносити необхідні корективи в навчальний процес.

Вибір правильного програмного забезпечення для віртуальних експериментів є критично важливим для ефективного навчання фізики.

**Висновок.** Інтеграція реального та віртуального фізичного експерименту – це перспективний напрямок розвитку сучасної освіти. Такий підхід дозволяє зробити навчання фізики більш ефективним, цікавим та доступним для здобувачів освіти різного рівня підготовки. Дотримання психолого-педагогічних умов дозволить зробити віртуальний фізичний експеримент ефективним інструментом навчання, який сприятиме розвитку здобувачів освіти як особистостей та майбутніх фахівців.

Перспективою подальших досліджень є створення ефективних моделей оцінювання результатів навчання при використанні віртуальних лабораторій.

#### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Биков В. Ю., Лапінський В. В., Пилипчук А.Ю., Шишкіна М. П. *Засоби інформаційно-комунікаційних технологій єдиного інформаційного простору системи освіти України* : монографія / за наук. ред. проф. В. Ю. Бикова. Київ: Педагогічна думка, 2010. 160 с.
2. Гуржій А. М., Лапінський В. В. Електронні освітні ресурси як основа сучасного навчального середовища загальноосвітніх навчальних закладів. *Інформаційні технології в освіті*. Випуск 15. Херсон : ХДУ, 2013. С. 30–37.
3. Головка М. В., Крижановський С. Ю., Мацюк В. М. Моделювання віртуального фізичного експерименту для систем дистанційного навчання в загальноосвітній і вищій педагогічній школах. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 2015. 47 (3). С. 36–48.



Рис. 1. Комп'ютерна симуляція «Заломлення світла»

менту для систем дистанційного навчання в загальноосвітній і вищій педагогічній школах. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 2015. 47 (3). С. 36–48.

4. Лаврова А. В. Сучасний підхід до проведення навчального фізичного експерименту. *Збірник матеріалів VI Всеукраїнського науково-методичного семінару «Комп'ютерне моделювання в освіті»*. Кривий Ріг, 2013. С. 108–110

5. Федчишин О., Мохун С., Чопик П. Віртуальний фізичний експеримент як засіб удосконалення фахових компетентностей здобувачів освіти в умовах дистанційного навчання. *Фізико-математична освіта*, 2023. Том 38. № 2. С. 50–55. DOI: 10.31110/2413-1571-2023-038-2-008/

6. Федчишин О. М. Діяльність вчителя на уроках фізики з використанням інформаційних технологій та засобів навчання. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи* : тези доп. Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конф. (м. Тернопіль, 9–10 листопада, 2017) : Т. 2017. С. 244–248

7. Hamed, G., & Aljanazrah, A. The effectiveness of using virtual experiments on students' learning in the general physics lab. *Journal of Information Technology Education: Research*, 2020, (19). 977–996.

8. Hasan, R. B., Aziz, F. B., Mutaleb, H.A., & Umar, Z. Virtual reality as an industrial training tool: a review. *Journal of Advanced Reviewon Scientific Research*, 2017, 29 (1), 20–26.

9. Husnaini, S. & Chen, S. Effects of guided inquiry virtual and physical laboratories on conceptual understanding, inquiry performance, scientific inquiry self-efficacy, and enjoyment. *Physical Review Physics Education Research*, 2019, 15 (1). 1–16. doi: 10.1103/physrevphyseducre.15.010119.

10. Chang, K. E., Chen, Y. L., Lin, H Y & Sung, Y. T. Effects of learning support in simulation based physics learning. *Computers & Education*, 2008, 51 (4), 1486–1498.

11. Wong, W. K., Chen, K. P., & Chang, H. M. A comparison of a virtual lab and a microcomputer-based lab for scientific modeling by college students. *Journal of Baltic Science Education*. 2020, 19 (1), 157–173. <https://doi.org/10.33225/jbse/20.19.157>.