

УДК 37.018.43

Оленюк О. А.

кандидат технічних наук, доцент кафедри технічного сервісу і загальнотехнічних дисциплін
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: alexander olenyuk@gmail.com
ORCID: 0000-0003-1463-076X

Семенішена Р. В.

кандидат педагогічних наук, доцент кафедри технічного сервісу і загальнотехнічних дисциплін
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: alexrusl@ukr.net
ORCID: 0000-0002-2969-3635

Дуганець В. І.

кандидат технічних наук, доцент,
завідувач кафедри технічного сервісу і загальнотехнічних дисциплін
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: duganec.vasil@gmail.com
ORCID: 0000-0003-2946-2850

ВІРТУАЛЬНІ ЛАБОРАТОРІЇ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ У СФЕРІ ЕНЕРГЕТИКИ

Анотація

Стаття присвячена дослідженню ролі та переваг віртуальних лабораторій у підготовці майбутніх фахівців у сфері енергетики. Віртуальні лабораторії, які використовують сучасні технології, такі як віртуальна реальність (VR), доповнена реальність (AR) та 3D-моделювання, стали ефективним інструментом для створення безпечного та інтерактивного навчального середовища. Основною метою дослідження є обґрунтування того, як ці цифрові середовища сприяють розвитку професійних навичок, дозволяючи студентам набувати досвід роботи з моделями енергетичних систем без потреби в дорогому обладнанні та спеціальних приміщеннях. Використання інтерактивних лабораторій дає змогу студентам досліджувати, експериментувати й тестувати свої гіпотези в реалістичних умовах, що допомагає ефективно засвоювати матеріал. Це також сприяє розвитку критичного мислення, адже студенти можуть випробовувати різні сценарії та методи вирішення проблем без ризику для власної безпеки чи обладнання.

Інтерактивні середовища, такі як Labster, PhET та NI Multisim, пропонують широкий вибір експериментів і завдань, які дозволяють студентам глибше зануритися у процес навчання та вдосконалювати практичні навички у різних аспектах енергетики. Крім того, віртуальні лабораторії підвищують доступність освіти, оскільки студенти можуть навчатися в зручний для них час і з будь-якої локації. Це особливо корисно для навчальних закладів, які стикаються з обмеженими ресурсами для обладнання фізичних лабораторій. Дослідження підкреслює економічні переваги віртуальних лабораторій, зокрема зменшення витрат на оновлення обладнання та зниження використання витратних матеріалів.

Окрім економії ресурсів, цифрові симуляції відповідають сучасним вимогам ринку праці. Завдяки інтерактивним лабораторіям студенти можуть працювати з найновішими розробками в галузі енергетики, що підвищує їхню конкурентоспроможність на ринку праці. Впровадження віртуальних лабораторій у навчальні програми сприяє формуванню у випускників аналітичних і практичних навичок, що є надзвичайно важливими у сучасному швидкозмінному енергетичному середовищі.

Ключові слова: віртуальні лабораторії, енергетика, цифрові симуляції, інтерактивне навчання, освітні технології.

Вступ. Віртуальні лабораторії є інноваційним освітнім інструментом, який поєднує цифрові технології та навчальний процес для створення реалістичних моделей експериментів і технічних процесів. На відміну від традиційних лабораторій, що вимагають фізичних установок, інструментів і спеціалізованих приміщень, віртуальні лабораторії пропонують інтерактивне середовище, яке можна розмістити в комп'ютерній програмі або навіть онлайн. Це дозволяє студентам проводити експерименти без необхідності в дорогому обладнанні чи спеціальних умовах.

Мета дослідження. Мета даного дослідження полягає в обґрунтуванні ефективності застосування віртуальних лабораторій у підготовці майбутніх фахівців у сфері енергетики. Дослідження спрямоване на оцінку переваг та можливостей інтерактивних цифрових середовищ для розвитку професійних навичок, що включають без-

печне моделювання складних систем, підвищення доступності освітніх ресурсів, а також надання можливостей для експериментування без фізичних обмежень. Це дослідження має показати, як віртуальні лабораторії можуть поліпшити якість підготовки, формуючи у студентів аналітичні та практичні навички, необхідні для успішної діяльності в сучасній енергетичній галузі.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для створення віртуальних лабораторій використовуються різні технології, які забезпечують інтерактивність і реалістичність роботи з моделями. Серед основних технологій, що застосовуються, можна виділити віртуальну реальність (VR), доповнену реальність (AR) і 3D-моделювання. Віртуальна реальність дозволяє студентам повністю зануритися у віртуальне середовище, у якому вони можуть взаємодіяти з об'єктами так само, як у реальному світі. Завдяки технології AR студент може бачити віртуальні об'єкти на реальному фоні, що також полегшує інтеграцію віртуальної лабораторії в існуючі навчальні програми [6; 2].

Іншою технологією, що набирає популярності, є 3D-моделювання. Цей підхід дозволяє створити віртуальні копії фізичних об'єктів, таких як електричні схеми або енергетичні установки, з можливістю масштабування та взаємодії з ними в режимі реального часу. Віртуальні лабораторії, побудовані на базі 3D-моделювання, забезпечують високий рівень деталізації та дозволяють студентам відтворювати реальні експерименти, що сприяє ефективнішому засвоєнню матеріалу [4].

Існує ряд платформ, які спеціально розроблені для створення та використання віртуальних лабораторій у навчальних процесах. Серед них можна виділити Labster, PhET і NI Multisim. Платформа **Labster** забезпечує широкий вибір віртуальних лабораторних занять із різних дисциплін, включаючи енергетику. Вона пропонує інтерактивні сценарії, де студент може проводити експерименти, виконувати аналіз результатів та виправляти помилки, що сприяє більш глибокому розумінню матеріалу (рис. 1) [5].

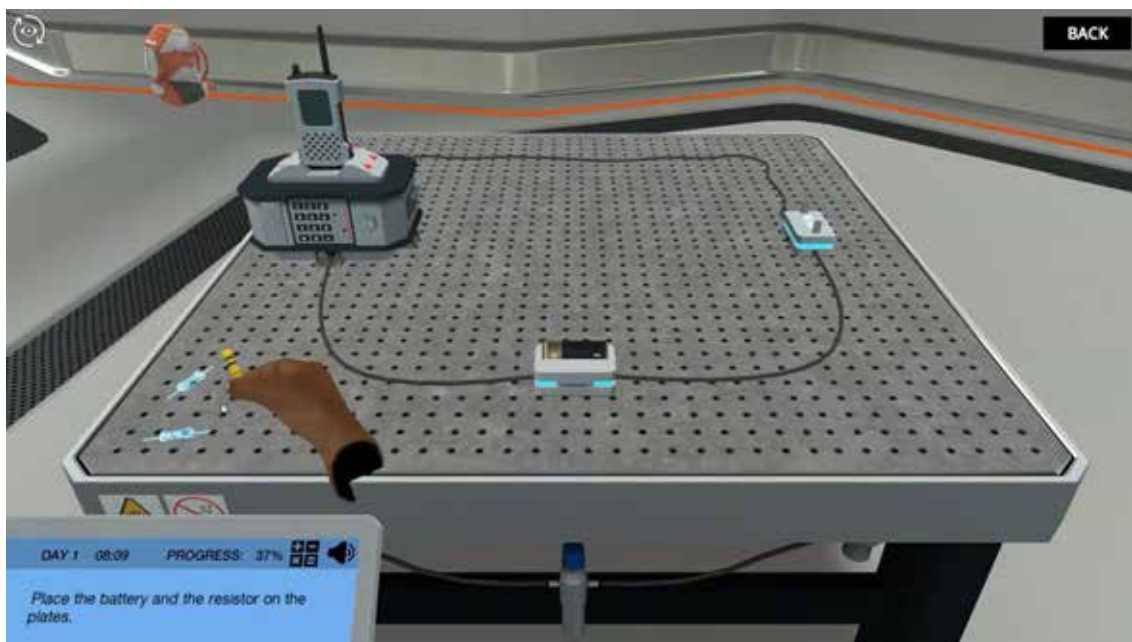


Рис. 1. Дослідження електричного опору у віртуальній лабораторії Labster

PhET – це платформа, розроблена для освітніх симуляцій, яка дозволяє викладачам та студентам взаємодіяти з різноманітними науковими моделями та експериментами. PhET дає змогу глибше вивчати фізичні та енергетичні явища за допомогою інтерактивних моделей і доступна на різних пристроях, що значно розширює можливості для навчання (рис. 2) [10].

Ще одна платформа **NI Multisim** – спеціалізована програма для моделювання електричних кіл і схем. Вона часто використовується в інженерній та енергетичній освіті, оскільки дозволяє студентам працювати з реалістичними моделями схем і симулювати їхнє функціонування. Завдяки NI Multisim, студенти можуть створювати та тестувати електричні схеми без ризику для обладнання або власної безпеки, що є важливим аспектом під час навчання з високими стандартами безпеки (рис. 3) [7].

Використання віртуальних лабораторій сприяє підвищенню ефективності навчання та розвитку практичних навичок. Це дозволяє студентам зосереджуватися на самостійному проведенні експериментів і тестуванні гіпотез, що сприяє розвитку критичного мислення і креативності [3].

Однією з основних переваг таких лабораторій є їхня доступність для здобувачів освіти з будь-якої локації, що дозволяє працювати в зручний час та у комфортному середовищі. Це особливо важливо для навчальних закладів, які обмежені у доступі до фізичних лабораторій через високі витрати чи вимоги до приміщень і обладнання.

Інтерактивні цифрові середовища дають можливість проводити експерименти прямо з особистих пристроїв, що значно підвищує ефективність і зручність навчання.

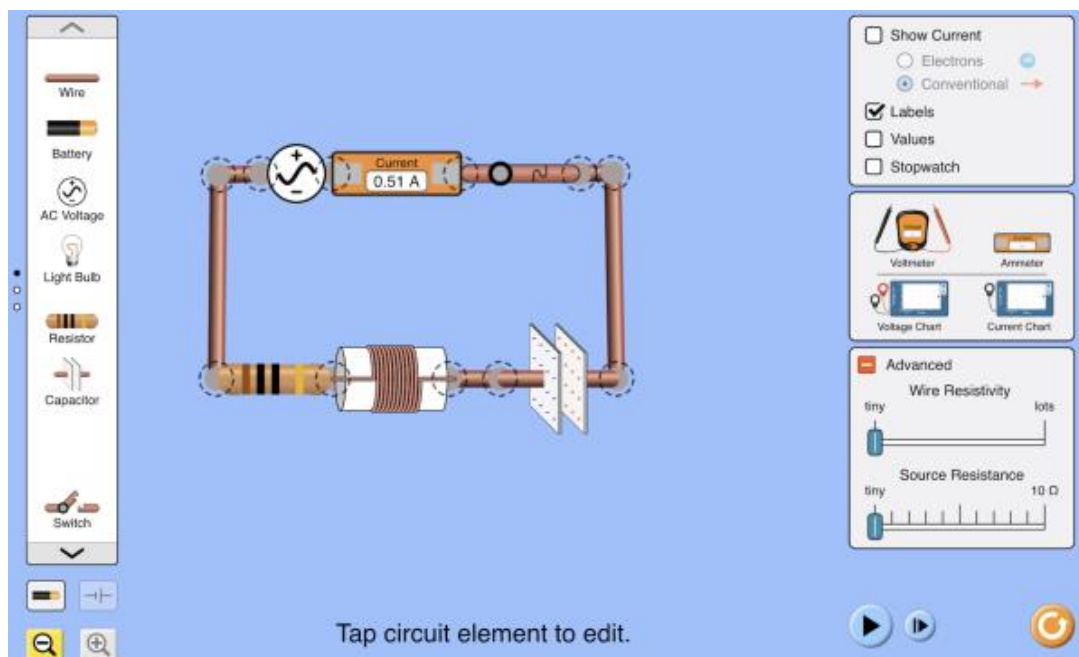


Рис. 2. PhET: Лабораторія електрики. Змінний струм

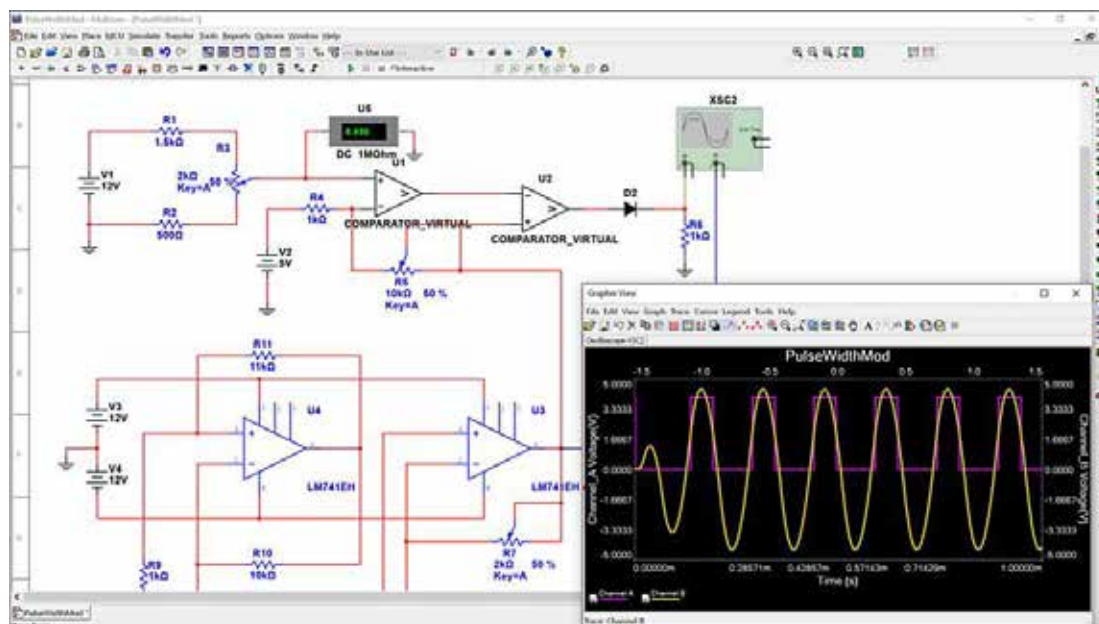


Рис. 3. Програма моделювання та проектування схем для аналогової, цифрової та силової електроніки в освіті та дослідженнях NI Multisim

У сфері енергетики навчальні експерименти часто пов'язані з ризиком, що вимагає ретельної підготовки та дотримання суворих правил безпеки. Цифрове середовище усуває потенційні небезпеки для здоров'я, оскільки усі дослідження та моделювання здійснюються віртуально. Студенти можуть вільно експериментувати з різними умовами, тестувати нові підходи або навіть допускати помилки, не ризикуючи пошкодженням обладнання чи власною безпекою. Завдяки такому безпечному підходу формується аналітичне мислення, адже є можливість концентруватися на розв'язанні проблем і прийнятті рішень без зайвих обмежень. Це дозволяє на практиці відпрацьовувати професійні навички, що важливо для успішного опанування матеріалу.

Використання інтерактивних моделей суттєво знижує витрати на придбання, обслуговування та оновлення обладнання, необхідного для традиційних навчальних цілей. У багатьох закладах освіти лабораторне обладнання для спеціальностей у галузі енергетики є вартісним і потребує постійного оновлення через швидкий розвиток

технологій. Завдяки цьому цифровому підходу зникає потреба в дорогих фізичних установках, що особливо актуально для навчальних закладів з обмеженим фінансуванням [1].

Також такий формат дозволяє мінімізувати витрати на витратні матеріали та енергоносії, оскільки всі дослідження проводяться у цифровому вигляді. Це не лише знижує загальні витрати на навчання, але й зменшує вплив на навколишнє середовище, оскільки використання ресурсів зводиться до мінімуму.

Завдяки елементам гейміфікації такі лабораторії також підтримують мотивацію серед здобувачів освіти, перетворюючи навчальний процес на активну взаємодію. Поступово набуваючи нові знання й навички, студенти відчують особистий прогрес, що сприяє залученості та зацікавленості в подальшому навчанні.

Один із ключових аспектів підготовки фахівців у галузі енергетики – це розвиток практичних навичок. Зважаючи на складність і потенційну небезпеку деяких енергетичних установок, виконання реальних експериментів може бути обмеженим. Цифрові лабораторії надають безпечне середовище, де можна відтворювати реалістичні сценарії та працювати з моделями енергетичних систем без ризику для здоров'я або обладнання. Це дозволяє глибше зрозуміти принципи роботи електричних схем, установок та систем керування, що є важливим для подальшої професійної діяльності [9].

Окрім цього, інтерактивні симуляції дають можливість багаторазово відтворювати досліди, що допомагає удосконалити навички та забезпечує глибше засвоєння матеріалу. Повторні експерименти дозволяють виявляти та виправляти помилки, що підвищує рівень професійної компетентності.

Сучасні технології відкривають можливості для індивідуального підходу в навчанні, адаптуючи завдання та сценарії під конкретні потреби та рівень знань кожного студента. Це особливо важливо в контексті підготовки енергетиків, адже кожен може зосередитися на окремих аспектах, що відповідають його інтересам або спеціалізації. Персоналізовані завдання сприяють кращому розумінню матеріалу, а можливість самостійного вибору експериментів стимулює розвиток критичного мислення і творчого підходу до вирішення інженерних задач. Така індивідуалізація дозволяє розвивати професійні компетенції, надаючи можливість зосередитися на конкретних технологіях, пристроях чи системах, що підвищує конкурентоспроможність випускників на ринку праці.

Одним із практичних прикладів використання віртуальних лабораторій у навчанні енергетиків є моделювання електричних мереж, яке дозволяє студентам досліджувати структуру, параметри та характеристики енергосистем. На платформі, яка підтримує віртуальну симуляцію, студент може створювати електричні схеми, підключати генератори, трансформатори, лінії передачі та інші елементи енергосистеми. Таке середовище дає змогу оцінювати стабільність мережі, досліджувати навантаження на різні сегменти та вивчати принципи розподілу енергії. Наприклад, здобувачі освіти можуть змінювати параметри елементів мережі, щоби бачити, як це вплине на загальну ефективність енергетичної системи. Це забезпечує більш глибоке розуміння електротехнічних процесів, що є надзвичайно важливим для підготовки майбутніх фахівців у галузі енергетики.

Іншим важливим аспектом навчання є вивчення аварійних ситуацій, які можуть виникнути в енергетичних установках. У віртуальній лабораторії можна моделювати різні види несправностей і аварій, такі як короткі замикання, перевантаження або вихід з ладу окремих компонентів. Це дає змогу досліджувати алгоритми дій у разі аварії, аналізувати можливі причини та опрацьовувати методи ліквідації проблем.

Такий підхід дозволяє не лише ознайомитися з аварійними ситуаціями, а й на практиці засвоїти послідовність дій для швидкого реагування на подібні випадки. Цифрове середовище дає можливість повторювати сценарії та випробувати різні підходи до вирішення проблем без ризику для обладнання або персоналу.

Ще одним напрямом, де цифрові лабораторії є корисними, є оптимізація роботи енергетичних установок. На основі симуляцій студенти можуть експериментувати з параметрами установки, аби досягти найкращих показників ефективності. Наприклад, можна змінювати налаштування генератора, трансформатора чи іншого обладнання, щоби зменшити витрати енергії або підвищити стабільність постачання. Це допомагає здобувачам освіти засвоїти принципи енергоефективності, що є надзвичайно важливим у сучасних умовах.

У такому середовищі вони також можуть відстежувати різні показники роботи системи та швидко оцінювати результати своїх дій. Така практика дає змогу майбутнім фахівцям енергетики отримати уявлення про те, як правильно регулювати параметри системи для забезпечення її ефективності та безпеки.

Приклади моделювання складних енергетичних систем і аналізу ситуацій у віртуальних лабораторіях сприяють розвитку аналітичного та критичного мислення. Студенти навчаються приймати рішення на основі аналізу даних, оцінювати ризики та передбачати наслідки своїх дій. Це важливо для майбутніх енергетиків, які повинні вміти швидко адаптуватися до змінних умов і знаходити оптимальні рішення у нестандартних ситуаціях [8].

Висновки. Цифрові симуляції відіграють важливу роль у підготовці студентів, допомагаючи їм не лише опанувати практичні навички, але й глибше засвоювати теоретичні знання, закладені в навчальній програмі. В умовах, наближених до реальних, здобувачі освіти можуть випробувати свої знання на практиці, що полегшує розуміння складних концепцій і теорій. Наприклад, під час моделювання роботи електричних ланцюгів або енергетичних систем вони можуть наочно бачити вплив змін параметрів на функціонування системи. Інтерактивне середовище, забезпечуючи миттєвий зворотний зв'язок, дає змогу швидко аналізувати результати, коригувати підходи та краще засвоювати зв'язок між теорією і практикою.

Стрімкий розвиток енергетичної галузі та впровадження нових технологій висувають нові вимоги до фахівців, які мають бути обізнаними з останніми тенденціями й новітніми технологічними рішеннями. Викори-

стання інтерактивних лабораторій дає змогу закладам освіти адаптувати навчальні програми до потреб сучасного ринку праці, надаючи студентам практичний досвід із передовими розробками у сфері енергетики. Це підвищує конкурентоспроможність випускників, адже вони вже знайомі з технологіями, необхідними для успішної роботи в галузі.

Список використаних джерел

1. Вернік Ю. В. Деякі аспекти організації віртуальної наукової лабораторії. *Українська біографістика*. 2015. № 12. С. 377–391.
2. Дуганець В. І., Федірко П. П., Оленюк О. А. Особливості інтеграції віртуальних симуляторів у навчальний процес. *Професійно-прикладні дидактики*. 2023. № 1. С. 23–28.
3. Лопатюк С. П. Віртуальні лабораторні роботи з комп'ютерної графіки та 3d-модельовання. *Водний транспорт*. 2023. № 1(37). С. 222–229.
4. Cabural A. B. Enhancing conceptual understanding of electricity and magnetism through VR simulations. *International journal of current science research and review*. 2024. Vol. 07, no. 10. P. 7909–7917.
5. Flowers L. O. Virtual Laboratories in STEM. *International journal of science and research archive*. 2024. Vol. 12, no. 2. P. 1573–1576.
6. Investigating the value of immersive virtual reality tools for organizational training: an applied international study in the biotech industry / S. Baceviciute et al. *Journal of computer assisted learning*. 2021. Vol. 38, no. 2. P. 470–487.
7. Keddi D., Frerich S. Enhancing engineering education by virtual laboratories. *Cross reality and data science in engineering*. Cham, 2020. P. 359–365.
8. Sellberg C., Nazari Z., Solberg M. Virtual laboratories in STEM higher education: a scoping review. *Nordic journal of systematic reviews in education*. 2024. Vol. 2. P. 58–75.
9. Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: a review / V. Potkonjak et al. *Computers & education*. 2016. Vol. 95. P. 309–327.
10. Wieman C. E., Adams W. K., Perkins K. K. PHYSICS: phet: simulations that enhance learning. *Science*. 2008. Vol. 322, no. 5902. P. 682–683.

Olenyuk O. A.

*Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer at the Department of Technical Service and General Technical Subjects
Higher educational institution «Podillia State University»
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: alexander olenyuk@gmail.com
ORCID: 0000-0003-1463-076X*

Semenyshena R. V.

*Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor,
Senior Lecturer at the Department of Technical Service and General Technical Subjects
Higher educational institution «Podillia State University»
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: alexrusl@ukr.net
ORCID: 0000-0002-2969-3635*

Duhanets V. I.

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Technical Service and General Technical Subjects
Higher educational institution «Podillia State University»
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: duganec.vasil@gmail.com
ORCID: 0000-0003-2946-2850*

VIRTUAL LABORATORIES AS A TOOL FOR ENHANCING THE QUALITY OF TRAINING FUTURE SPECIALISTS IN THE ENERGY SECTOR

Abstract

This article examines the role and advantages of virtual laboratories in preparing future specialists in the energy sector. Virtual laboratories, which leverage modern technologies such as virtual reality (VR), augmented reality (AR), and 3D modeling, have become an effective tool for creating a safe and interactive learning environment. The primary goal of the research is to substantiate how these digital environments contribute to developing professional skills by allowing students to gain experience with energy system models without the need for costly equipment and specialized facilities. Interactive laboratories enable students to explore, experiment, and test hypotheses in realistic conditions, facilitating effective material comprehension. This also promotes critical thinking, as students can test various scenarios and problem-solving methods without risking their safety or equipment.

Interactive platforms like Labster, PhET, and NI Multisim offer a wide range of experiments and tasks, allowing students to immerse themselves more deeply in the learning process and improve practical skills in various aspects of energy studies. Additionally, virtual laboratories enhance educational accessibility, as students can learn at their convenience and from any location. This is particularly beneficial for educational institutions facing limited resources for equipping physical laboratories. The study highlights the economic advantages of virtual laboratories, including reduced equipment update costs and lower consumption of expendable materials.

Beyond resource savings, digital simulations align with current labor market demands. With interactive laboratories, students can work with the latest developments in the energy sector, increasing their competitiveness in the job market. Integrating virtual laboratories into curricula fosters analytical and practical skills in graduates, which are essential in today's rapidly evolving energy landscape.

Key words: virtual laboratories, energy, digital simulations, interactive learning, educational technology.

References

1. Vernik, Yu. V. (2015) Deiaki aspekty orhanizatsii virtualnoi naukovoï laboratorii [Some aspects of organization of scientific virtual laboratories]. *Ukrainska biohrafistyka – Ukrainian biographical*, 12, 377–391 [in Ukrainian].
2. Duhanets, V. I., Fedirko, P. P., & Olenyuk, O. A. (2023). Osoblyvosti intehratsii virtualnykh symulatoriv u navchalnyi protses [Features of integrating virtual simulators into the educational process]. *Profesiino-prykladni dydaktyky – Professional and Applied Didactics*, 1, 23-28 [in Ukrainian].
3. Lopatuk, S. P. (2023). Virtualni laboratorni roboty z kompiuternoï hrafiky ta 3d-modeliuvannia [Virtual laboratory works on computer graphics and 3d modeling]. *Vodnyi transport – Water transport*, 1(37), 222–229 [in Ukrainian].
4. Cabural, A. B. (2024). Enhancing conceptual understanding of electricity and magnetism through VR simulations. *International Journal of Current Science Research and Review*, 07(10), 7909–7917.
5. Flowers, L. O. (2024). Virtual Laboratories in STEM. *International Journal of Science and Research Archive*, 12(2), 1573–1576.
6. Baceviciute, S., Cordoba, A. L., Wismer, P., Jensen, T. V., Klausen, M., & Makransky, G. (2021). Investigating the value of immersive virtual reality tools for organizational training: An applied international study in the biotech industry. *Journal of Computer Assisted Learning*, 38(2), 470–487.
7. Keddi, D., & Frerich, S. (2020). Enhancing engineering education by virtual laboratories. In *Advances in intelligent systems and computing* (pp. 359–365)
8. Sellberg, C., Nazari, Z., & Solberg, M. (2024). Virtual laboratories in STEM higher education: A scoping review. *Nordic Journal of Systematic Reviews in Education*, 2, 58–75.
9. Potkonjak, V., Gardner, M., Callaghan, V., Mattila, P., Guetl, C., Petrovic, V. M., & Jovanović, K. (2016). Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review. *Computers & Education*, 95, 309–327.
10. Wieman, C. E., Adams, W. K., & Perkins, K. K. (2008). PHYSICS: Phet: Simulations that enhance learning. *Science*, 322(5902), 682–683.