

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ВІРТУАЛЬНОГО ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА «ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОЦІНЮВАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ НА РОБОЧИХ МІСЦЯХ»

Олег Березюк¹, orcid.org/0000-0002-2747-2978, e-mail: berezyukoleg@i.ua

1. Вінницький національний технічний університет, Вінниця

У даній статті розглядаються переваги застосування віртуального лабораторного стенда для виконання лабораторної роботи на тему «Дослідження та оцінка електромагнітного поля на робочих місцях», яка входить в навчальну програму дисципліни «Охорона праці в галузі та цивільний захист». Виконуючи цю лабораторну роботу, студент має ознайомитися з вимогами стосовно електромагнітного поля та провести контроль рівнів напруженості на робочих місцях. На основі отриманих результатів студент повинен зробити висновок щодо можливості або неможливості роботи в таких умовах, а також розробити заходи та засоби для досягнення нормативних параметрів.

Метою цієї статті є висвітлення основних можливостей застосування віртуального лабораторного стенда для виконання лабораторної роботи на тему «Дослідження та оцінка електромагнітного поля на робочих місцях» з нормативної дисципліни «Охорона праці в галузі та цивільний захист».

У статті надано огляд вікон та інструкції щодо застосування розробленої комп'ютерної програми для віртуального лабораторного стенда. Описано ключові можливості цієї програми, такі як наявність теоретичних матеріалів щодо виконання лабораторної роботи, деталізоване відтворення зовнішнього вигляду та елементів управління реального обладнання, реалізація математичних моделей залежностей між вхідними та вихідними параметрами, можливість повертатися до будь-якого етапу виконання даної лабораторної роботи та продовжувати її з будь-якого пункту, а також можливість зберігати результати у вигляді текстового файлу для підготовки звіту.

Встановлено, що застосування подібних технологій з інших лабораторних робіт із дисципліни «Охорона праці в галузі та цивільний захист» вимагають проведення подальших досліджень.

Ключові слова: охорона праці в галузі; електромагнітне поле; лабораторна робота; віртуальний лабораторний стенд.

Постановка проблеми. Студенти вищих навчальних закладів вивчають дисципліну «Охорона праці в галузі та цивільний захист» з метою набуття знань, навичок і компетенцій для ефективного управління охороною праці в галузях господарської, економічної та науково-освітньої діяльності. Однією з ключових цілей є формування відповідальності студентів за свою власну та колективну безпеку, а також усвідомлення необхідності повного виконання всіх заходів, спрямованих на забезпечення безпеки на робочих місцях (Березюк, & Лемешев, 2009; Віштак, & Березюк, 2023; «Типова навчальна програма нормативної дисципліни «Охорона праці в галузі» для вищих навчальних закладів», 2011).

Для засвоєння теоретичного матеріалу та отримання практичних навичок з нормативної дисципліни «Охорона праці в галузі та цивільний захист», студенти виконують ряд лабораторних робіт, включаючи лабораторну роботу № 10 на тему «Дослідження та оцінка електромагнітного поля на робочих місцях» (Березюк, 2016а). Після виконання цієї лабораторної роботи, студент повинен ознайомитись з вимогами щодо електромагнітного поля та провести контроль напруженості поля на робочих місцях. Після аналізу отриманих результатів, студент повинен зробити висновок про можливість або неможливість працювати в таких умовах і розробити заходи для забезпечення відповідності нормативним параметрам безпеки праці (Бондаренко та ін., 2007).

Аналіз наукових досліджень і публікацій. Поза традиційними способами проведення лабораторних робіт на фізичних лабораторних стендах, застосування віртуальних лабораторних стендів на особистих комп'ютерах для оптимізації та інтенсифікації навчання набуває все більшого значення (Кулініч, & Єременко, 2016; Цирульник, & Роптанов, 2010; Шкуронат, &

Гасюк, 2018). Цей підхід відкриває нові можливості для доступу студентів до вищої освіти, оскільки застосування віртуальних технологій у навчанні дозволяє багатьом користувачам одночасно працювати з лабораторними стендами (Чеховський, та ін., 2010; Крилов, 2012; Петрицин, 2013). Останнім часом віртуальні лабораторні роботи стають більш популярними в системі інженерної освіти. Це зумовлено зниженням фінансових витрат, скороченням часу, необхідного для проведення фізичних експериментів, а також можливістю збереження враження від роботи в реальних умовах, що сприяє якісній підготовці майбутніх фахівців у відповідній галузі (Панченко, & Гудков, 2016).

У статті Березюка (2017а) розглядається перспективність застосування віртуальних лабораторних стендів для виконання лабораторної роботи на тему «Дослідження ефективності освітлення в виробничих приміщеннях» у рамках вивчення дисципліни «Основи охорони праці». Однак автор не виявив в літературних джерелах інформації про застосування віртуальних лабораторних стендів для проведення лабораторної роботи на тему «Дослідження та оцінка електромагнітного поля на робочих місцях» в рамках вивчення нормативної дисципліни «Охорона праці в галузі та цивільний захист».

Метою статті є висвітлення методичних рекомендацій з практичного застосування віртуального лабораторного стенда для виконання лабораторної роботи на тему «Дослідження та оцінка електромагнітного поля на робочих місцях» з нормативної дисципліни «Охорона праці в галузі та цивільний захист».

Виклад основного матеріалу. На рис. 1 можна побачити загальний вигляд вікна діалогу у комп'ютерній програмі віртуального лабораторного стенда під назвою «Дослідження та оцінка електромагнітного поля на робочих місцях», яка має свідоцтво про твір (комп'ютерну програму) (Березюк, 2017б). Ця програма використовується на кафедрі «Безпека життєдіяльності та педагогіка безпеки» у Вінницькому національному технічному університеті. Важливо відзначити, що ця комп'ютерна програма детально відтворює зовнішній вигляд та елементи управління реального стенда у своєму інтерфейсі, а також успішно впроваджує математичну модель, яка визначає взаємозв'язки між вхідними та вихідними параметрами. Математична модель для цього експерименту була розроблена з застосуванням середовища візуального програмування Borland Delphi. Важливо також зазначити, що ця лабораторна робота входить до складу дистанційного курсу з дисципліни «Основи охорони праці», який був розроблений раніше Березюком (2008).

Послідовність проведення віртуального дослідження аналогічна реальній. Настає час до застосування комп'ютерної програми віртуального лабораторного стенда виглядає так:

1. Вибрати пункт «Теоретичні відомості» із меню «Файл» для ознайомлення з теоретичними відомостями стосовно виконання лабораторної роботи (при цьому теоретичні відомості відкриваються в окремому вікні).

2. Закрити або звернути вікно з теоретичними відомостями.

3. Вибрати пункт «Виконання роботи» із меню «Файл». Після цього з'явиться зображення загального вигляду стенда.

4. Натиснути кнопку «Приступити до виконання». Після чого первинну обмотку трансформатора подається напруга 50 В.

5. За допомогою віртуальних вольтметрів та вимірювача напруженості електричного поля зняти покази напруги на первинній та вторинній обмотці трансформатора, а також напруженості електричного поля між пластинами повітряного конденсатора.

6. Записати в таблицю виміряні значення.

7. Натиснути кнопку ► для збільшення напруги на первинній обмотці трансформатора на 50 В.

8. Послідовно повторити пп. 5-7 для напруги на первинній обмотці трансформатора в 100, 150, 200, 250 В.

9. При необхідності за допомогою натиснення кнопок ◀ та ▶ можна повернутись до будь-якого етапу виконання даної лабораторної роботи, а також продовжити її виконання також з будь-якого її етапу.

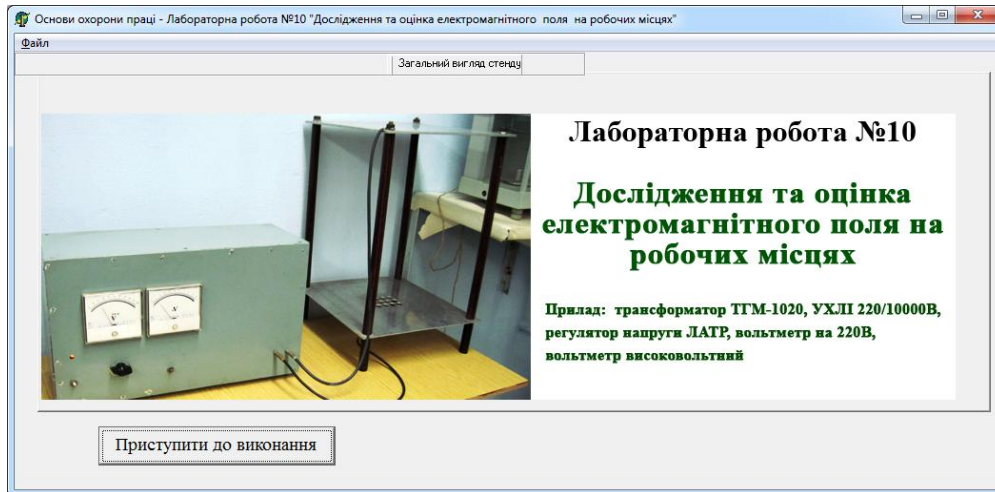
10. Зберегти таблицю результатів у текстовий файл для подальшого оформлення звіту, натиснувши кнопку із зображенням дискети або вибравши пункт «Зберегти результати» меню «Файл».

11. Визначити допустимий час перебування людини в електричному полі, потужності та енергії, поглинутих тілом людини, для кожного із виміряних значень його напруженості.

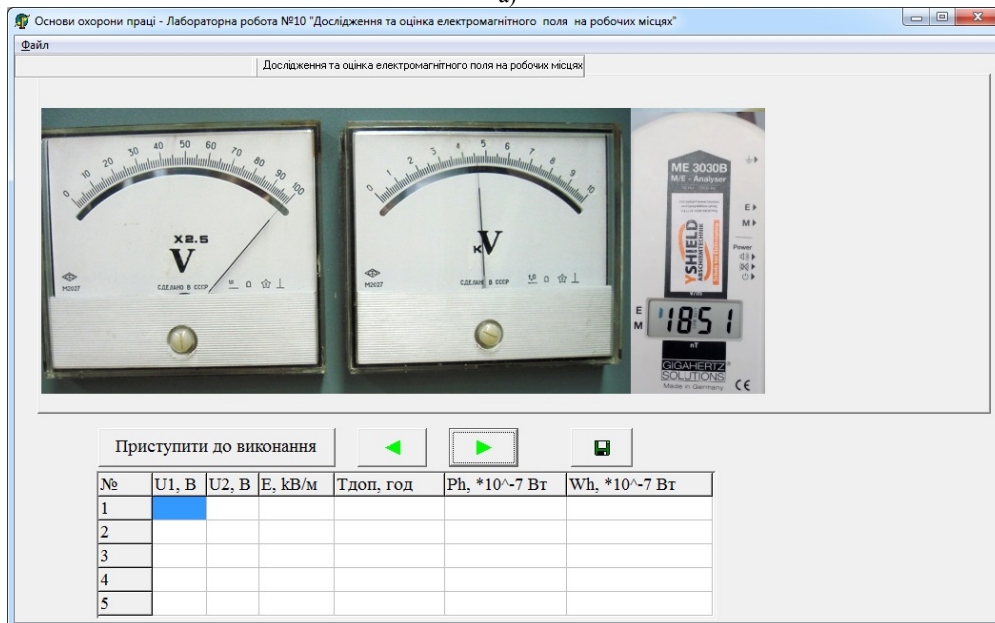
12. Побудувати графік залежності допустимого часу перебування людини в електричному полі від напруженості електричного поля.

13. За заданими викладачем значеннями часу перебування людини в контрольованих зонах при різних значеннях напруженості електричного поля розрахувати приведений час, еквівалентний за біологічним ефектом перебуванню в електричному полі нижньої границі нормованої напруженості.

14. Порівняти розрахований приведений час із тривалістю робочої зміни 8 год, зробивши висновок про допустимість/недопустимість роботи працівника у визначених умовах.



а)



б)

Рисунок 1 – Загальний інтерфейс розробленої комп'ютерної програми віртуального лабораторного стенда для виконання лабораторної роботи "Дослідження та оцінка електромагнітного поля на робочих місцях": а) загальний вигляд стенда; б) вимірювання величини напруженості електричного поля

Широке впровадження процесів інформатизації у всі сфери навчання дозволяє вирішувати питання якісної підготовки фахівців. Застосування віртуального лабораторного стенда для навчання гармонійно вписується у сучасні педагогічні концепції та дозволяє ефективніше використовувати час занять і проводити лабораторні роботи не обов'язково у спеціалізованих аудиторіях.

Перед початком виконання лабораторної роботи на тему «Дослідження та оцінка електромагнітного поля на робочих місцях» студенти виконують тестову перевірку своїх знань за допомогою комп'ютерної програми, яка була детально описана в роботах (Березюк, Л. Л., & Березюк, О. В., 2016; Березюк, 2016б, 2017а).

Висновки та перспективи подальших наукових досліджень. Отже, застосування віртуального лабораторного стенда, комп'ютерної тестової перевірки та оцінки знань студентів є передовим та інноваційним методом, який створює ідеальні умови для навчання та оцінки знань студентів. Цей метод заслуговує на активне впровадження в навчальний процес з метою забезпечення якісної підготовки фахівців і сприяє інтеграції нашої країни в глобальну систему вищої освіти, а також в європейське та світове освітнє співтовариство. Застосування подібних технологій з інших лабораторних робіт даної дисципліни вимагають проведення подальших досліджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Березюк, Л. Л., & Березюк, О. В. (2016). *Тестова комп'ютерна перевірка знань студентів із дисципліни «Медична підготовка»*, Науково-методичні орієнтири професійного розвитку особистості: тези доповідей учасників IV Всеукраїнської науково-методичної конференції, Вінниця: ТОВ «Меркьюрі-Поділля».
- Березюк, О.В. (2008). *Основи охорони праці: дистанційний курс*. ВНТУ. URL: <http://www.elearn.vstu.edu.ua>.
- Березюк, О. В. (2016а). *Застосування віртуальних лабораторних стендів для проведення лабораторних робіт з дисципліни “Основи охорони праці”*, Матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції “Інноваційні технології в процесі підготовки фахівців”. Вінниця: ВНТУ.
- Березюк, О. В. (2016б). *Застосування комп'ютерних технологій під час вивчення студентами дисциплін циклу безпеки життєдіяльності. Педагогіка безпеки*, 1, 6-10.
- Березюк, О. В. (2017а). *Застосування віртуального лабораторного стенда для проведення лабораторної роботи «Дослідження ефективності освітлення у виробничих приміщеннях». Педагогіка безпеки*, 1, 35-39.
- Березюк, О.В. (2017б). *Комп'ютерна програма «Віртуальний стенд для виконання лабораторної роботи “Дослідження та оцінка електромагнітного поля на робочих місцях” (“OP_LR_10”)*. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 72977. К.: Міністерство економічного розвитку і торгівлі України. Дата реєстрації: 20.07.2017.
- Березюк, О. В., & Лемешев, М. С. (2009). *Охорона праці в галузі радіотехніки: навчальний посібник*. Вінниця: ВНТУ.
- Березюк, О. В., Лемешев, М. С., & Віштак, І. В. (2014). *Комп'ютерна програма для тестової перевірки рівня знань студентів*, Тезиси науково-технічної конференції студентів, магістрів та аспірантів «Інформатика, управління та штучний інтелект». Харків: НТУ «ХП».
- Бондаренко, Є. А., Дрончак, В. О., Дупляк, Р. Я., Кобилянський, О. В., & Терещенко, О. П. (2007). *Охорона праці у галузі. Лабораторний практикум*. Вінниця: ВНТУ.
- Віштак, І. В., & Березюк, О. В. (2023). *Охорона праці в галузях механічної інженерії та транспорту: навчальний посібник*. Вінниця: ВНТУ.
- Крилов, В. С. (2012). *Комп'ютерний зір: інноваційний віртуальний лабораторний практикум. Науковий часопис НПУ імені МП Драгоманова. Серія 2: Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*, (13), 181-185.
- Кулініч, С. П., & Єременко, А. О. (2016). *Віртуальний лабораторний стенд для дослідження елементів гідравлічного привода*, Сучасні технології у промисловому виробництві: матеріали та програма IV Всеукраїнської міжвузівської науково-технічної конференції. Суми: СумДУ.
- Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України. (2011). *Типова навчальна програма нормативної дисципліни «Охорона праці в галузі» для вищих навчальних закладів*. Київ: МОНМСУ.
- Панченко, Б. М., & Гудков, С. М. (2016). *Віртуальний лабораторний стенд для дослідження сальникових ущільнень*, Сучасні технології у промисловому виробництві: матеріали та програма IV Всеукраїнської міжвузівської науково-технічної конференції. Суми: СумДУ.
- Петрицин, І. (2013). *Електротехнічна підготовка майбутнього вчителя технологій із застосуванням віртуального лабораторного практикуму. Молодь і ринок*, (12), 70-75.
- Цирульник, С. М., & Роптанов, В. І. (2010). *Комп'ютеризований лабораторний віртуальний стенд. Вісник Вінницького політехнічного інституту*, 4, 94-98.
- Чеховський, С. А., Піндус, Н. М., Витвицька, Л. А., Остапів, В. В., Долішня, Н. Б., Белей, С. М., & Прудніков, Б. І. (2010). *Розробка віртуальних лабораторних стендів для вимірювання тиску*,

температури та витрати. *Системи обробки інформації*, 4 (85), 77-80.

Шкуропат, А. В., & Гасюк, О. М. (2018). Ефективність віртуальних лабораторних практикумів з фізіології людини і тварин у структурі підготовки фахівця-біолога. *Інформаційні технології в освіті*, (1), 62-70.

REFERENCES

- Bereziuk, L. L., & Bereziuk, O. V. (2016). *Testova kompiuterna perevirka znan studentiv iz dystsypliny «Medychna pidhotovka»* [Test computer examination of students' knowledge of the discipline "Medical training"], *Naukovo-metodychni oriientyry profesiinoho rozvytku osobystosti: tezy dopovidei uchashnykiv IV Vseukrainskoi naukovo-metodychnoi konferentsii*, Vinnytsia: TOV «Merkiuri-Podillia». [in Ukrainian].
- Bereziuk, O.V. (2008). *Osnovy okhorony pratsi: dystantsiinyi kurs* [Basics of labor protection: distance course]. VNTU. URL: <http://www.elearn.vstu.edu.ua>. [in Ukrainian].
- Bereziuk, O. V. (2016a). *Vykorystannia virtualnykh laboratornykh stendiv dlia provedennia laboratornykh robot z dystsypliny "Osnovy okhorony pratsi"* [The use of virtual laboratory stands for conducting laboratory work in the discipline "Fundamentals of occupational health and safety"], *Materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii "Innovatsiini tekhnologii v protsesi pidhotovky fakhivtsiv"*. Vinnytsia: VNTU. [in Ukrainian].
- Bereziuk, O. V. (2016b). *Zastosuvannia kompiuternykh tekhnologii pid chas vyvchennia studentamy dystsyplin tsykladu bezpeky zhyttiediialnosti* [The use of computer technologies during students' study of life safety cycle disciplines]. *Pedahohika bezpeky*, 1, 6-10. [in Ukrainian].
- Bereziuk, O. V. (2017a). *Vykorystannia virtualnogo laboratornogo stenda dlia provedennia laboratornoi roboty «Doslidzhennia efektyvnosti osvittlenia u vyrobnychkykh prymishchenniakh»* [The use of a virtual laboratory stand for laboratory work "Investigation of the effectiveness of lighting in production premises"]. *Pedahohika bezpeky*, 1, 35-39. [in Ukrainian].
- Bereziuk, O.V. (2017b). *Kompiuterna prohrama «Virtualnyi stend dlia vykonannia laboratornoi roboty "Doslidzhennia ta otsinka elektromahnitnoho polia na ro-bochykh mistsiakh"» ("OP_LR_10")* [Computer program "Virtual stand for performing laboratory work "Research and assessment of the electromagnetic field at work places" ("OP_LR_10")]. *Svidotstvo pro reiestratsiiu avtorskoho prava na tvir № 72977*. K.: Ministerstvo ekonomichnoho rozvytku i torhivli Ukrainy. Data reiestratsii: 20.07.2017. [in Ukrainian].
- Bereziuk, O. V., & Lemeshev, M. S. (2009). *Okhorona pratsi v haluzi radiotekhniki: navchalnyi posibnyk* [Occupational health and safety in the field of radio engineering: a study guide]. Vinnytsia: VNTU. [in Ukrainian].
- Bereziuk, O. V., Lemeshev, M. S., & Vishtak, I. V. (2014). *Kompiuterna prohrama dlia testovoi perevirky rivnia znan studentiv* [A computer program for testing students' knowledge level], *Tezysy naukovo-tekhnichnoi konferentsii studentiv, mahistriv ta aspirantiv «Informatyka, upravlinnia ta shtuchnyi intelekt»*. Kharkiv: NTU «KhPI». [in Ukrainian].
- Bondarenko, Ye. A., Dronchak, V. O., Dupliak, R. Ya., Kobylanskyi, O. V., & Tereshchenko, O. P. (2007). *Okhorona pratsi u haluzi. Laboratornyi praktykum*. [Labor protection in the industry. Laboratory practice.] Vinnytsia: VNTU. [in Ukrainian].
- Chekhovskiy, S. A., Pindus, N. M., Vytvytska, L. A., Ostapiv, V. V., Dolishnia, N. B., Belei, S. M., & Prudnikov, B. I. (2010). *Rozrobka virtualnykh laboratornykh stendiv dlia vymiriuvannia tysku, temperatury ta vytraty* [Development of virtual laboratory stands for measuring pressure, temperature and flow]. *Systemy obrobky informatsii*, 4 (85), 77-80. [in Ukrainian].
- Krylov, V. S. (2012). *Kompiuternyi zir: innovatsiinyi virtualnyi laboratornyi praktykum* [Computer vision: an innovative virtual laboratory workshop]. *Naukovyi chasopys NPU imeni MP Drahomanova. Seriya 2: Kompiuterno-oriientovani systemy navchannia*, (13), 181-185. [in Ukrainian].
- Kulinich, S. P., & Yeremenko, A. O. (2016). *Virtualnyi laboratornyi stend dlia doslidzhennia elementiv hidravlichnoho pryvoda* [Virtual laboratory stand for the study of hydraulic drive elements], *Suchasni tekhnologii u promyslovomu vyrobnytstvi: materialy ta prohrama IV Vseukrainskoi mizhvuzivskoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii*. Sumy: SumDU. [in Ukrainian].
- Ministerstvo osvity i nauky, molodi ta sportu Ukrainy. (2011). *Typova navchalna prohrama normatyvnoi dystsypliny «Okhorona pratsi v haluzi» dlia vyshchykh navchalnykh zakladiv* [Standard curriculum of the regulatory discipline "Occupational safety in the industry" for higher education institutions]. Kyiv: MONMSU. [in Ukrainian].

- Panchenko, B. M., & Hudkov, S. M. (2016). *Virtualnyi laboratornyi stand dlia doslidzhennia salnykovykh ushchilnen* [Virtual laboratory stand for the study of oil seals], Suchasni tekhnologii u promyslovomu vyrobnytstvi: materialy ta prohrama IV Vseukrainskoi mizhvuzivskoi naukovotekhnichnoi konferentsii. Sumy: SumDU. [in Ukrainian].
- Petrytsyn, I. (2013). Elektrotekhnichna pidhotovka maibutnoho vchytelia tekhnologii iz vykorystanniam virtualnoho laboratornoho praktykumu [Electrical training of the future technology teacher using a virtual laboratory workshop]. *Molod i rynek*, (12), 70-75. [in Ukrainian].
- Shkuropat, A. V., & Hasiuk, O. M. (2018). Efektyvnist virtualnykh laboratornykh praktykumiv z fiziologii liudyny i tvaryn u strukturi pidhotovky fakhivtsia-biolooha [Effectiveness of virtual laboratory workshops on human and animal physiology in the structure of training of a specialist biologist]. *Informatsiini tekhnologii v osviti*, (1), 62-70. [in Ukrainian].
- Tsyrylnyk, S. M., & Roptanov, V. I. (2010). Kompiuteryzovanyi laboratornyi virtualnyi stand [Computerized laboratory virtual stand]. *Visnyk Vinnytskoho politekhnichnoho instytutu*, 4, 94-98. [in Ukrainian].
- Vishtak, I. V., & Bereziuk, O. V. (2023). *Okhorona pratsi v haluziakh mekhanichnoi inzhenerii ta transportu: navchalnyi posibnyk* [Occupational health and safety in the fields of mechanical engineering and transport: a study guide]. Vinnytsia: VNTU. [in Ukrainian].

Березюк Олег – д. т. н., доцент, професор кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: berezyukoleg@i.ua.

PERSPECTIVES OF LEARNING WITH THE HELP OF A VIRTUAL LABORATORY STAND DURING THE CONDUCT OF LABORATORY WORK "RESEARCH AND ASSESSMENT OF THE ELECTROMAGNETIC FIELD AT THE WORKPLACES"

Bereziuk Oleh – Doctor Sc. (Engineering), Associated Professor, Professor of the Chair Security of Life and Safety Pedagogic, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: berezyukoleg@i.ua.

This article examines the potential of using a virtual laboratory stand to perform laboratory work on the topic "Research and assessment of the electromagnetic field at workplaces," which is included in the curriculum of the discipline "Occupational safety in industry and civil protection." While performing this laboratory work, the student should familiarize himself with the requirements regarding the electromagnetic field and control the voltage levels at the workplaces. Based on the obtained results, the student must draw a conclusion regarding the possibility or impossibility of working in such conditions, as well as develop measures and means to achieve regulatory parameters.

The purpose of this article is to highlight the main possibilities of using a virtual laboratory stand to perform laboratory work on the topic "Research and assessment of the electromagnetic field at workplaces" from the normative discipline "Occupational safety in the industry and civil protection".

The article provides an overview of windows and instructions for using the developed computer program for a virtual laboratory stand. The key features of this program are described, such as the availability of theoretical materials on the performance of laboratory work, detailed reproduction of the appearance and control elements of real equipment, the implementation of mathematical models of dependencies between input and output parameters, the ability to return to any stage of the performance of this laboratory work and continue it from any point, as well as the ability to save the results as a text file for preparing a report.

It was established that the use of similar technologies from other laboratory works in the discipline "Occupational safety in the industry and civil protection" require further research.

Key words: Occupational Health in Branch; electromagnetic field; Lab; virtual laboratory stand.

Дата надходження статті до редакції, 27 серпня 2023 р.