



Віртуальний експеримент як складова сучасного уроку фізики: організаційно-методичний аспект

Роман Демедюк,
Андрій Заїка,
Юлія Тютюнник,
Сергій Колесников

Розвиток інформаційних технологій трансформує методики викладання в освіті, особливо в традиційно складних галузях, таких як фізика. Викладання фізики стикається з труднощами, що в першу чергу пов'язані з абстрактним характером її концепцій. Таким чином, комп'ютерне моделювання стає інноваційною та ефективною альтернативою, оскільки дозволяє представляти складні фізичні явища в інтерактивних цифрових середовищах за активної участі учнів та полегшуючи візуалізацію процесів, які в традиційних лабораторіях можуть бути дорогими, небезпечними або нездійсненними. Дослідники всього світу вивчають можливості віртуальних лабораторій і відзначають їх позитивний вплив на мотивацію учнів, розвиток дослідницьких навичок, надаючи безпечний, безперервний та відтворюваний доступ до експериментів. У вітчизняній науковій літературі також представлений цей напрям, однак методичні аспекти впровадження симуляцій на уроках фізики залишаються недостатньо розробленими. Аналіз публікацій свідчить про недосконалість системного підходу використання цифрових інструментів на різних етапах навчання. Отже, актуальність дослідження зумовлена потребою у науково обґрунтованому методичному забезпеченні застосування онлайн-симу-

ляцій у навчанні фізики в сучасній українській школі.

Мета статті — аналіз вітчизняної та зарубіжної наукової літератури щодо організаційно-методичних підходів використання віртуального експерименту як складової сучасного уроку фізики.

Проведення лабораторних занять із фізики із застосуванням онлайн-симуляцій передбачає використання відповідних методичних підходів. Аналіз робіт вітчизняних та зарубіжних авторів свідчить, що використання віртуальних лабораторій на уроках сприяє формуванню теоретичних знань та дослідницьких умінь учнів [1–5]. Зокрема, фахівці рекомендують поєднувати цифрові експерименти з реальними дослідженнями в змішаному форматі навчання: це дозволяє поступово нарощувати складність завдань і краще закріплювати матеріал. Вчитель має ретельно планувати роботу — забезпечити підготовчі інструкції, чітке формулювання мети та завдань, а також аналіз результатів.

Симуляції доцільно використовувати на різних етапах уроку, що забезпечує цілісний підхід до лабораторної роботи. Зокрема, доцільно передбачити [3, 6, 7]:

- *підготовчий етап*: учень знайомиться з експериментальною установкою та методом дослідження у віртуальному середовищі. Наприклад, перед вимірю-

ванням електричних величин учні можуть ознайомитися з віртуальним вольтметром або зібрати схему на онлайн-симуляції PhET. Це дає учням початкові уявлення про процес і допомагає ставити гіпотези. Така підготовча частина скорочує час підготовки до реального експерименту і підвищує обізнаність учнів;

- *основний етап* (лабораторна робота): учні проводять експеримент (реальний або віртуальний) з формулюванням мети, планом дій і фіксацією результатів. Якщо реальний дослід неможливий (через брак обладнання, час або безпеку), віртуальна модель може його замінити. Учні виконують всі процедури дослідницького циклу: варіюють параметри, будують графіки, роблять висновки так, як би це було у фізичній лабораторії;

- *етап закріплення та узагальнення*: після основної роботи симуляція використовується для повторного дослідження та перевірки закономірностей. Учні можуть змінювати початкові умови досліду або вводити додаткові параметри, що впливають на хід досліду. Додаткові завдання на симуляції допомагають поглибити знання та розвинути навички аналізу даних.

Такий покроковий підхід забезпечує поступове ускладнення дослідницьких завдань і дозволяє учням пройти повний цикл наукової роботи — від постановки проблеми до узагальнення результатів. Для ефективної інтеграції вкрай важливо забезпечити наявність методичних матеріалів (інструкцій, завдань, підказок) з кожною симуляцією і провести попередній інструктаж. Педагог повинен попередньо опанувати технічні аспекти обраних симуляцій, щоб зменшити часові витрати на підготовку — дослідники підтверджують [8, 9], що інтерактивні симуляції знижують час і зусилля, необхідні для проведення дослідів порівняно з реальними лабораторіями. Дослідники сходяться в тому, що комп'ютерні симуляції забезпечують важливі педагогічні переваги, зокрема зміцнення практично-теоретичного навчання, покращення концептуального

розуміння та розвиток критичного мислення, що важливо не тільки для навчання, але і для подальшого життя.

Розглянемо практичну реалізацію описаного підходу на прикладі лабораторної роботи з теми «Закон Ома для ділянки кола» (8 клас), щоб наочно простежити дії вчителя та учнів на кожному з етапів уроку. Для цього скористаємося симуляцією PhET «Лабораторія електрики: постійний струм — віртуальна лабораторія» [10].

Підготовчий етап.

1. Вчитель відкриває симуляцію PhET і демонструє елементи схеми (резистор, джерело струму, амперметр, вольтметр).

2. Учні самостійно на власних пристроях заходять за посиланням і збирають просту схему: джерело $\rightarrow$ резистор $\rightarrow$ амперметр, вольтметр — паралельно резистору.

3. Учні фіксують у зошиті назви приладів, їх розташування у схемі та одиниці вимірювання (В, А, Ом).

4. Вчитель ставить запитання: «Що станеться з силою струму, якщо збільшити напругу вдвічі?» — учні формують гіпотезу письмово.

5. Учні змінюють напругу у симуляції (5 В $\rightarrow$ 10 В) і спостерігають зміну показань амперметра — перевіряють власну гіпотезу ще до реального досліду.

Основний етап

1. Учні отримують картку з метою роботи: «Встановити залежність сили струму від напруги при сталому опорі» і заповнюють рядок «Мета» у протоколі.

2. Учні складають план дій: обрати значення напруги (2, 4, 6, 8, 10 В), зафіксувати показання амперметра для кожного, побудувати графік $I(U)$.

3. У симуляції (або з реальним обладнанням) учні по чергово виставляють кожне значення напруги, зчитують і вносять дані в таблицю протоколу.

4. Учні змінюють опір резистора (10 Ом $\rightarrow$ 20 Ом) і повторюють вимірювання — отримують інший набір даних для порівняння.

5. За табличними даними учні будують два графіки $I(U)$ на одній координатній площині й порівнюють нахили прямих.

6. Учні записують висновок: формулюють закон Ома на основі власних даних, вказують, як опір впливає на нахил графіка.

Етап закріплення та узагальнення

1. Учні повертаються до симуляції й змінюють початкові умови: підключають два резистори послідовно замість одного — спостерігають зміну загального опору й струму.

2. Вчитель дає додаткове завдання: *«Підібрати значення опору так, щоб при напрузі 9 В сила струму становила рівно 0,3 А»* — учні розраховують і перевіряють за допомогою симуляції.

3. Учні вводять третій параметр — внутрішній опір джерела — і спостерігають, як реальна напруга на клеммах відрізняється від ЕРС.

4. Учні аналізують відхилення між теоретичним розрахунком (за формулою) і показаннями симуляції, пояснюють причини у зошиті.

5. Вчитель проводить усне опитування або коротке тестування (3–4 запитання) на основі даних, отриманих у симуляції, — учні відповідають, спираючись на власні графіки й висновки.

Послідовне проходження всіх етапів уроку з використанням зазначеної симуляції забезпечує повноцінний дослідницький цикл, у якому кожен етап складається з чітко визначених дій вчителя та учнів та логічно впливає з попереднього.

Вибір симуляції визначає успіх всього заняття. При відборі таких інструментів слід враховувати як педагогічні, так і технічні критерії [11, 12]:

- академічна достовірність. Змодельовані процеси повинні точно відповідати фізичним законам. Висока точність обчислень підвищує науковість досліджу;
- інтерактивність. Наявність параметрів для зміни (струм, сила, маса тощо) і реального часу реакції системи. Це забезпечує активну участь учня;

- відповідність програмі. Зміст і рівень складності симуляції мають відповідати навчальній програмі та віку учнів. Ідеально, якщо симуляцію супроводжують методичні рекомендації;

- зручність інтерфейсу. Інтуїтивно зрозуміле меню, локалізація українською мовою, доступність на різних пристроях. Важливо, щоб учні могли швидко опанувати управління;

- технічна доступність. Робота через браузер без додаткового ПЗ, стабільність під час експерименту, мінімальні апаратні вимоги. Краще, якщо симуляція безкоштовна;

- мотиваційний потенціал. Наявність елементів гри чи сюжетних сценаріїв, система зворотного зв'язку (підказки, бейджі, результати), що підвищує зацікавленість учнів

Як показав аналіз літератури, найважливішими є наукова достовірність і рівень інтерактивності. Наприклад, серед вітчизняних і міжнародних платформ вчителі віддають перевагу добре перевіреним симуляціям PhET та Labster. Платформа PhET ідеально підходить для базових демонстрацій для формування первинних уявлень [3, 7]. Labster в свою чергу пропонує глибокі 3D-лабораторії з елементами гейміфікації, що забезпечують більшу насиченість дослідницькими завданнями і дають можливість побачити сюжети, наближені до реального наукового експерименту [6].

Онлайн-симуляції добре пристосовані як до індивідуальної роботи учнів, так і до групових дослідницьких проєктів [13, 14]. Під час самостійної роботи учень працює з моделлю у власному темпі: може багаторазово повторювати експеримент, аналізувати різні комбінації параметрів та фіксувати результати. Така свобода вибору сприяє розвитку самостійності, аналітичного мислення і дослідницьких навичок. Особливо корисна самостійна робота для учнів з низькою академічною успішністю або в умовах дистанційного навчання, адже кожен може вправлятися з математичною точністю без обмежень ресурсів і часу.

Групове використання симуляцій заохочує співпрацю та обмін знаннями. Клас можна розділити на невеликі групи, кожна з яких одержує своє завдання в межах теми. Наприклад, одна група досліджує вплив зміни маси тіл на прискорення, інша — вивчає залежність сили пружності від деформації. Після виконання роботи учні порівнюють і обговорюють спостереження. Важливо, щоб учні долучалися до усіх етапів: постановки задачі, планування експерименту, обговорення результатів. У цьому процесі вчитель виступає фасилітатором, а не єдиним джерелом знань. Він створює умови для самоорганізації, ставить проблемні запитання, допомагає налагодити дискусію та організувати дослідницький процес.

Практичні поради з організації:

- формулювання очікувань: чітко проговорити, за якими критеріями будуть оцінюватися результати;
- ролі в групі: призначити відповідальних за моделювання, збір даних, аналіз та презентацію. Це дозволить кожному учневі проявити себе і засвоїти різні аспекти роботи;
- комунікація: передбачити час для обговорення результатів всім класом. Це може бути письмовий звіт, презентація або журнал спостережень. Зворотний зв'язок від вчителя важливий і під час виконання, і після завершення роботи.

Окремої уваги заслуговує використання онлайн-симуляцій у позаурочній діяльності [15]. Залучення учнів до роботи з віртуальними лабораторіями в рамках гуртків, факультативів або наукових тижнів є ефективним інструментом мотивації та поглибленого вивчення предмета, оскільки дозволяє виходити за межі стандартної програми та досліджувати фізичні явища, недоступні в умовах звичайного уроку. Такий формат підтримує природну допитливість учнів і стимулює їхній інтерес до науки поза межами класу, що в свою чергу, також сприяє інтегральному розвитку учнів.

Автори роботи [16] підтверджують попередню думку, зазначаючи, що неформальне навчання є доповненням до наукової освіти. В одному з таких досліджень представлено аналіз змісту навчальних програм з фізики та хімії, які пропонуються для участі в неформальній науковій діяльності, такої як шкільний конкурс кристалізації. Важливо зазначити, що результати даної роботи показують, що методологія, яка використовується в цій діяльності, дозволяє учням працювати над певним змістом, закріплювати його та, що не менш важливо, отримувати глибше розуміння науки, що також сприяє їхній науковій грамотності.

Не менш перспективним є використання симуляцій у домашньому експерименті [3, 17, 18]. Виконання віртуальних дослідів удома дозволяє учням самостійно перевіряти гіпотези, закріплювати вивчений матеріал у зручний час і розвивати практичні дослідницькі вміння без потреби у спеціальному обладнанні, що загалом сприяє підвищенню їхньої предметної компетентності.

Оцінювання на уроках з онлайн-симуляціями має включати традиційні і нові форми контролю [18, 19]. Разом із стандартними тестами й завданнями важливо аналізувати результати віртуальних досліджень. Для цього можна використовувати вбудовані в симуляції засоби фіксації даних (лог-файли, автоматичні звіти), що дозволяють відстежити послідовність дій учня, його вибір параметрів та проміжні результати. Рекомендовано інтегрувати ці дані у систему критеріїв оцінювання: наприклад, враховувати обґрунтованість гіпотез, хід експерименту, аналіз похибок. Отже, оцінювати учнів слід комплексно: враховувати як традиційне усне/письмове опитування, так і результати роботи із симуляціями. Наприклад, у фінальному звіті чи доповіді учні можуть подавати графіки, таблиці та власні розрахунки, отримані в процесі моделювання. Особливо корисні відкриті запитання та завдання на інтерпретацію даних. Важливим також є оцінювання не тільки результату, але й самого процесу. Таким чином, поєднання об'єктивних тестів і результатів практичної

діяльності у віртуальному середовищі дає комплексну картину навчальних досягнень учнів. Так, в дослідженні про формувальне та підсумкове оцінювання [20] зазначається, що в першому випадку забезпечується постійний зв'язок, також спостерігається покращення навчання та знижується рівень тривожності, тоді як підсумкове оцінювання використовується більше для підтвердження кінцевих результатів, але, з іншого боку, цей вид оцінювання також може підвищувати рівень стресу в учнів. Таким чином, важливим є не тільки оцінювання кінцевих результатів, але й всього процесу.



Отже, використання інтерактивних симуляцій на уроках фізики підвищує мотивацію учнів до вивчення предмета та сприяє розвитку їх дослідницьких навичок. Представлена модель використання симуляцій включає три етапи (підготовчий, основний та закріплюючий) для забезпечення цілісності навчання, що дозволяє виконати повний цикл наукового дослідження від формулювання гіпотези до аналізу результатів. При виборі симуляції слід враховувати як педагогічні, так і технічні критерії: академічна достовірність, інтерактивність, відповідність програмі, зручність інтерфейсу, технічна доступність, мотиваційний потенціал. Практична апробація на прикладі теми «Закон Ома для ділянки кола» з описом дій вчителя та учнів на кожному з етапів уроку показала, що віртуальні лабораторії дозволяють глибше зрозуміти взаємозв'язок між фізичними величинами. Тут учні залучені до всіх етапів дослідження: постановки задачі, планування і виконання дослідів, аналіз і обговорення результатів. Важливим є те, що в цьому процесі вчитель виступає фасилітатором, а не єдиним джерелом знань. Це стимулює формування сприятливого середовища для самоорганізації учнів при індивідуальній роботі з симуляціями та ефективній їх співпраці в колективі при груповій роботі. Перспективи впровадження симуляцій полягають у їхньому використанні не лише на тради-

ційних уроках фізики, а й у позаурочній діяльності та домашніх експериментах, що забезпечує безперервний розвиток предметної компетентності учнів.

Література

1. Герасимова К. В. Змішане навчання і викладання фізики в технічному університеті // Наук. записки. Сер.: Проблеми природничо-математичної, технологічної та професійної освіти. 2026. № 1. С. 18–23. DOI: <https://doi.org/10.32782/cusu-pmtp-2026-1-2>
2. Демедюк Р., Миронов А. Використання інтерактивних симуляцій для активізації пізнавальної діяльності старшокласників на уроках фізики // Зб. наук. пр. фіз.-мат. ф-ту ДДПУ. 2025. Вип. 15. С. 153–158. DOI: <https://doi.org/10.31865/2413-26672415-3079152025338375>
3. Федчишин О., Мохун С., Чопик П. Методичні основи використання PhET-симуляцій у процесі вивчення фізики // Наук. зап. Тернопіл. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Сер.: Педагогіка. 2022. № 1. С. 16–24. DOI: <https://doi.org/10.25128/2415-3605.22.1.2>
4. Mihret Z., Alemu M., Assefa S. Effectiveness of Blended Physics Laboratory Experimentation on Preservice Physics Teachers' Understanding of the Nature of Science // Pedagogical Research. 2023. Vol. 8, № 1. DOI: <https://doi.org/10.29333/pr/12607>
5. Pavlou Y., Zacharia Z. C. Using physical and virtual labs for experimentation in STEM+ education: from theory and research to practice // Shaping the Future of Biological Education Research: Selected Papers from the ERIDOB 2022 Conference. Cham : Springer International Publishing, 2023. P. 3–19. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-44792-1_1
6. Makransky G., Thisgaard M. W., Gadegaard H. Virtual simulations as preparation for lab exercises: Assessing learning of key laboratory skills in microbiology and improvement of essential

non-cognitive skills // PloS one. 2016. Vol. 11, № 6. e0155895. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155895>

7. *Finkelstein N. D. et al.* When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting computer simulations for laboratory equipment // *Physical Review Special Topics — Physics Education Research*. 2005. Vol. 1, № 1. 010103. DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.1.010103>

8. *De Jong T., Linn M. C., Zacharia Z. C.* Physical and virtual laboratories in science and engineering education // *Science*. 2013. Vol. 340, № 6130. P. 305–308. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1230579>

9. *Wörner S., Kuhn J., Scheiter K.* The best of two worlds: A systematic review on combining real and virtual experiments in science education // *Review of Educational Research*. 2022. Vol. 92, № 6. P. 911–952. DOI: <https://doi.org/10.3102/00346543221079417>

10. *PhET Interactive Simulations*. Circuit Construction Kit: DC — Virtual Lab. URL: <https://phet.colorado.edu/uk/simulations/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab>

11. *Nechypurenko P. P., Semerikov S. O., Selivanova T. V., Shenayeva T. O.* Selection of ICT tools for the development of high school students' research competencies in specialized chemistry training // *Educational Technology Quarterly*. 2021. Vol. 2021, № 4. P. 617–661. DOI: <https://doi.org/10.55056/etq.22>

12. *Tsviakh O. et al.* The impact of virtual laboratories on the interest and competence of vocational training students // *Amazonia Investiga*. 2024. Vol. 13, № 80. P. 160–175. DOI: <https://doi.org/10.34069/AI/2024.80.08.14>

13. *Демедюк Р., Пучков І., Миронюк М.* Дослідницька діяльність на уроках фізики. Метод проєктів // *Новий Колеріум*. 2025. № 1 (117). С. 108–112. DOI: <https://doi.org/10.34142/nc.2025.1.108>

14. *Ткаченко В., Жадан О.* Використання інтерактивних симуляцій на уроках фізики у старшій школі // *Зб. наук. пр. фіз.-мат. ф-ту ДДПУ*. 2024. Вип. 14. С. 148–

153. DOI: <https://doi.org/10.31865/2413-26672415-3079142024311518>

15. *Демедюк Р., Скорупський Є. В.* Позаурочна діяльність як інструмент мотивації та поглибленого вивчення астрономії // *Харк. природничий форум : VIII міжнар. конф. молодих учених (Харків, 14–15 трав. 2025 р.)*. Харків : ХНПУ ім. Г. С. Сковороди, 2025. С. 240–242. URL: <https://dspace.hnpu.edu.ua/bitstreams/de6ba7de-5f4b-43d3-adb8-4b7d4c7a4d9e/download#page=240>

16. *Martín-García J., & Dies Álvarez M. E.* (2021). Actividades no formales como estrategia para abordar el currículo de Física y Química: El Concurso de Cristalización en la Escuela // *Anales de Química*. 2021. Vol. 117(3). P. 240–245.

17. *Пономаренко О., Демедюк Р.* Дидактичне значення домашнього експерименту в сучасній фізичній освіті старшокласників // *Освіта збереже Україну : мат. III Всеукр. Прокопенківських читань (Харків, 10 черв. 2024 р.)*. Харків : ХНПУ ім. Г. С. Сковороди, 2024. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14226439>

18. *Федчишин О., Мохун С., Чоник П.* Віртуальний фізичний експеримент як засіб удосконалення фахових компетентностей здобувачів освіти в умовах дистанційного навчання // *Фіз.-мат. освіта*. 2023. Вип. 38, № 2. С. 50–55. DOI: <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-2-008>

19. *Подласов С. О., Матвійчук О. В.* Особливості проведення лабораторних робіт з фізики в технічному університеті під час дистанційного навчання // *Інформ. технології і засоби навчання*. 2023. Т. 93, № 1. С. 152–162. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/740547>

20. *Ismail S.M., Rahul D.R., Patra I. et al.* Formative vs. summative assessment: impacts on academic motivation, attitude toward learning, test anxiety, and self-regulation skill // *Lang Test Asia* 12. 2022. Vol. 40. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40468-022-00191-4>

Надійшла до редколегії 27.05.2026

Рекомендовано до друку 23.09.2026

Опубліковано 30.09.2026

Відомості про авторів:

Демедюк Роман Олександрович — кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри математики, фізики та інформатики; Донбаський державний педагогічний університет; Слов'янськ, Україна; email: demediuk.roman@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-6081-3773>

Заїка Андрій Вадимович — здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю А4.08 Середня освіта (Фізика та астрономія); Донбаський державний педагогічний університет; Слов'янськ, Україна; email: andreyzaika375@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-1475-6196>

Тютюнник Юлія — доктор психологічних наук, професор кафедри Освіта, факультет освіти та гуманітарних наук; Університет Тарапака, Арика, Чилі; email: yu.tiutiunnyk@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0792-9763>

Колесников Сергій Олексійович — кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри матеріалознавства, механіки та природничих наук; ТОВ «Технічний Університет «Метінвест Політехніка»; Запоріжжя, Україна; email: kolesnsa@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9538-8858>

Демедюк Р., Заїка А., Тютюнник Ю., Колесников С. Віртуальний експеримент як складова сучасного уроку фізики: організаційно-методичний аспект.

Розглянуто актуальну проблему системного використання віртуальних лабораторій при вивченні фізики. Метою роботи є ґрунтовний аналіз вітчизняного та зарубіжного досвіду щодо організаційно-методичних підходів використання віртуального експерименту як складової сучасного уроку фізики. Аналіз літератури свідчить, що використання віртуальних лабораторій на уроках сприяє формуванню теоретичних знань та дослідницьких умінь учнів. Запропоновано та деталізовано триетапну модель використання симуляцій, яка включає в себе: підготовчий етап — ознайомлення учнів з установкою та методом дослідження у віртуальному середовищі; основний етап — самостійне проведення експерименту з формулюванням мети, виконанням плану дій і фіксацією отриманих результатів; етап закріплення та узагальнення — повторне дослідження з виконанням додаткових завдань для поглиблення знань та розвитку навичок аналізу даних. Такий підхід забезпечує поступове ускладнення дослідницьких завдань і дозволяє учням пройти повний цикл наукової роботи — від постановки проблеми до узагальнення результатів. Представлено практичну апробацію на прикладі теми «Закон Ома для ділянки кола», використовуючи ресурси платформи Phet, з описом дій вчителя та учнів на кожному з етапів уроку, яка показала, що віртуальні лабораторії дозволяють глибше зрозуміти взаємозв'язок між фізичними величинами. В роботі сформульовані та деталізовані основні педагогічні і технічні критерії відбору інтерактивних симуляцій. Зокрема: академічна достовірність, високий рівень інтерактивності, відповідність навчальній програмі, зручність інтерфейсу та технічна доступність. Показано, що використання віртуальних лабораторій активізує наукове мислення та пізнавальний інтерес учнів, дозволяючи їм працювати в індивідуальному темпі або в межах групових проєктів. Обґрунтовано трансформацію ролі вчителя з носія знань до фасилітатора, який створює умови для самоорганізації, ставить проблемні питання, допомагає налагодити дискусію та організувати дослідницький процес. Запропоновано підхід до оцінювання учнів з використанням традиційного опитування у формі відкритих запитань та завданнями на інтерпретацію експериментальних даних.

Ключові слова: віртуальний експеримент; онлайн-симуляція; комп'ютерне моделювання; віртуальна лабораторія; дослідницькі навички; методика навчання фізики.

Demediuk R., Zaika A., Tiutiunnyk Y., Kolesnykov S. Virtual experiment as a component of the modern physics lesson: organizational and methodological aspects.

The article addresses the relevant problem of systematically incorporating virtual laboratories into physics education. The aim of the study is a thorough analysis of domestic and international experience regarding organizational and methodological approaches to the use of virtual experiments as a component of the modern physics lesson. A review of the literature indicates that the use of virtual laboratories in the classroom promotes the development of students' theoretical knowledge and research skills. A three-stage model for integrating simulations is proposed and described in detail: the preparatory stage — familiarizing students with the experimental setup and research method in a

virtual environment; the main stage — independent conduct of the experiment, including formulating objectives, following a plan of action, and recording results; and the consolidation and generalization stage — repeated investigation with additional tasks aimed at deepening knowledge and developing data analysis skills. This approach ensures a gradual increase in the complexity of research tasks and enables students to complete a full cycle of scientific inquiry — from problem formulation to the synthesis of results. A practical implementation is presented using the topic "Ohm's Law for a Circuit Section" with resources from the PhET platform, describing the actions of both the teacher and students at each stage of the lesson; the results demonstrated that virtual laboratories enable a deeper understanding of the relationships between physical quantities. The study identifies and elaborates the key pedagogical and technical criteria for selecting interactive simulations, namely: academic accuracy, a high level of interactivity, alignment with the curriculum, ease of interface use, and technical accessibility. It is shown that the use of virtual laboratories stimulates scientific thinking and students' cognitive interest, allowing them to work at an individual pace or within group projects. The transformation of the teacher's role — from knowledge provider to facilitator who fosters conditions for student self-organization, poses problem-based questions, facilitates discussion, and guides the research process — is substantiated. An assessment approach is proposed that combines traditional questioning in the form of open-ended questions with tasks requiring the interpretation of experimental data.

Key words: virtual experiment; online simulation; computer modeling; virtual laboratory; research skills; physics teaching methodology.