

де ЕРП<sub>1</sub>, ЕРП<sub>2</sub>, ЕРП<sub>3</sub>, ЕРП<sub>4</sub>, ЕРП<sub>5</sub>, ЕРП<sub>6</sub> – види економічного розвитку, що характеризують відповідно періоди утворення, зростання, стабільності, падіння, кризи (банкрутства) і ліквідації підприємства.

**Рис. 4.** Основні види економічного розвитку підприємства за критеріями динаміки власного капіталу і ринкової вартості підприємства

#### Список літератури

1. Поддєрьогін А.М. Фінанси підприємств : підручник. К. : КНЕУ, 2013. – 460 с.
2. Положення (стандарт) бухгалтерського обліку 16 «Витрати» : затверджено Наказом Міністерства фінансів України від 31 грудня 1999 р. № 318, зі змінами та доповненнями [Електронний ресурс]. Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0027-00>.
3. Прохар Н.В., Ночовна Ю.О. Облік доходів, витрат і фінансових результатів: проблеми теорії та практики : монографія. Полтава : РВВ ПУЕТ, 2011. 257 с.
4. Самуельсон П. Економіка: Т. 1,2 / Самуельсон П. - М.: НПО «Алгон», 1992.- 414с.
5. Сорока С. Сутність витрат: історичний аспект. Економічний аналіз. 2010. Вип. 6. С. 152–154.
6. Турило А.М., Кравчук Ю.Б., Турило А.А. Управління витратами підприємства : навчальний посібник. К. : Центр навчальної літератури, 2006. 120 с.
7. Турило А.А., Турило А.М. Оцінка результативності, ефективності, продуктивності, збитковості підприємства : монографія. Кривий Ріг: Етюд-Сервіс, 2009. 196 с.
8. Трухан О.Л. Розвиток теорії витрат: еволюція і сучасні тенденції. Вісник ЖДТУ. 2003. № 4. С. 380–388.
9. Цал-Цалко Ю.С. Витрати підприємства: навчальний посібник. К. : ЦУЛ, 2002. 656 с.
10. Циган Р.М., Савченко О.С. Проблеми формування прибутку підприємства в бухгалтерському обліку. Облік і фінанси АПК. 2011. № 2. С. 36–39.
11. Чернишова Л.І., Дженкова А.С. Особливості формування системи управління витратами вітчизняних підприємств. Інноваційна економіка. 2014. № 3 (52). С. 61–68.
12. Шаповалова Т.Ю., Фесенко Н.В. Аналіз сутності деяких категорій інвестиційної діяльності. Вісник Нац. техн. ун-ту «ХПІ»: зб. наук. праць Харків: НТУ «ХПІ». 2011. № 26. С. 156-164

Рукопис подано до редакції 08.11.2021

УДК 004.78

А.О. ХРУЦЬКИЙ, канд. техн. наук, доц., Ю.Г. ГОРБАЧОВ, канд. техн. наук, проф.,  
В.А. ГРОМАДСЬКИЙ, канд. техн. наук, доц., Вікт.А. ГРОМАДСЬКИЙ, канд. техн. наук,  
Ю.І. ЧУМАК, ст. викл., Криворізький національний університет

### ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ РЕАЛІЗАЦІЇ ВІРТУАЛЬНОГО ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМУ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦІВ З ГАЛУЗЕВОГО МАШИНОБУДУВАННЯ

**Мета.** Дослідження шляхів реалізації лабораторних занять у віртуальних освітніх середовищах для студентів технічних спеціальностей на основі узагальнення досвіду використання віртуальних лабораторних стендів, комплексів, наочних приладів та посібників, що максимально відтворюють обладнання галузі.

**Методи дослідження.** У роботі використано аналіз та узагальнення досвіду відомих досліджень та розробок з впровадження електронної форми навчання, зокрема реалізації віртуальних лабораторних робіт.

**Наукова новизна.** Розглянуто можливості застосування у навчальному процесі віртуальних лабораторних стендів, особливості їх реалізації, основні переваги та недоліки. Виокремлено наступні групи віртуальних стендів: для вивчення програмних продуктів; для вивчення конструкції реальних машин та їх вузлів; для дослідження окре-

мих робочих процесів; симулятори роботи машин, обладнання та установок. Визначено сильні та слабкі сторони кожної групи стендів.

**Практична новизна.** Дано визначення віртуальної лабораторної роботи та наведено загальну схему її проведення. Встановлено, що визначені групи віртуальних стендів у тій чи іншій мірі можуть бути застосовані при навчанні інженерів-механіків з використанням сучасних освітніх веб-порталів для дистанційного навчання.

**Результати.** У результаті проведеного дослідження встановлено, що використання віртуальних лабораторних стендів при підготовці інженерів-механіків сприятиме зростанню ефективності освітнього процесу завдяки забезпеченню активізації отриманих знань при самостійному виконанні дослідження, підвищенню їх мотивації та зацікавленості при засвоєнні нового матеріалу, набуття здобувачами навичок роботи з виробничим обладнанням при використанні автоматизованого робочого місця оператора. Віртуальні стенди можуть бути з успіхом використані як для очної, так і для заочної форм навчання, зокрема і у дистанційному форматі. Надалі планується розробка методики створення віртуального лабораторного стенду для навчального компоненту на базі компетентностей та програмних результатів освітньої та робочої програм.

**Ключові слова:** лабораторні роботи, віртуальний лабораторний стенд, ефективність освітнього процесу, віртуальний тренажер, самостійне навчання, дистанційне навчання.

doi: 10.31721/2306-5451-2021-1-53-90-96

**Проблема та її зв'язок з науковими і практичними завданнями.** Основним напрямом діяльності сучасного закладу вищої освіти технічного спрямування є розвиток теоретичних і практичних навичок у здобувачів, що сприятимуть забезпеченню сфери виробничої діяльності кваліфікованими фахівцями. Підготовка інженерів неможлива без організації і проведення лабораторних практикумів, які є базовим компонентом процесу навчання технічних спеціалістів.

Основною тенденцією розвитку навчального процесу закладів вищої освіти є скорочення кількості аудиторних годин з одночасним збільшенням годин самостійної роботи студентів. Причому, як зазначають самі автори, відбувається перетворення ролі викладача з основного джерела інформації на організатора та контролюючу особу самостійної роботи студентів. Відповідно така зміна потребує застосування більш ефективних засобів навчання [11].

Особливої уваги під час впровадження електронного навчання з технічних дисциплін заслуговує саме організація лабораторного практикуму, який є запорукою набуття здобувачами вищої освіти практичних навичок [11].

При виконанні лабораторних робіт перед здобувачами вищої освіти ставляться завдання навчально-дослідного характеру, які передбачають використання спеціалізованих лабораторних стендів та мають на меті перш за все допомогу в засвоєнні теоретичного матеріалу, подальше прищеплення навичок експериментальних досліджень і обробки отриманих результатів і, нарешті, формування практичних умінь і навичок роботи з реальними приладами, установками і обладнанням [11].

Разом з невід'ємними перевагами традиційного лабораторного практикуму, такими як висока наочність процесів, засвоєння техніки безпеки і вміння працювати з обладнанням, використання у навчанні більшості видів почуттів, відома низка недоліків [3, 4, 9]:

організаційний і часовий розрив між етапом підготовки до виконання лабораторної роботи і етапами виконання і контролю;

в наслідок слабого розвитку у студентів вміння роботи з літературою, нестачі часу і в силу ряду інших чинників більшість студентів приходять на лабораторний практикум непідготовленими, що негативно позначається і на ефективності виконання основних етапів лабораторної роботи;

проведення колективних занять за узгодженим графіком, а через те - обмежений доступ студентів до лабораторного устаткування;

при виконанні лабораторної роботи непідготовлений студент може отримати часткові експериментальні результати, не зрозумівши загальну картину досліджуваного фізичного явища, що призводить до низької ефективності використання навчального часу і самого процесу навчання;

лабораторна база вимагає постійного технічного обслуговування спеціальним персоналом внаслідок фізичного і морального застарівання та, за можливості, удосконалення, що призводить до додаткових фінансових витрат;

висока вартість лабораторного обладнання не дозволяє в короткі терміни розширити лабораторну базу і забезпечити гнучкість у навчанні;

неможливість дослідження екстремальних і аварійних режимів;  
 можливість псування коштовного обладнання непідготованими здобувачами вищої освіти;  
 можливість травмування здобувачів вищої освіти при виконанні лабораторних робіт;  
 застосування традиційного лабораторного практикуму не представляється можливим при дистанційній формі навчання.

Окремо слід зауважити, що при підготовці інженерів-механіків з проектування, виготовлення та експлуатації механічного обладнання різних галузей, саме промислове обладнання, що є предметом вивчення, може бути великогабаритним (наприклад гірничі машини, такі як буровий верстат СБШ-250 або барабанний кульовий млин) і не можуть бути розміщені у лабораторії. Як зауважують дослідники [2, 10, 12, 13], традиційна методика проведення лабораторних робіт, незважаючи на свої переваги, в силу притаманних організаційно-методичних, техніко-економічних недоліків та обмеженості застосування робить її малоефективною для подальшого використання.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Альтернативною формою проведення очних лабораторних занять вважаються віртуальні лабораторні роботи [1-13].

Віртуальна лабораторна робота – це інформаційна система, що інтерактивно моделює реальний технічний об'єкт і його істотні для вивчення властивості із застосуванням засобів комп'ютерної візуалізації без використання інших технічних засобів навчання, крім самого комп'ютера (планшета, смартфон) [4, 9].

Але попри наведене визначення, як зазначено у роботі [7], на сьогодні не існує єдиного визначення поняття «віртуальна лабораторія», різні вчені по-різному трактують дане поняття, а також дають різні назви цим засобам: віртуальні лабораторії, віртуальні лабораторні стенди, віртуальні лабораторні засоби та ін. Наприклад дослідники наводять такі визначення:

програмно-апаратний комплекс, що дозволяє проводити досліди без безпосереднього контакту з реальною установкою або при повній її відсутності;

комп'ютерна програма для дослідження процесів та явищ;

педагогічний програмний засіб для імітації виконання лабораторних робіт в лабораторії.

З дидактичної точки зору віртуальну лабораторну роботу розглядають як форму, метод і засіб навчання, в процесі проведення якої студенти проводять певні досліди, використовуючи при цьому лише образи, що мають зовнішній вигляд і функції реальних предметів.

Проведення віртуальних лабораторних робіт, які є сучасними навчальними посібниками і засновані на комп'ютерному моделюванні реальних процесів, забезпечує якість підготовки, прискорює процес освоєння досліджуваного матеріалу. Основою віртуальних лабораторних стендів, що є аналогами реальних лабораторних установок, служать математичні моделі імітованих процесів. Таке моделювання забезпечує наочність досліджуваних процесів і дозволяє провести їх аналіз в необмеженому діапазоні умов [5].

Як зазначає автор [1], віртуальні стенди дозволяють кожному здобувачу вищої освіти моделювати виробничі процеси, а викладачам - контролювати засвоєння їх знань. При цьому зменшуються витрати часу на проведення лабораторних робіт, що пов'язано з використанням комп'ютерних ефектів. Автор особливо наголошує на економії фінансових ресурсів, пов'язаних з придбанням та експлуатацією реального лабораторного обладнання порівняно з віртуальним.

Основні переваги віртуальних лабораторних робіт [3-5, 11]:

можливість багаторазового повторення експерименту при різних початкових умовах;

значно зменшується ризик неправильної експлуатації і порушень правил техніки безпеки при роботі з реальними установками;

можливість досліджувати динаміку процесу в реальному і уповільненому масштабі часу, допомагають побачити фізичні закономірності процесів, що відбуваються;

можливість отримати більш точні результати, ніж при проведенні реального експерименту;

дозволяють викладачеві можливість одночасно працювати зі студентами всієї групи;

Однак, при всій привабливості та безсумнівній дидактичній вигоді комп'ютерного експерименту в навчанні, залишаються невирішеними декілька проблем.

Перша з них: сприйняття інформації студентами істотно відрізняється від того, як це відбувається при виконанні традиційної лабораторної роботи внаслідок відсутності безпосереднього контакту здобувачів з об'єктами вивчення та приладами. Без цього етапу сприйняття не може бути повноцінним. Отже, неповноцінним може виявитися і викладання відповідної дисципліни [7, 9].

Надалі виникає проблема отримання політехнічних навичок роботи з реальними приладами і установками. Дуже важлива і все ще мало досліджена проблема формування адекватного уявлення про світ при роботі з нереальними об'єктами. Частково цю проблему можна вирішити, використовуючи у процесі навчання програмні продукти, що максимально точно відображають процеси і явища, що відбуваються в реальному світі [7, 9].

Основним напрямом розробки віртуальних лабораторних стендів автори вважають детальне відтворення зовнішнього вигляду та елементів керування реальної лабораторної установки і реалізації математичної моделі, що описує залежності між вхідними та вихідними величинами. Це робить такий віртуальний стенд за своїми метрологічними характеристиками аналогічним до реального приладу. Для більш реалістичного відтворення роботи реальних лабораторних стендів, їх математичні моделі додатково відтворюють інерційність та вплив сторонніх факторів [11].

Як зазначають автори [11], дистанційні лабораторні стенди такого типу оптимально реалізовувати за допомогою web-програмування (за допомогою мов програмування JS, php, java, python, тощо), яке забезпечує виконання лабораторних робіт у браузері на комп'ютері, ноутбуці, планшеті або смартфоні без встановлення додаткового програмного забезпечення.

Переважає більшість розглянутих навчально-методичних розробок віртуальних лабораторій стосуються електротехнічної галузі, електроніки та автоматизації. Доробок для студентів-механіків дуже мало.

**Постановка задачі.** Метою статті є аналіз шляхів реалізації лабораторних занять у віртуальних освітніх середовищах для студентів-механіків на основі узагальнення досвіду використання віртуальних лабораторних стендів, комплексів, наочних приладів та посібників, що максимально відтворюють обладнання галузі.

**Викладення матеріалу та результати досліджень.** У результаті проведеного аналізу відомих досліджень та публікацій можна виокремити наступні групи віртуальних стендів за характером об'єктів для вивчення:

- для вивчення програмних продуктів;
  - для вивчення конструкції реальних машин та їх вузлів;
  - для дослідження окремих робочих процесів;
  - симулятори роботи машин, обладнання та установок.
- Розглянемо ці групи віртуальних стендів.

Першою групою, яку розглянемо, є віртуальні стенди для вивчення програмних продуктів.

Серед відомих засобів для розробки електронних курсів виокремимо потужний пакет Adobe Captivate, який має, серед інших, особливий вид проектів Software Simulation, що використовується для імітації роботи програмного забезпечення. При цьому з екрану записується не відео роботи користувача, а саме його послідовність дій. Adobe Captivate фіксує скріншоти після кожного кліку миші та розбиває їх на окремі слайди, Додатково запминаються і точки кліка миші та набір символів на клавіатурі [14].

Проект Software Simulation має три режими: demo, assessment і training [14].

Режим demo призначений для демонстрації роботи програмного забезпечення з коментаріями, при якій користувач не зобов'язаний виконувати будь-які дії [14].

Режим assessment призначений для перевірки знань користувача про роботу програмного забезпечення, що вивчається. При цьому система інформує користувача лише про те, що крок було виконано неправильно [14].

Режим training призначений для інтерактивного навчання користувача роботі з програмним забезпеченням через покрокове виконання заданих дій з вказівками на кожному кроці [14].

Загалом це дуже зручний і потужний інструмент для навчання інженерів-механіків роботі у сучасних САПР-системах, а самі матеріали у вигляді курсів, тренінгів та тестів можуть бути розміщені на веб-сторінці освітнього порталу для дистанційного навчання або як додатковий інструменти звичайного очного навчання.

Наступною групою є віртуальні стенди для вивчення конструкції реальних машин та їх вузлів, які базуються на можливостях розміщувати на Web-сторінках 3D моделей вузлів та деталей машин.

На сьогодні відомо багато варіантів розташування тривимірних моделей на веб-сторінках сайтів, але тільки eDrawings дає змогу не тільки розглядати модель, а і розрізати її перерізами у різних площинах, розбирати складання на окремі деталі, робити заміри та ін. Усе це робить

його назамінним та дуже потужним інструментом наочності при вивчення будови та принципу дії великогабаритних машин і обладнання та їх окремих вузлів [16].

Слід зазначити, що при розташування моделі на веб-сторінках недоступні деякі корисні можливості eDrawings, але він має можливість створювати виконуваний файли, що можуть бути розміщені на сторінці сайту та, при скачуванні, надати користувачеві повний інструментарій [16].

Як обмеження при застосуванні eDrawings слід відмітити потребу відповідності певним вимогам, що може привести до проблем з відображенням моделей для користувачів, що користуються планшетами та смартфонами. Також створювані файли можуть працювати тільки у системі Windows [16].

Група віртуальних стендів для дослідження окремих робочих процесів найкраще підходить для застосування в освітньому процесі для здобувачів другого (магістерського) та третього (доктор філософії) освітніх рівнів, оскільки включає у себе використання самими здобувачами наукових методів.

У роботі [3] наведено деталізовану схему проведення лабораторної роботи у віртуальній навчальній лабораторії (рис. 1), яку можна прийняти за основу при розробці віртуальних стендів, що моделюють реальні процеси.

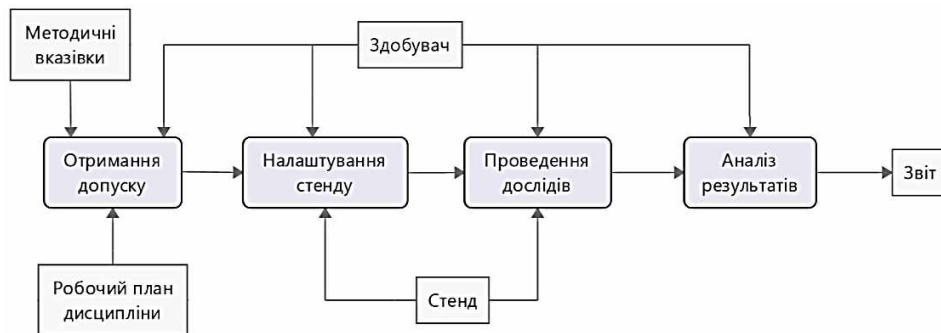


Рис 1. Схема проведення лабораторної роботи у віртуальній навчальній лабораторії [3]

Розглянемо працю [5], у якій наведено досвід реалізації віртуальної лабораторної установки для вивчення дисциплін «Термодинаміка», «Теплотехніка», «Тепломасообмін» (рис 2).

Сама віртуальна лабораторна установка містить математичну модель, що описує робочі процеси, та візуальні компоненти такі як елементи управління стендом, зв'язки між елементами установки, стан лабораторної установки з візуальними ефектами випаровування, кипіння, горіння та ін. [5].

Хід виконання робіт на такому стенді передбачає наступні кроки [5]:

на початку заняття викладач надає здобувачам теоретичну довідку, методичні вказівки та початкові параметри;

здобувачі вивчають отриману теоретичну довідку та виконують лабораторну роботу за методичними вказівками;

під час виконання роботи викладач може втрутитися в роботу окремого здобуча, а саме: задати кожному здобувачеві окремі параметри для проведення дослідів, переглянути параметри дослідів, зупинити або перезапустити процес;

здобувачі формують звіти з виконаної роботи.

Слід відзначити, що наведений віртуальний лабораторний стенд може бути використаний як під час очної, так і при дистанційній формах навчання.

Перший досвід використання віртуальних лабораторних стендів було отримано авторами даної статті при викладанні дисципліни «Методи планування та проведення наукових досліджень гірничого устаткування» для здобувачів третього освітньо-наукового рівня.

Стенди являють собою прості математичні лінійні та нелінійні моделі досліджуваних процесів, написані на JavaScript у вигляді мінімалістичних веб-додатків, розташованих на Освітньому порталі, що працює на базі системи дистанційного навчання Moodle (рис. 3).

Позитивний досвід роботи з такими стендами та схвальні відгуки від самих здобувачів підштовхнули до подальшого розвитку та впровадження подібних віртуальних стендів.



Рис 2. Віртуальний лабораторний стенд до лабораторної роботи з дисципліни «Термодинаміка» [5]



Рис 3. Віртуальний лабораторний стенд до лабораторної роботи з дисципліни «Методи планування та проведення наукових досліджень гірничого устаткування»

Останньою групою, що була виокремлена нами, є група віртуальних симуляторів і тренажерів роботи машин, обладнання та установок. Вони призначені для початкового навчання, вдосконалення або корекції навичок управління операторів машин, оптимізації та зменшення енерго- та ресурсозатрат при обслуговуванні та експлуатації машин шляхом формування практичних умінь, навичок моніторингу, налаштування та діагностики систем операторами машин.

Як приклад такої системи розглянемо симулятори фірми CYBERMINE, яка пропонує широкий спектр симуляторів бурових установок для підземних робіт на базі обладнання світових виробників, таких як Atlas Copco та Sandvik [15].

Симулятор бурової установки переносить машиніста у реалістичне віртуальне тривимірне середовище підземної копальні. Кабіна бурової установки відтворена з високою точністю, всі прилади та органи управління бурінням та рухом правильно розташовані навколо робочого місця машиніста [15].

Під час навчального циклу бурових робіт машиніст бурової установки виконує всі технологічні операції, які доводиться виконувати на реальній машині. Реалістична динаміка поведінки бурового модуля, гідравліки та взаємодія, що відповідає характеристикам порід (міцності порід, буримості та тріщинуватості), забезпечують високореалістичний досвід буріння, в якому можна точно визначити рівень безпеки та ефективності дій [15].

Навчальні модулі симулятора підземної бурової установки CYBERMINE також включають вправи на керування машиною, при виконанні яких машиніст повинен виявити необхідну обережність та вміння, щоб не допустити пошкоджень різних частин установки внаслідок зіткнень із ґрунтом, покрівлею та боками виробки [15].

Навчально-тренувальний комплекс підземної бурової установки CYBERMINE безперервно відстежує та записує дії машиніста, включаючи такі параметри, як показники точності буріння, дотримання вимог техніки безпеки, правильність техніки експлуатації обладнання та реакція на аварійні ситуації та відмови підсистем. Звіти за результатами навчання з подальшим розбором та коментарями інструктора є невід'ємною частиною системи підготовки та атестації машиністів підземних бурових установок [15].

Симулятор бурової установки CYBERMINE забезпечує високоефективне та результативне навчання без шкоди для продуктивності та ризику нещасних випадків навіть у найскладніших позаштатних ситуаціях, в яких може виявитися машиніст бурової установки [15].

Такі симулятори є дуже схожими на комп'ютерні ігри, що відтворюють процес управління технікою. Реалізація таких проектів в онлайн середовищі пов'язана зі складнощами розробки програмного продукту. Широке поширення мобільних браузерних ігор дає надію на можливість використання таких потужних симуляторів в дистанційному навчанні.

**Висновки та напрямок подальших досліджень.** Встановлено, що використання віртуальних лабораторних стендів при підготовці інженерів-механіків сприятиме збільшенню ефективності освітнього процесу завдяки забезпеченню активізації отриманих знань при самостійному виконанні дослідження, підвищенню їх мотивації та зацікавленості при засвоєнні нового матеріалу, набуття здобувачами навичок роботи з виробничим обладнанням при з використанні автоматизованого робочого місця оператора. Віртуальні стенди можуть бути з успіхом використані як для очної, так і для заочної форм навчання, зокрема і у дистанційному форматі.

Виокремлені чотири групи віртуальних стендів за характером об'єктів, що вивчаються, та проаналізовано з точки зору можливості застосування їх в освітньому процесі з використан-

ням інтернет-технологій. Встановлено, що усі вони у тій чи іншій мірі можуть бути застосовані у навчанні інженерів-механіків з використанням сучасних освітніх веб-порталів для дистанційного навчання.

Надалі планується розробка методики створення віртуального стенду для навчального компоненту на базі ОПП та робочої програми з навчальної дисципліни.

### Список літератури

1. **Абдуллаев А.Х.** Виртуальные лабораторные стенды и рекомендации по их использованию в непрерывном образовании // Образование через всю жизнь: становление и развитие непрерывного образования в рамках единого образовательного пространства евразийского экономического сообщества II Материалы докладов участников международной конференции (Санкт-Петербург, 22—23 июня 2004 г.) / Под науч. ред. Н. А. Лобанова и В. Н. Скворцова. — СПб.: Издательский дом «Петрополис», 2004. - С.3-7.
2. **Березюк О.В.** Використання віртуального лабораторного стенда для проведення лабораторної роботи «Дослідження ефективності освітлення у виробничих приміщеннях» // Педагогіка безпеки, 2017.- № 1.- С. 35-39.
3. **Бобрівник К.С., Гладка М.В., Кіктев М.О.** Проектування віртуальної навчальної лабораторії для студентів технічно-технологічних спеціальностей // Енергетика і автоматика, 2014.- №3.-С.18-23.
4. **Дубровин В.С.** Использование виртуальных лабораторных работ – как элемент повышения качества подготовки специалистов // High technologies in Earth space research, 2012.-№ 2.-С.11-13.
5. **Меркулов В.И., Мухаметдинова Л.Д.** Виртуальные лабораторные работы по курсам «Термодинамика», «Теплотехника», «Тепломассообмен» // Известия МГТУ «МАМИ», 2014.- т.5.- № 1(19).-С. 180-185.
6. **Петрович С.Д.** Використання моделей у професійній підготовці фахівців технічного профілю на основі LMS MOODLE. URL: <http://2015.moodle.moot.in.ua/course/view.php?id=73>.
7. **Почтовюк С. І., Білик О. В.** Використання віртуального лабораторного засобу в процесі навчання майбутніх електриків // Актуальні питання сучасної інформатики, 2016.-№3.- С.239-242.
8. **Прудка О.В.** Розробка віртуальних стендів на базі NI LabView для використання у дистанційному навчанні // Штучний інтелект, 2008.-№4.-С 493-499.
9. **Репьев Ю.Г., Платонов А.В.** Информационная электротехническая лаборатория в открытом образовании // Открытое образование, 2005.-№6.- С.12-17.
10. **Чорний О.П., Родькін Д.Й., Євстифєєв В.О.** Віртуальні лабораторні комплекси для навчального процесу і наукових досліджень // Передовые технологии и технические решения, 2008.- №4.- С 15.
11. **Чеховський С.А.** та ін. Розробка віртуальних лабораторних стендів для вимірювання тиску, температури та витрати / С.А. Чеховський, Н.М. Піндус, Л.А. Витвицька, В.В. Остапів, Н.Б. Долишня, С.М. Белей, Б.І. Прудніков // Системи обробки інформації, 2010.- випуск 4 (85).-С.77-80.
12. **Цвенгер И.Г.** Новые информационные технологии в лабораторном практикуме // Вестник Казанского государственного энергетического университета, 2013.-№ 2 (17).-С.147-157.
13. **Цвенгер И.Г., Цвенгер Ю.В.** Концепция реализации лабораторного практикума в современном техническом университете // Вестник технологического университета, 2012.-т.15.-в.22.-С.210-213.
14. Create a software simulation. URL: <https://helpx.adobe.com/ua/captivate/how-to/create-software-simulations.html>
15. CYBERmine simulator system. Underground drill rig simulators. URL: <https://www.thoroughtec.com/wp-content/downloads/cybermine/English/CYBERMINE%20Underground%20Drill%20Rig%20Simulator%20Brochure.pdf>
16. SOLIDWORKS eDrawings. URL: <https://www.solidworks.com/ru/product/solidworks-edrawings>

Рукопис подано до редакції 09.11.2021

УДК 338.26:621

С.О. ЖУКОВ, д-р техн. наук, проф., Криворізький національний університет

С.А. ХАРІН, д-р техн. наук, проф., Ю.С. ПАПІЖ, канд. екон. наук, доц.,

В.В. ЮДЕНКО, ст. викл., Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»

О.В. КОРОВІНА, канд. екон. наук, доц., Криворізький державний педагогічний університет

## РЕСУРСНО-УПРАВЛІНСЬКИЙ АСПЕКТ ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ ЕНЕРГЕТИКИ ЯК ПРОГРЕСУЮЧИЙ ТРЕНД СВІТОВОЇ ЕКОНОМІКИ

**Мета.** Аналіз сучасного стану та перспектив впливу викидів CO<sub>2</sub> в атмосферу планети на прояв кліматичних явищ, аналіз динаміки світової електроенергетики та можливостей прийняття управлінських рішень з вибору оптимальних напрямків її розвитку в контексті декарбонізації.

**Методи дослідження.** У роботі використано комплексний підхід, методи аналізу і синтезу. Дослідження ґрунтуються на офіційних відомостях світової економічної статистики, вивченні даних міжнародних інформаційних агентств та організацій.

**Наукова новизна.** На основі аналізу динаміки світової електроенергетики запропоновано матрицю аналізу різних видів електростанцій за групою критеріїв у контексті менеджменту декарбонізації.