

**Говорун Тетяна** 

кандидат фізико-математичних наук, доцент,  
Сумський державний університет,  
м. Суми, Україна,  
[hovorun@pmtkm.sumdu.edu.ua](mailto:hovorun@pmtkm.sumdu.edu.ua)

**Берладір Христина** 

кандидат технічних наук, старший викладач,  
Сумський державний університет,  
м. Суми, Україна  
[kr.berladir@pmtkm.sumdu.edu.ua](mailto:kr.berladir@pmtkm.sumdu.edu.ua)

**Білоус Олена** 

кандидат фізико-математичних наук, доцент,  
доцент кафедри математичного аналізу і методів оптимізації  
Сумський державний університет,  
м. Суми, Україна,  
[o.bilous@mimo.sumdu.edu.ua](mailto:o.bilous@mimo.sumdu.edu.ua)

**Ханюков Кирило** 

аспірант,  
Сумський державний університет,  
м. Суми, Україна,  
[Kyrylo.khaniukov@gmail.com](mailto:Kyrylo.khaniukov@gmail.com)

**Варакін Віталій** 

аспірант,  
Сумський державний університет,  
м. Суми, Україна,  
[Li199624@gmail.com](mailto:Li199624@gmail.com)

## **ЗАСТОСУВАННЯ ВІРТУАЛЬНОЇ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ З ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ СТАЛЕЙ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ-МАТЕРІАЛОЗНАВЦІВ**

***Анотація.** У статті описано основні принципи створення та використання віртуальної лабораторної роботи «Термічна обробка вуглецевих сталей», розробленої для студентів-матеріалознавців. Докладно розглянуто етапи проведення віртуальної лабораторної роботи з різних видів термічної обробки. Обов'язковим елементом віртуальної лабораторної роботи є інтерактивне середовище взаємодії зі студентами, що забезпечує постійний моніторинг знань з теми та об'єкта дослідження, що вивчається.*

***Ключові слова:** віртуальна лабораторна робота, термічна обробка, інноваційні освітні технології.*

***Annotation.** The article describes the main principles of creating and using the virtual laboratory work «Thermal treatment of carbon steels», developed for materials science students. The stages of conducting virtual laboratory work on various types of heat treatment are considered in detail. A mandatory element of virtual laboratory work is an interactive environment of interaction with students, which ensures constant monitoring of knowledge on the topic and object of research being studied.*

***Key words:** virtual laboratory work, heat treatment, innovative educational technologies.*

**Вступ.** Питання розробки та використання віртуальних лабораторних робіт і віртуальних практикумів у навчальному процесі вищих навчальних закладів широко обговорюються вітчизняними та зарубіжними науковцями і практиками. Науковцями наголошено на значимості віртуальних лабораторних робіт і практикумів для дистанційного вивчення загальнотехнічних дисциплін описані, розглянуто особливості розробки віртуальних лабораторних і практичних інтерактивних засобів. Існують різні думки щодо використання

віртуальних лабораторних робіт і практикумів у навчальному процесі. Одні науковці вважають, що реальний експеримент має суттєво поступитися його віртуальній моделі. Переважна більшість педагогів-практиків вважає оптимальним поєднання віртуального і реального експерименту. Ряд педагогів застосовують у процесі виконання лабораторних робіт готові програми, які у переважній більшості розроблені зарубіжними авторами, інші розробляють моделі лабораторного експерименту самостійно [1].

Альтернативою проведенню студентами реальних лабораторних робіт, особливо в реальних умовах життя під час воєнного стану, є розробка і застосування віртуальних лабораторних робіт і лабораторних практикумів, які повинні бути максимально наближені до умов експерименту.

*В основі побудови лабораторних робіт і лабораторних практикумів покладені наступні принципи:*

- успішне проведення роботи можливо тільки за наявності у студентів попередньо сформованих теоретичних уявлень про досліджувані явища;
- виконавці можуть вибирати послідовність кроків для проведення лабораторної роботи відповідно до мети її проведення;
- обов'язкове використання анімаційних, відео- і фотозображень.

Розроблена і представлена в статті лабораторна робота «Термічна обробка вуглецевих сталей» має в основному традиційний підхід до проведення лабораторних робіт. Та стан обладнання, яке використовується, його недостатня кількість, або неможливість відвідувати реальні заняття призводить до труднощів або неможливості в лабораторних умовах персонального проведення експерименту. Це пов'язано із:

- специфічними особливостями роботи устаткування (підвищена небезпека термічних установок, токсичність середовища нагріву або охолодження, значний час проведення операцій термічної обробки, велика ймовірність виходу з ладу елементів устаткування, яке експлуатується);
- істотними енергетичними витратами, відсутністю достатньої кількості варіантів проведення експериментів;

- великою трудомісткістю проведення поетапного контролю за виконанням роботи, специфікою онлайн навчання в теперішніх умовах воєнного стану в Україні [2 - 4].

**Мета статті** полягає в розкритті особливостей застосування віртуальних лабораторних робіт при навчанні студентів-матеріалознавців для підвищення якості і показників розвитку; аналізі дидактичних можливостей віртуальних лабораторних робіт при їх використанні у професійній підготовці фахівців-матеріалознавців у закладах вищої освіти (ЗВО).

**Результати дослідження.** Поняття «віртуальна лабораторна робота», як і сама доцільність її використання в навчальному процесі, є об'єктом постійних дискусій в освітянському середовищі. В першу чергу, віртуальна лабораторна робота повинна адекватно відображати реальний об'єкт дослідження, мати зрозумілий інтерфейс і спонукати студента до вияву творчості у самостійній діяльності. Відповідно до існуючого визначення щодо опису віртуальної лабораторної роботи, яка є інформаційною системою, що інтерактивно моделює реальний технічний об'єкт та дає можливість вивчення його властивостей із застосуванням засобів комп'ютерної візуалізації. При цьому віртуальна лабораторна робота, з одного боку, є предметно-орієнтованою системою, а з іншого, повинна забезпечувати реалізацію особистісно-діяльнісного підходу до організації навчання матеріалознавству і опосередкованого інтерактивного зв'язку «студент-викладач».

О. Удаловою та Г. Буяновою Г. зроблено спробу узагальнити педагогічні освітні технології та використати їх у процесі підготовки здобувачів вищої освіти до професійної діяльності [5]. Висвітлено поняття «педагогічні технології» та «інновації» з точки зору дидактичних основ педагогіки. Наведено класифікацію інноваційних методів навчання, які використовуються в освітньому процесі підготовки майбутніх фахівців. Автори наголошують на якості навчання у застосуванні сучасних педагогічних методів, які впливають на модернізацію змісту, методів, форм освіти та дозволяють максимально ефективно реалізувати навчальні завдання в сучасних умовах.

Г. Окрепкою встановлено, що віртуальні експериментальні роботи є цікавими та корисними для здобувачів вищої освіти [6]. Показано, що ефективність процесу навчання зростає, оскільки віртуальна лабораторія є тренажером для відпрацювання навичок і самостійної підготовки до лабораторних дослідів. Поєднанням віртуальних робіт з виконанням роботи у реальній лабораторії можна сформувати навички роботи із реальним обладнанням і сприймати інформацію через органи чуття, сприяти швидкому розвитку дослідницьких компетентностей у здобувачів вищої освіти.

Розробка віртуальних лабораторних робіт може бути для різних дисциплін. Наприклад, Д. Кучер та Ю. Карпенко розглядають віртуальні технології, які використовуються для оптимізації освітнього процесу при вивченні хімічних дисциплін, а також для моделювання та дослідження молекул з метою створення нових речовин [7]. Автори висвітлюють важливість використання віртуальних технологій у процесі сучасної освіти. В дослідженні описується, як віртуальні технології дозволяють науковцям створювати нові речовини та проводити дослідження їх властивостей за допомогою віртуальних технологій швидко, точно та без необхідності використання дорогого обладнання та матеріалів у порівнянні з традиційними лабораторними дослідженнями. Наголошується на можливості використання віртуальних технологій у сфері вивчення хімічних дисциплін, як значному потенціалу для покращення якості освіти.

Також розглядаються особливості розробки віртуальних практичних інтерактивних засобів навчальних дисциплін для дистанційного навчання з технічних і технологічних спеціальностей [8]. Було запропоновано власну методику розробки таких засобів навчальних дисциплін у вигляді віртуальних симуляційних або відео-лабораторних робіт [8].

Т. Говорун, Х. Берладір, С. Ващенко було представлено матеріал про застосування віртуального середовища, а саме розробленої віртуальної лабораторної роботи «Методи виявлення та визначення розміру зерна», яка використовується як в аудиторній, так і в дистанційній освіті [9]. Детально

описана методика розробки та впровадження віртуальної лабораторної роботи за трьома методами визначення розміру зерна в сталях відповідно до чинного стандарту України. Програмне забезпечення призначене для студентів-матеріалознавців при виконанні лабораторних робіт з визначення розміру зерна металів, створена для більш зручного та точного обчислення показника зернистості та уникнення випадкових помилок у математичних розрахунках.

Б. Сус , Н. Тмієнова, І. Ревенчук, В. Вялкова представили найбільш ефективний шлях розвитку процесу електронної віртуальної лабораторії з фізики та інформаційних технологій [10]. В описаній віртуальній лабораторній роботі математичне моделювання, апаратне моделювання в циклі, електрична емуляція датчиків були ефективно поєднані з такими дидактичними вимогами, як формалізація, застосування математичної термінології, розвиток просторової уяви, моделювання та динаміка фізичних процесів. Детально описано основні етапи розробки та виконання віртуальної лабораторної роботи для підготовки до реального експерименту з унікальним обладнанням та створеним програмним забезпеченням для сучасного матеріалознавства та мікроелектроніки. Показано, що студент чітко бачить кінетику досліджуваних процесів, що відбуваються в об'ємі зразка. Було продемонстровано, що середовище занурення забезпечує можливість взаємодії з віртуальними об'єктами та інструментами набагато ефективніше, щоб продемонструвати досліднику функціонування автоматичних методів, особливо зі складним та унікальним обладнанням. Комп'ютерні демонстрації як важливий дидактичний засіб при вивченні техніки та фізики в системах електронної освіти можуть бути запроваджені моделюванням фізичного процесу за допомогою анімації та відео реального експерименту [10].

*Можна виділити декілька підходів до реалізації лабораторних робіт в віртуальному середовищі:*

- комп'ютерне моделювання приладів за допомогою Flash-технології. Цей підхід використовується в основному для того, щоб познайомити студента із зовнішнім виглядом приладу і навчити основам роботи з ним. Студент отримує

свій варіант завдання, відповідно до якого і будується подальша робота. При створенні лабораторної роботи з використанням Flash-технології найчастіше використовуються такі елементи LMS Moodle як «Лекція», «Завдання», «Індивідуальне завдання», а також ресурси «Пояснення», «Книга»;

- розрахункові практикуми. При роботі в межах практикуму передбачається проведення обчислень за формулами відповідно до теоретичного матеріалу. Для побудови такої лабораторної роботи встановлюється чітка послідовність виконання, проведення розрахунків і контроль за допомогою елемента «Тест», до якого викладач включає питання: числові, на відповідність або обчислювальні;

- віртуальний лабораторний практикум. Це найбільш складний для розробки підхід, але саме він надає найбільші можливості ілюстрації і розвитку навиків роботи, які будуть потрібні студентам в їх майбутній професійній діяльності. Працюючи у віртуальному лабораторному проекті, студент може виконувати різні види досліджень: створювати математичну модель досліджуваного об'єкта; здійснювати імітаційне моделювання фізичних процесів; вносити необхідні корективи в результати дослідження та характеристики об'єкта. Для розробки практикуму застосовується «Пакет Scorm», який поєднує web-сторінки, графіку, програми мовою Javascript, Flash та інші ресурси [1, с. 61].

Розглянемо більш детально виконання лабораторної роботи з термічної обробки (ТО) сталі, яка розроблена для проведення у віртуальному режимі.

*Лабораторна робота «Термічна обробка вуглецевих сталей» у віртуальному режимі включає наступні етапи:*

*1 етап:* визначення студентом основного практичного призначення термообробки (ТО) сталі та різновидів ТО, знайомство з можливим використовуваним обладнанням, ознайомлення з демонстраційним варіантом проведення одного з варіантів ТО.

*2 етап:* випадковий вибір студентом одного з варіантів термообробки і матеріалу для її проведення, визначення методики проведення експерименту

для досягнення поставленої мети, тобто вибір температури нагрівання сталі для даного виду ТО і охолоджувального середовища.

*3 етап:* безпосереднє проведення віртуального процесу термообробки, побудова графіків проведеної ТО та ідентифікація фазово-структурного стану сталі після проведення ТО із визначенням твердості на кожному етапі.

*4 етап:* аналіз отриманих результатів, що полягає в їх поясненні з використанням теоретичних уявлень про термічну обробку сталі, складання електронного звіту з метою роботи, графіками ТО, зображенням структур, отриманих після проведення ТО.

Для максимального наближення віртуальної роботи до реальної імітуються термічні пристрої, прилади (використовувалися фотографії реальних нагрівальних пристроїв, вимірювальних приладів) і алгоритм управління ними: вимірювання та регулювання температури і т.п. (рис. 1).

Перевірити рівень знання після вивчення лекційного матеріалу і виконання віртуальних лабораторних робіт можна, виконавши комп'ютерні тести до віртуальної лабораторної роботи (рис. 2).

Для реалізації віртуальної лабораторної роботи використовувалися цифрові фотографії реальних вимірювальних приладів, оброблені у графічному редакторі Photoshop.

*Розроблена віртуальна лабораторна робота передбачає:*

- постійний моніторинг знань та дій студентів під час її виконання шляхом покрокового тестування;
- проведення лабораторної роботи на віртуальних лабораторних установках з урахуванням реальних експериментальних даних;
- велику різноманітність траєкторій виконання роботи із застосуванням різних режимів ТО;
- аналіз результатів, оцінку отриманих експериментальних даних та складання звіту у електронному вигляді.



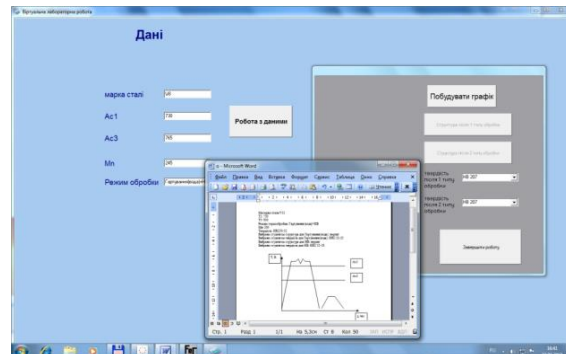
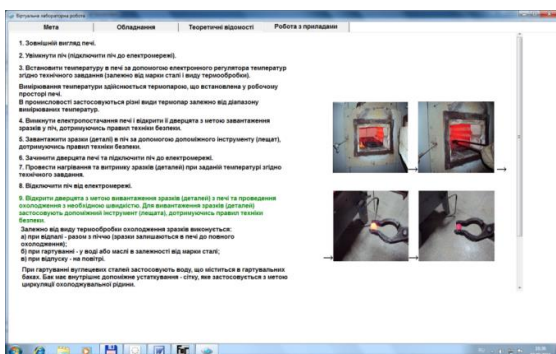
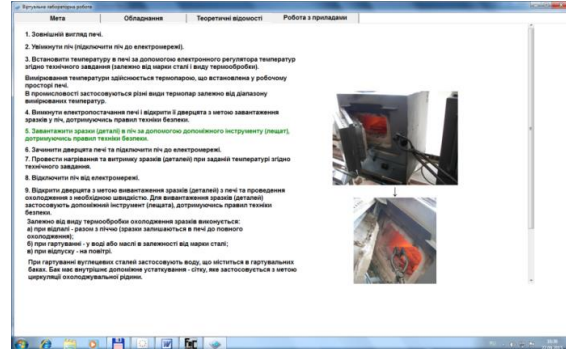
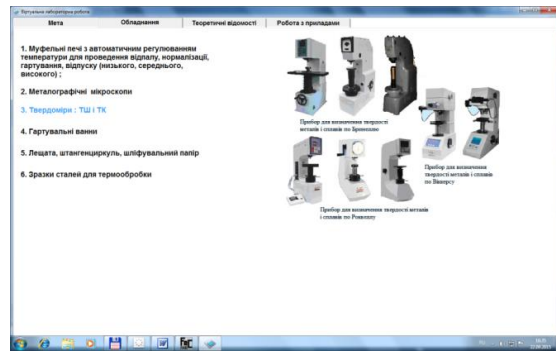
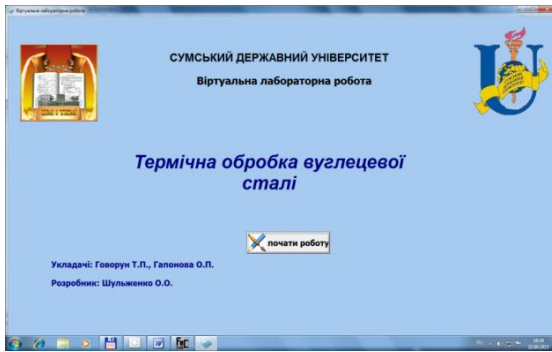


Рис. 1. Скріншоти розробленої віртуальної лабораторної роботи

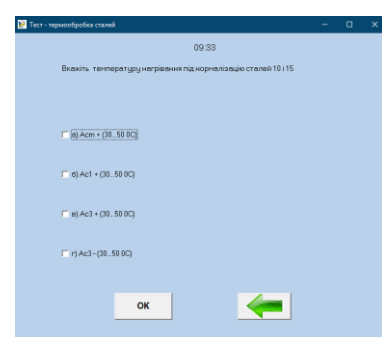
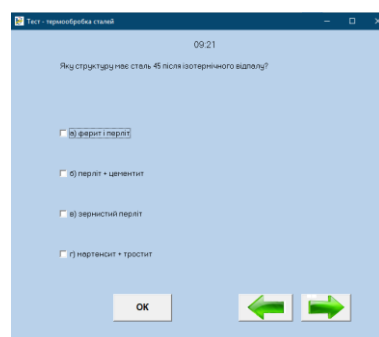
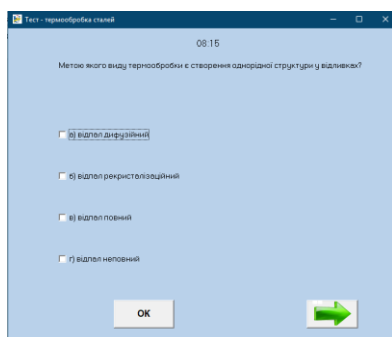


Рис. 2. Скріншоти тесту до захисту віртуальної лабораторної роботи

Застосування віртуальної лабораторної роботи «Термічна обробка вуглецевих сталей», розробленої для студентів-матеріалознавців, дозволяє оцінити знання та вміння студента, що також може використовуватись як критерій допуску студентів до проходження реальної лабораторної роботи.

Розроблена віртуальна лабораторна робота застосовується в онлайн навчанні для студентів денної, заочної та дистанційної форм навчання на кафедрі прикладного матеріалознавства і технології конструкційних матеріалів Сумського державного університету. Таким чином, традиційні форми проведення лабораторні роботи можна успішно доповнити віртуальними лабораторними роботами.

**Висновки.** *До переваг даного підходу, тобто до проведення лабораторних робіт у віртуальному режимі, можна віднести:*

- можливість самостійного та дистанційного проходження лабораторної роботи (в єдиному інформаційно-комунікаційному середовищі);
- збереження експериментального устаткування;
- відсутність витрат на витратні матеріали, а також на утримання і обслуговування лабораторного комплексу;
- постійний моніторинг знань щодо об'єкта дослідження та дій студента в процесі виконання віртуальної лабораторної роботи;
- можливість орієнтації студентів на прогнозування, обробку та аналіз одержуваних результатів з використанням фізико-математичних моделей;
- складання звіту про проведення лабораторної роботи в електронному вигляді безпосередньо під час виконання самої роботи;
- не обмежена реальними можливостями експериментальної бази здатність до варіювання об'єктів, методів та режимів експериментального дослідження.

*Недоліками проведення лабораторних робіт у віртуальному режимі є:*

- недостатній розвиток навичок керування реальними приладами;
- неможливість повністю позбутися детермінованості процесу виконання роботи.

Але все ж таки дана педагогічна інновація добре сприймається студентами-матеріалознавцями при вивченні дисциплін, що позитивно впливає на якість вивченого матеріалу. Це дозволяє підвищити рівень технічної компетенції студентів різних форм навчання, сприяє більш високому рівню виконання курсових і випускних кваліфікаційних робіт.

### Список використаних джерел

1. Олійник Н.Ю., Березенська С.М., LMS Moodle: можливості та практична реалізація лабораторного практикуму з технічних дисциплін. *Перша всеукраїнська науково-практична конференція «MoodleMoot Ukraine 2013. Теорія і практика використання системи управління навчанням Moodle».* (Київ, КНУБА, 30-31 травня 2013 р.): тези доповідей. - К: КНУБА, 2013. URL: [https://2013.moodlemoot.in.ua/course/view.php?id=58&mymobile\\_blocks=true%20;file:///E:/%D0%97%D0%B0%D0%B3%D1%80%D1%83%D0%B7%D0%BA%D0%B8/%D0%A2%D0%B5%D0%B7%D0%B8%20MoodleMoot-2013%20\(1\).pdf](https://2013.moodlemoot.in.ua/course/view.php?id=58&mymobile_blocks=true%20;file:///E:/%D0%97%D0%B0%D0%B3%D1%80%D1%83%D0%B7%D0%BA%D0%B8/%D0%A2%D0%B5%D0%B7%D0%B8%20MoodleMoot-2013%20(1).pdf) (дата звернення: 30.05.2024).
2. Davyskyba V. V., Modern challenges today of distance education in institutions of higher education during military actions in Ukraine. *Актуальні питання у сучасній науці.* 2024. № 4 (22). С. 820-830.
3. Білоус, О. А., Говорун, Т. П., Берладір, Х. В., Реалізація дистанційних технологій навчання студентів-інженерів як виклик сьогодення. *Дистанційна освіта в Україні: інноваційні, нормативно-правові, педагогічні аспекти.* 2021. 1(1). С. 99 – 103. <https://doi.org/10.18372/2786-5495.1.15753>. URL: <https://jrn1.nau.edu.ua/index.php/DEU/article/view/15753> (дата звернення: 30.05.2024).
4. Bilous O., Hovorun T., Berladir K., Dunaeva M., Ensuring the Quality of Training Engineers in a Virtual Environment. *Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham.* 2021. P. 765 – 774. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-68014-5\\_74](https://doi.org/10.1007/978-3-030-68014-5_74) URL: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-68014-5\\_74](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-68014-5_74) (дата звернення: 30.05.2024).

5. Удалова О., Буянова Г. Особливості застосування інноваційних освітніх технологій у закладах вищої освіти України. *Проблеми освіти*. 2021. № 2(95). С. 127–142. <https://doi.org/10.52256/2710-3986.2-95.2021.09>. URL: <https://imzo-journal.org.ua/index.php/journal/article/view/42> (дата звернення: 30.05.2024).
6. Окрепка Г. Інноваційні форми і методи навчання у системі освіти України. *Проблеми освіти*. 2022. № 1(96). С. 120 – 133. <https://doi.org/10.52256/2710-3986.1-96.2022.08>. URL: <https://imzo-journal.org.ua/index.php/journal/article/view/54> (дата звернення: 30.05.2024).
7. Кучер Д., Карпенко Ю. Використання віртуальних технологій в хімії. *Грааль науки*. 2023. № 1(27). С. 245 - 250. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.12.05.2023.038> URL: <https://archive.journal-grail.science/index.php/2710-3056/article/view/1245> (дата звернення: 30.05.2024).
8. Мазур М.П. Особливості розробки віртуальних практичних інтерактивних засобів навчальних дисциплін для дистанційного навчання / М.П. Мазур, С.С. Петровський, М.Л. Яновський. *Інформаційні технології в освіті: Збірник наукових праць*. – Херсон: Видавництво ХДУ, 2010. Вип. 7. С. 40–46.
9. Novorun T.P., Berladir K.V., Vashchenko S.M. Application of virtual environment for calculation of grain size in materials science. *Actual Problems in the System of Education: General Secondary Education Institution*. 2022. № 2 . P. 362–370. <https://doi.org/10.18372/2786-5487.1.16616> URL: <https://jrnl.nau.edu.ua/index.php/APSE/article/view/16616> (дата звернення: 30.05.2024).
10. Sus, B., Tmienova, N., Revenchuk, I., Vialkova, V. Development of Virtual Laboratory Works for Technical and Computer Sciences. In book: *Information and Software Technologies* (2019). [https://doi.org/10.1007/978-3-030-30275-7\\_29](https://doi.org/10.1007/978-3-030-30275-7_29). URL: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-30275-7\\_29](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-30275-7_29) (дата звернення: 30.05.2024).