

С. С. Панкевич

Волинський національний університет імені Лесі Українки
e-mail: whitely82@gmail.com; ORCID: 0000-0002-5715-2107

ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ЕЛЕКТРИКИ В СИСТЕМІ ОЧНО-ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

У статті пропонується ознайомитися з можливістю проведення демонстраційних та лабораторних робіт з фізики на прикладі організації роботи з перевірки законів послідовного та паралельного з'єднання. Ця концепція може бути реалізована на основі використання наявного обладнання або з допомогою хмарних технологій чи доступних інтернет ресурсів з можливостями подальшої обробки отриманих результатів. Цей проект може бути успішно використаний педагогами будь яких навчальних закладів і рівнів освіти для проведення лабораторних робіт здобувачами освіти у школах, коледжі або інших навчальних закладів. Лабораторна робота, яка є однією з форм навчання і є однією з точних і надійних методів оцінювання практичних знань, умінь та навичок, може бути використана в умовах дистанційного навчання, карантину або воєнного стану, як наприклад при карантині, який введено 2020 року для запобігання поширенню коронавірусної хвороби COVID-19. За таких умов освітні заклади можуть використовувати будь які методи навчання, що забезпечить ефективність очно-дистанційної форми навчання.

Ключові слова: демонстрація, лабораторна робота з фізики, демонстраційний набір, навчальна панель, цифрова лабораторія, інтернет симуляція, очно дистанційне навчання, карантин.

З 24 лютого 2022 року український народ перебуває в стані війни, що значною мірою позначається на навчальному процесі. Часті повітряні тривоги не дозволяють повністю забезпечити офлайн навчання, але й проведення онлайн уроків може бути перерваним. Особливо важко в таких умовах забезпечити проведення лабораторних робіт з фізики в навчальних закладах. Свої корективи в освітній процес привніс запроваджений з 12 березня 2020 року карантин для усіх закладів освіти. Відповідне рішення Уряд ухвалив, 11 березня 2020 року. Під час карантину учням та студентам заборонялося відвідувати заклади освіти. МОН рекомендувало закладам освіти розробити заходи щодо проведення занять за допомогою дистанційних технологій та щодо відпрацювання занять відповідно до навчальних планів після нормалізації епідемічної ситуації.

Здавалося, ситуація безнадійна, проте в Україні уже не перший рік впроваджується світовий освітній бренд STEM-освіта (Science, Technology, Engineering, Mathematics), що сприяє посиленню інтелектуального розвитку дітей та якісному навчанню природничих та інженерно-технічних дисциплін [1]. Сучасні вимоги до підготовки фахівців, здатних до інноваційної діяльності, оновлюють якість освіти, зокрема природничо-математичної та технологічної складових, спонукають до її модернізації шляхом впровадження нових освітніх технологій, в тому числі впровадження STEM-напрямку [6]. Цей напрямок виник на вимогу сучасного бізнесу, який потребує професіоналів у нових галузях і передбачає поєднання природничо-математичних та інженерних наук [12, 4, 17].

Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 13 січня 2021 року № 131-р передбачено реалізацію низки заходів щодо реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року, пов'язаних із формуванням та розвитком дослідницьких та інженерних навичок, винахідництва, підприємництва, раннього професійного самовизначення, популяризація науково-технічних та інженерних професій [5].

Деякі аспекти впровадження STEM-освіти розглядали Національна інженерна академія та Національна дослідницька рада [15] (Інтеграція STEM як важли-

ва інновація сучасної освітньої парадигми), Лінь Ю., Ванг М. і Ву Ч. [11] (розробка та впровадження міжпредметного навчання STEM), Сліпучіна І.А. та ін. [18] (особливості застосування мультипредметного підходу в навчанні STEM, інженерних методів у природничій освіті), Шарко В.Д. [7] (методика викладання природничо-математичних дисциплін у середніх та вищих навчальних закладах з використанням освітніх технологій STEM). Освітню робототехніку та ігрове навчання досліджували Морзе Н.В. та Струтинська О.В. [14], Цагаракі Е., Пападакіс С. та Калогіанакіс М. [16, 19].

Тому, в період карантину та війни закладами освіти використовуються принципово нові форми навчання. Одним з таких є очно дистанційне навчання, яке базується на формі змішаного навчання – це освітня концепція, за якої студент здобуває знання як самостійно онлайн, так і особисто з викладачем. Такий підхід дає змогу поєднувати традиційні методики та сучасні технології [8]. Разом з цим, змішане навчання має ряд переваг:

- можливість саморозвитку, самостійного навчання;
- використання передових засобів діагностики;
- економія матеріальних ресурсів;
- підвищення рівня цифрової грамотності;
- зміна пріоритетів використання інтернет-ресурсів (концентрація на навчальному матеріалі, а не на соціальних мережах та іграх).

Такі переваги успішно реалізують концепцію Нової української школи [20], консолідує навчальний процес, а отже забезпечують якісне формування основних ключових компетентностей випускника навчального закладу, зокрема:

- базові компетентності в природничих науках і технологіях;
- інформаційно-цифрова компетентність;
- здатність до навчання впродовж життя;
- математична компетентність;
- ініціативність та підприємливість;
- соціальна та громадянська компетентність;
- екологічна грамотність і здоровий спосіб життя.

Метою статті є окреслення концепції проведення фізичного експерименту з використанням цифрових лабораторій, навчальних панелей та хмарних сервісів як інструментів реалізації очно-дистанційного навчання в системі STEM-освіти.

Для забезпечення проведення лабораторних робіт з електрики в системі очно дистанційного навчання нами проведено аналіз наявного в нашому регіоні доступного навчального обладнання з електродинаміки. Організацію проведення робіт описано на прикладі роботи по дослідженню послідовного і паралельно-го з'єднання опорів.

1. Демонстраційний набір з вивчення електродинаміки (рис. 1) дозволяє повністю забезпечити базовими (і не тільки) навчальними експериментами фізичні кабінети, лабораторії та навчальні приміщення з розділу «Електродинаміка», які використовуються у шкільній програмі, затвердженій Міністерством освіти і науки України (наказ МОН України від 2017 р.).



Рис. 1. Демонстраційний набір «Електродинаміка» (<https://mirroschool.com/product/31057/>)

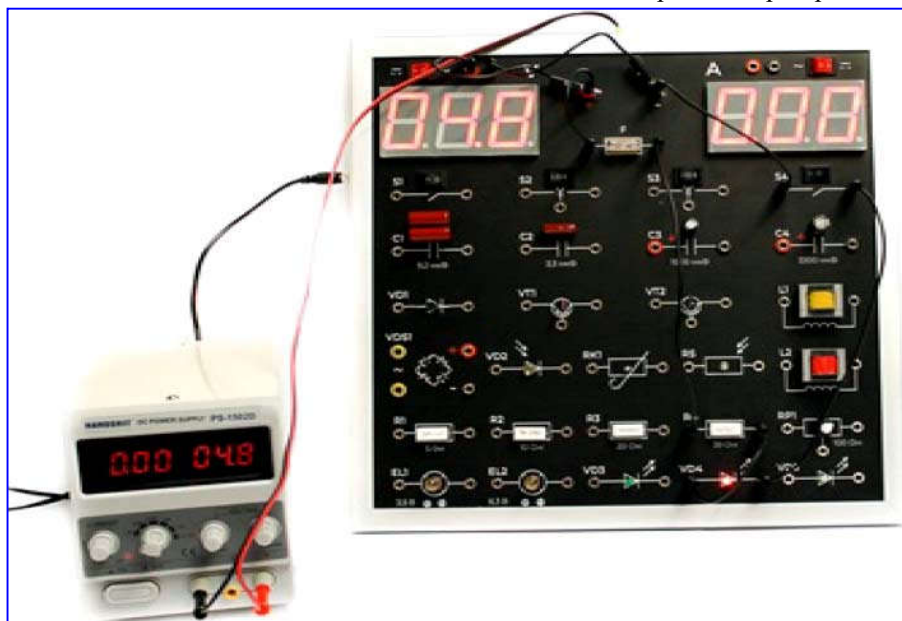


Рис. 2. Набір «Електрика» (<https://mirroschool.com/product/31138/>)

Демонстраційний набір з електродинаміки дозволяє:

- виконувати навчальні експерименти у відповідності з авторськими програмами, методиками чи по підручнику при вивченні розділу «Електродинаміка»;
- проводити навчальні експерименти в умовах домашнього та дистанційного навчання;
- проводити фронтальні лабораторні роботи з електродинаміки в об'ємі, встановленому державними начальними стандартами з фізики.

Набір містить багато резисторів (відомих та невідомих опорів), які можна з'єднувати як послідовно чи паралельно, так і змішано, що дозволяє перевірити основні закони з'єднання опорів.

2. Ще одною доступною панеллю на ринку навчального обладнання Волині є розробка наступного покоління панелей тієї ж компанії. «Електрика».

Комплект лабораторний «ЕЛЕКТРИКА» (рис. 2) призначений для використання в загальноосвітніх середніх та вищих навчальних закладах, в лабораторіях та кабінетах фізики, вчителем та учнями при виконанні лабораторних робіт та робіт фізичного практику при вивченні розділів електрики відповідно до чинних навчальних програм МОН України з фізики та авторських програм.

3. Використання цифрових лабораторій дозволяє організувати фізичний експеримент на принципово новому рівні, перейти до елементів наукового знання, від якісних оцінок досліджуваних явищ до системного аналізу їх кількісних характеристик [10, 2]. Використання цифрових лабораторій у навчальному експерименті з фізики сприяє підвищенню інтересу до вивчення предмета та формуванню експериментальної складової предметної компетентності. Цифрова лабораторія – це сучасна універсальна комп'ютеризована система (рис. 3), яка використовується для широкого спектру досліджень, демонстрацій, лабораторних робіт з фізики, хімії та біології [13].

У порівнянні з традиційним обладнанням цифрові лабораторії надають можливість скоротити час,

витрачений на підготовку та проведення фронтального або демонстраційного експерименту, підвищити наочність експерименту та візуалізацію його результатів, розширити перелік дослідів, обробляти та аналізувати експериментальні дані з високою точністю, виконувати вимірювання в польових умовах, модернізувати традиційний експеримент, створювати відеозаписи демонстраційних дослідів, що дозволяє сформулювати власний банк наочності, порівнювати дані, отримані в процесі проведення експериментів, і проводити серйозну статистичну обробку результатів [3].



Рис. 3. Цифровий вимірювальний комплекс Skoolto (<https://mirroschool.com/product/40338/>)

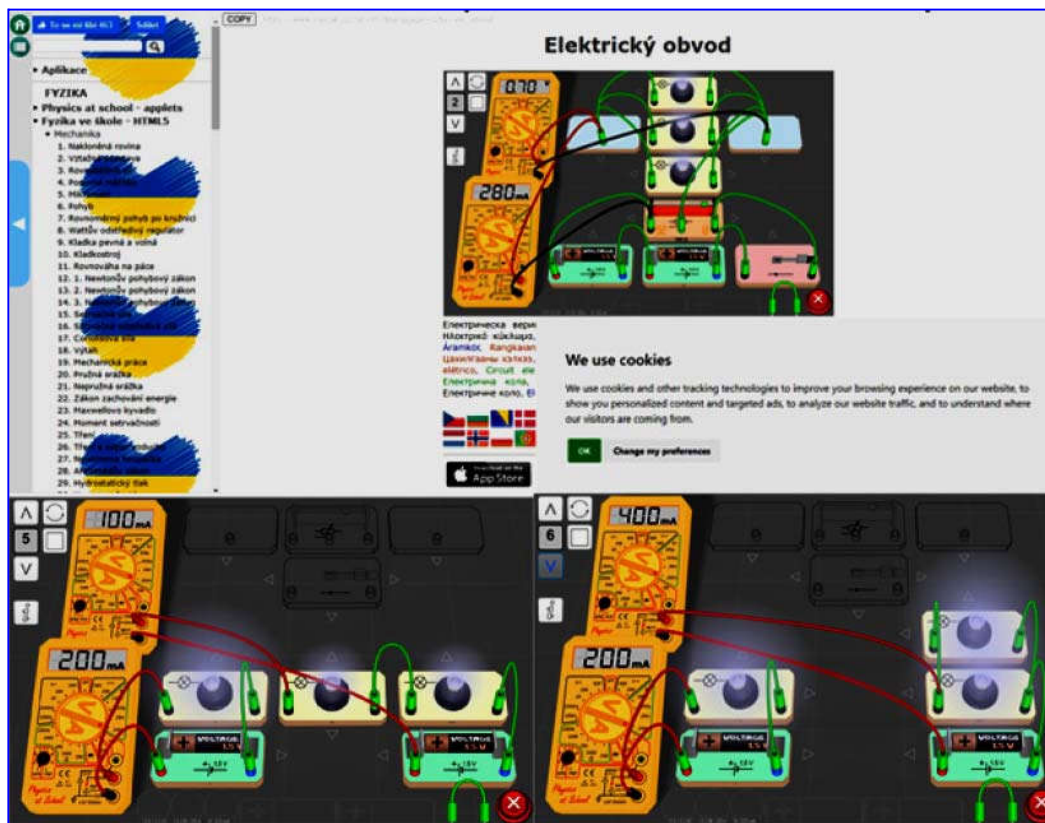


Рис. 4. Домашня сторінка Vascaк та вікна симуляцій з різним типом з'єднань опорів

Нині розроблено велику кількість різних цифрових лабораторій і вимірювальних систем. [9].

Нажаль, навчальні панелі та цифрові лабораторії не можуть використовуватися в умовах онлайн навчання, тому ми пропонуємо також хмарні сервіси, які дозволяють провести як демонстрації так і лабораторні роботи на високому педагогічному рівні.

4. Чеський освітній сайт (рис. 4) дозволяє провести симуляції, демонстрації і частково лабораторні роботи з обмеженим набором даних [22]. Але цього достатньо для проведення лише демонстрацій з запропонованим набором опорів.

5. А ось освітній сайт університету Колорадо (рис. 5) має величезний набір симуляцій з фізики, де студент може як завгодно змінювати параметри електронних компонентів (опір резисторів, напругу на джерелі живлення) та конструкцію електричної схеми [21]. До речі, цей сервіс українізований.

Здобувачам освіти можна запропонувати створити електричне коло із заданим набором опорів та напруг джерела живлення, також можна вибрати будь-яку кількість елементів, що дозволяє отримати індивідуальний набір вихідних даних. Таку роботу можна виконати як в комп'ютерному класі, так і вдома. Демонстрація такої роботи теж буде інформативною та навчальною.

Висновок.

Використання навчального обладнання та хмарних технологій

в освітньому процесі сприяє інтенсифікації процесу навчання, забезпечуючи доступ до освітніх ресурсів у будь-який час і в будь-якому місці. Наш педагогічний експеримент довів, що технології змішаного навчання з використанням хмарних сервісів надають вчителю потужні інструменти для дистанційної підтримки навчального фізичного експерименту, що відповідає реалізації організаційно-методичних вимог у реалізації STEM-освіти. Підготовка студентів за запропонованими нами технологіями підвищать їх рівень експериментаторських умінь, що забезпечує формування предметної та цифрової компетентності учнів.

Список використаних джерел:

1. Панкевич С.С. Особливості проведення тестування з фізики засобами хмаро орієнтованих технологій в закладах медичного профілю. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна* [редкол.: С.В. Оптасюк (голова, наук. ред.) та ін.]. 2020. Вип. 26: Концепція управління процесами формування природничонаукової компетентності майбутнього педагога фізико-технологічного профілю в STEM-орієнтованому навчальному середовищі. С. 104-108. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znprk_red_2020_26_25

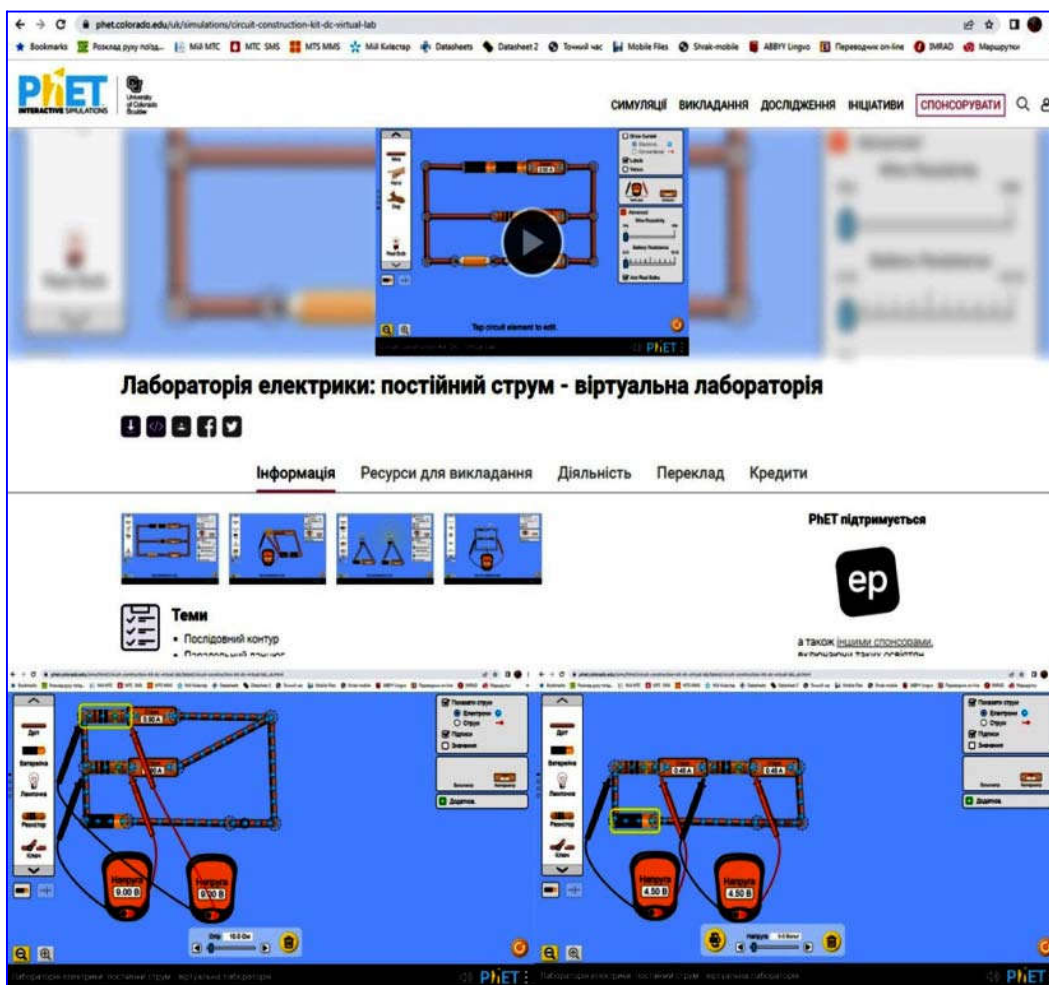


Рис. 5. Домашня сторінка PHET та вікна симуляцій з різним типом з'єднань опорів

2. Мартинюк О.О., Мартинюк О.С. Модернізація демонстраційного фізичного експерименту як засіб формування цифрової компетентності учнів та студентів. *Наукові записки. Серія «Педагогічні науки»* / ред. кол.: В.Ф. Черкасов, В.В. Радул, Н.С. Савченко та ін. Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка, 2020. Вип. 191. С. 239-242. URL: <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2020-1-191-239-242>
3. Мартинюк О., Мирончук Г., Панкевич С. Організаційно-методичні умови використання цифрових лабораторій у системі впровадження освітнього напрямку STEM. *Фізика та освітні технології* : науковий журнал / Волинський національний університет імені Лесі Українки. 2022. Вип. 1. С. 34-40.
4. Мартинюк О.С. Тривимірне прототипування як складник STEM-технологій у конструктивно-технічній і науково-дослідній роботі студентів та учнів. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна* / [редкол.: П.С. Агаманчук (голова, наук. ред.) та ін.]. Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2019. Вип. 25: Управління інформаційно-навчальним середовищем як концептуальна основа результативності фізико-технологічної освіти. С. 61-64. URL: <http://ped-series.kpnu.edu.ua/article/view/189486>
5. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 13 січня 2021 р. № 131-р «Про затвердження плану заходів щодо реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року», 2021. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npras/pro-zatverdzhennya-planu-zahodiv-sh-a131r>
6. Панкевич С.С. Особливості проведення тестування з фізики засобами хмаро орієнтованих технологій в закладах медичного профілю. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна* / [редкол.: С.В. Оптасюк (голова, наук. ред.) та ін.]. Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2020. Вип. 26: Концепція управління процесами формування природничонаукової компетентності майбутнього педагога фізико-технологічного профілю в STEM-орієнтованому навчальному середовищі. С. 104-108.
7. Шарко В. Модернізація системи навчання учнів STEM-дисциплін як методична проблема. *Наукові записки [Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка]. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. 2016. Вип. 10(3). С. 160-165. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nz_pmf_m_2016_10\(3\)_37](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nz_pmf_m_2016_10(3)_37)
8. Bilousova L., Gryzun L., Zhytienova N. Interactive methods in blended learning of the fundamentals of UI/UX design by pre-service specialists. *Educational technology quarterly*. 2021. URL: <https://doi.org/10.55056/etq.34>

9. Golovko N.Y., Goncharenko T.L., Korobova I.V. Experience in the development and implementation of a system of visualized teaching cases in Physics using a digital computer measuring system Einstein. *Journal of physics*: Conference series. 2022.
10. Kreminsky B.G., Martyniuk O.S., Martyniuk O.O. Results of the international student olympiads in physics as a reflection of the demand for physical and mathematical education in countries. *Proceedings of the 2020 3rd International Seminar on Education Research and Social Science* (ISERSS 2020). 2021. Atlantis Press. Pp. 220–224. URL: <https://doi.org/https://doi.org/10.2991/assehr.k.210120.042>
11. Lin Y.T., Wang M.T., Wu C.C. Design and Implementation of Interdisciplinary STEM Instruction: Teaching Programming by Computational Physics. *The Asia-Pacific Education Researcher*. 2019. 28(1). Pp. 77–91. URL: <https://doi.org/10.1007/s40299-018-0415-0>.
12. Martyniuk O.O., Martyniuk O.S., Muzyka I.O. Formation of informational and digital competence of secondary school students in laboratory work in physics. In: *S.O. Semerikov and M.P. Shyshkina, eds. Proceedings of the 8th Workshop on Cloud Technologies in Education* (CTE 2020). Kryvyi Rih, Ukraine, December 18, 2020. CEUR-WS.org, CEUR Workshop Proceedings. Vol. 2879. Pp. 366–383. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2879/paper20.pdf>
13. Martyniuk O.O., Martyniuk O.S., Pankevych, S., Muzyka I. Educational direction of STEM in the system of realization of blended teaching of physics. *Educational Technology Quarterly* [Online], 2021 (3). Pp. 347–359. URL: <https://doi.org/10.55056/etq.39>
14. Morze N., Strutynska O., Model of the Competences in Educational Robotics. *Proceedings of the 1st Symposium on Advances in Educational Technology*. 2022. Volume 2: AET. INSTICC, SciTePress.
15. National Academy of Engineering and National Research Council. *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*. Washington, DC: The National Academies Press. 2014. URL: <https://doi.org/10.17226/18612>
16. Papadakis S., Kalogiannakis M. Evaluating the effectiveness of a game-based learning approach in modifying students' behavioural outcomes and competence, in an introductory programming course. A case study in Greece. *International journal of teaching and case studies*. 2019. 10(3). Pp. 235–250. URL: <https://doi.org/10.1504/IJTCS.2019.102760>
17. Pylypenko O. Development of critical thinking as a means of forming STEM competencies. *Educational dimension*. 2020. 55(3). P. 317–331. URL: <https://doi.org/10.31812/educdim.v55i0.3955>
18. Slipukhina I., Polishchuk A., Mieniailov S., Opolonets O., Soloviov T. Methodology of M. Montessori as the Basis of Early Formation of STEM Skills of Pupils. In: *Proceedings of the 1st Symposium on Advances in Educational Technology*. 2020. Volume 1: AET, ISBN 978-989-758-558-6, pages 211–220. DOI: 10.5220/0010922500003364
19. Tzagkaraki E., Papadakis S., Kalogiannakis M. Exploring the Use of Educational Robotics in Primary School and Its Possible Place in the Curricula. In: *M. Malvezzi, D. Alimisis and M. Moro, eds. Education in & with Robotics to Foster 21st-Century Skills*. Cham: Springer International Publishing, 2021. Pp. 216–229. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-77022-8_19
20. Zhorova I., Kokhanovska O., Khudenko O., Osypova N., Kuzminska O. Teachers' training for the use of digital tools of the formative assessment in the implementation of the concept of the New Ukrainian School. *Educational technology quarterly*, 2022. URL: <https://doi.org/10.55056/etq.11>
21. URL: <https://phet.colorado.edu/uk/simulations/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab>
22. URL: <https://www.vascak.cz/>

Serhii Pankevych

Lesia Ukrainka East European National University

FEATURES OF CONDUCTING LABORATORY WORK ON ELECTRICITY IN THE VISUAL DISTANCE EDUCATION SYSTEM

The article offers an introduction to the possibility of conducting demonstration and laboratory works in physics using the example of organizing work to verify the laws of serial and parallel connection. This concept can be implemented based on the use of existing equipment or with the help of cloud technologies or available Internet resources with capabilities further processing of the obtained results. This project can be successfully used by teachers of any educational institutions and levels of education to conduct laboratory work by students of a school, college or other educational institution. Laboratory work, which is one of the forms of learning, and which is one of the accurate and reliable methods of assessing practical knowledge, skills and abilities, can be used in conditions of distance learning, quarantine or martial law, such as the quarantine introduced in 2020 for prevention of the spread of the coronavirus disease COVID-19. Under such conditions, educational institutions can use any teaching methods, which will ensure the effectiveness of face-to-face distance education.

Key words: demonstration, laboratory work in physics, demonstration set, educational panel, digital laboratory, internet simulation, face-to-face distance learning, quarantine.

Отримано: 27.10.2022