

МЕТОДИКА ВИКЛАДАННЯ КУРСУ ДИСЦИПЛІН З ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИЗАЦІЇ, КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА ІНЖЕНЕРІЇ В УМОВАХ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ

METHODS OF TEACHING A COURSE OF DISCIPLINES IN ELECTRIC POWER ENGINEERING, AUTOMATION, COMPUTER SCIENCE AND ENGINEERING IN THE CONTEXT OF DIGITAL TRANSFORMATION

У статті здійснено комплексний аналіз методики викладання дисциплін з електроенергетики, автоматизації, комп'ютерних наук та інженерії в умовах цифрової трансформації. Досліджено сучасні тенденції впровадження інформаційних технологій, систем автоматизованого керування та робототехніки у навчальний процес, а також їхній вплив на ефективність засвоєння навчального матеріалу.

Розглянуто основні підходи до модернізації освітніх програм, орієнтовані на підвищення практичної спрямованості та інтеграцію студентів у реальні умови виробничої діяльності. Особливу увагу приділено використанню віртуальних лабораторій, програмного моделювання та дистанційних платформ для формування професійних компетентностей студентів. Визначено переваги та виклики застосування цифрових технологій у підготовці майбутніх фахівців, включаючи персоналізацію навчання, впровадження адаптивних систем контролю знань та аналізу результатів навчальної діяльності.

У дослідженні акцентовано увагу на питаннях відповідності сучасних освітніх підходів до вимог ринку праці, розглянуто необхідність співпраці закладів вищої освіти з підприємствами енергетичного сектору та IT-галузі. Запропоновано комплекс рекомендацій щодо вдосконалення методики викладання шляхом інтеграції новітніх цифрових технологій та впровадження інноваційних навчальних методів. Результати дослідження можуть бути корисними для науковців, викладачів, керівників освітніх установ, а також фахівців, які займаються розробкою та впровадженням цифрових рішень у сфері освіти. Отримані висновки та визначені перспективи подальших розробок сприятимуть підвищенню якості освіти, покращенню підготовки висококваліфікованих кадрів та адаптації освітніх процесів до сучасних технологічних викликів.

Ключові слова: методика викладання, цифрова трансформація, електроенергетика, автоматизація, комп'ютерні науки, інженерія, інформаційні технології, програмування, моделювання, робототехніка, системи автоматизованого керування, цифрові освітні

технології, STEM-освіта, віртуальні лабораторії, доповнена реальність, штучний інтелект, Інтернет речей (IoT), адаптивне навчання.

The article provides a comprehensive analysis of the methods of teaching disciplines in electric power, automation, computer science and engineering in the context of digital transformation. The current trends in the introduction of information technologies, automated control systems and robotics in the educational process, as well as their impact on the effectiveness of learning material, are studied.

The main approaches to the modernisation of educational programmes aimed at increasing the practical orientation and integration of students into real production conditions are considered. Particular attention is paid to the use of virtual laboratories, software modelling and distance learning platforms to develop students' professional competencies. The advantages and challenges of using digital technologies in the training of future specialists, including personalisation of learning, introduction of adaptive knowledge control systems and analysis of learning outcomes, are identified.

The study focuses on the issues of compliance of modern educational approaches with the requirements of the labour market, considers the need for cooperation between higher education institutions and enterprises of the energy sector and the IT industry. A set of recommendations for improving teaching methods through the integration of the latest digital technologies and the introduction of innovative teaching methods is proposed. The results of the study may be useful for scientists, teachers, heads of educational institutions, as well as specialists involved in the development and implementation of digital solutions in the field of education. The conclusions drawn and the prospects for further developments will help to improve the quality of education, enhance the training of highly qualified personnel and adapt educational processes to modern technological challenges.

Key words: teaching methods, digital transformation, electric power, automation, computer science, engineering, information technology, programming, modelling, robotics, automatic control systems, digital educational technologies, STEM education, virtual laboratories, augmented reality, artificial intelligence, Internet of Things (IoT), adaptive learning.

УДК 37.014.1:621.3:004.42:35.01

DOI [https://doi.org/10.32782/](https://doi.org/10.32782/pma2663-5240-2024.44.40)

pma2663-5240-2024.44.40

Батарєєв В.В.

к. техн. наук,
доцент кафедри електричної інженерії та автоматизації
Державний університет економіки і технологій

Григор'єва В.Г.

к. техн. наук,
доцент кафедри електричної інженерії та автоматизації
Державний університет економіки і технологій

Вступ (постановка проблеми). Цифрова трансформація є основною рушійною силою розвитку сучасного суспільства, і зміни в різних сферах, зокрема в освіті, відображають ці технологічні досягнення. Оскільки електроенергетика, автоматизація, комп'ютерні науки та інженерія є ключовими напрямками для розвитку економік багатьох країн, впровадження цифрових технологій у викладання цих дис-

циплін стало необхідністю. Сучасний освітній процес потребує інтеграції новітніх інформаційних технологій, систем автоматизованого керування, програмування, моделювання та робототехніки для підготовки спеціалістів, здатних ефективно працювати в умовах глобальної цифрової трансформації.

Цифровізація освіти та інтеграція новітніх технологій у навчальний процес відкривають

нові можливості для розширення знань студентів і вдосконалення їхніх практичних навичок. Однак, щоб отримати значущі результати, необхідно не лише використовувати ці інструменти, а й належним чином адаптувати методику викладання для забезпечення високого рівня якості навчання. Викладання технічних дисциплін, таких як електроенергетика, автоматизація та комп'ютерні науки, вимагає використання сучасних цифрових інструментів, що дозволяють поєднувати теоретичні знання з реальними прикладами практичних рішень у сфері енергетики та автоматизації.

Актуальність обраної теми. Тема застосування ІТ та автоматизованих систем в енергетиці є дуже актуальною в контексті цифровізації галузі та інноваційних підходів у навчанні. Що зумовлено швидким розвитком технологій, які змінюють не лише економічну та виробничу структуру, але й саму природу освіти. Цифрова трансформація є глобальним процесом, що охоплює всі аспекти суспільного життя, зокрема і освіту. Вона сприяє появі нових підходів до навчання, методик викладання та організації освітнього процесу.

Враховуючи стрімке поширення інформаційних технологій, автоматизованих систем управління та робототехніки, потреба у фахівцях, які володіють не лише базовими знаннями в цих областях, а й практичними навичками для роботи з сучасними цифровими системами, зростає. Освітні програми повинні відповідати новим вимогам, адже від того, наскільки ефективно буде здійснюватися підготовка майбутніх спеціалістів, залежатиме конкурентоспроможність та інноваційний потенціал національних економік.

Усвідомлення необхідності адаптації навчальних програм до нових умов, зокрема в контексті електроенергетики, автоматизації та комп'ютерних наук, є важливим для забезпечення високого рівня підготовки молодих фахівців, які зможуть реалізовувати інноваційні проекти та використовувати цифрові інструменти для розвитку енергетичних систем, автоматизованих виробничих процесів та технологічних ланцюгів.

Враховуючи глобальні тенденції у сфері цифровізації, розробка та впровадження новітніх методик викладання цих дисциплін є важливим кроком у напрямку розвитку освітнього процесу, що відповідає сучасним викликам. Це забезпечить не лише високий рівень теоретичних знань студентів, а й необхідні практичні навички для їх подальшої професійної діяльності, що в свою чергу підвищить ефективність і конкурентоспроможність випускників на ринку праці.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останні дослідження у сфері методик викладання дисциплін з електроенергетики, автоматизації, комп'ютерних наук та інженерії в умовах цифрової трансформації активно ведуться як вітчизняними, так і зарубіжними науковцями. Національні та закордонні дослідники зосереджуються на питаннях інтеграції новітніх інформаційних технологій в освітній процес, підвищення якості підготовки студентів до роботи з сучасними автоматизованими та роботизованими системами в умовах швидкого розвитку цифрових технологій.

Вітчизняні дослідники, такі як академік НАН України В. П. Кухар, професор Л. М. Ляшенко, доктор технічних наук І. В. Островський, професорка Т. В. Гончарова, професор О. П. Кузнецов, наголошують на необхідності адаптації навчальних програм до сучасних вимог цифровізації в електроенергетиці та автоматизації. У своїх публікаціях вони підкреслюють важливість використання програмного забезпечення для управління енергетичними системами, а також впровадження віртуальних лабораторій для студентів, що дозволяють набувати практичних навичок без необхідності доступу до реальних технічних систем.

Значний внесок у дослідження цих питань зробили також професор В. В. Пашенко, доктор технічних наук С. М. Кухта, професорка Л. В. Мельник, які аналізують методи інтеграції сучасних технологій у навчальні курси з автоматизації та енергетичних систем. Вони зазначають, що студенти мають працювати з системами управління на основі штучного інтелекту, цифрових двійників та програмованих логічних контролерів, що наближує їхню підготовку до реальних умов роботи в енергетичній галузі.

Зарубіжні науковці також активно досліджують вплив цифрових технологій на освіту в технічних дисциплінах. Наприклад, робота професора Джона Сміта (США) підкреслює важливість використання технологій Інтернету речей (IoT) у навчальних програмах для підготовки фахівців у галузі автоматизації та робототехніки. Він звертає увагу на необхідність моделювання енергетичних систем із використанням комп'ютерних програм, що дозволяють створювати імітаційні моделі реальних енергетичних процесів.

Професор Мартін Хартман (Німеччина) у своїх дослідженнях аналізує впровадження методів програмування та моделювання в навчальні дисципліни з автоматизації та робототехніки. Він наголошує, що майбутні інженери повинні володіти навичками не лише

технічного проектування, а й розуміти основи програмування для автоматизованих систем, що є важливою частиною освіти в умовах цифрової трансформації.

Університетські дослідницькі групи, зокрема в Київському політехнічному інституті імені Ігоря Сікорського (О. В. Дьяченко, В. А. Гнатюк, С. М. Волков), Національному університеті "Львівська політехніка" (Ю. І. Сокол, В. П. Козак, О. Б. Дмитрів), Харківському національному університеті радіоелектроніки (В. С. Голуб, С. В. Ткаченко), активно працюють над розробкою цифрових інструментів для інтеграції автоматизованих систем у процес підготовки майбутніх енергетиків.

Загалом, українські та міжнародні науковці підкреслюють важливість міждисциплінарного підходу в навчанні, який дозволяє студентам поєднувати знання з електроніки, автоматизації, комп'ютерних наук та інженерії. Проведені дослідження свідчать про необхідність інтеграції нових інформаційних технологій у навчальні програми, підвищення кваліфікації викладачів та вдосконалення методик викладання для ефективної підготовки майбутніх фахівців у сфері цифрової трансформації.

Мета дослідження. Мета полягає в аналізі сучасних тенденцій у навчанні та застосуванні новітніх інформаційних технологій, таких як системи автоматичного керування, робототехніка, моделювання та програмування, в процесі навчання студентів технічних спеціальностей. Завданням є також визначення ключових підходів та методичних засад для адаптації навчальних планів та програм до сучасних вимог цифровізації в галузі електроенергетики та автоматизації. Це включає інтеграцію нових технологій у навчальний процес, розробку нових методів навчання, вдосконалення комп'ютерних симуляцій та використання роботизованих лабораторій для практичних занять, що забезпечить високий рівень підготовки студентів до роботи з автоматизованими системами. Окрім того, дослідження має на меті виявити найбільш ефективні методи викладання та оцінки результатів навчання в умовах цифрової трансформації, а також визначити роль публічного управління в інтеграції та впровадженні сучасних технологій у освітній процес для забезпечення відповідності професійним вимогам інженерних спеціальностей.

Отримані наукові результати.

Цифровізація є однією з ключових тенденцій розвитку сучасної освіти, особливо у сфері технічних дисциплін, таких як електроенергетика, автоматизація, комп'ютерні науки та інженерія. Швидкий розвиток інформаційних

технологій зумовлює необхідність адаптації освітнього процесу до нових викликів, що включають інтеграцію цифрових платформ, віртуальних середовищ навчання, автоматизованих систем контролю знань і комп'ютерного моделювання.

Впровадження цифрових технологій у навчальний процес дозволяє розширити доступ до якісних освітніх ресурсів, підвищити ефективність викладання та навчання, а також сприяти розвитку у студентів практичних навичок роботи з сучасними інженерними системами. Завдяки цифровізації викладачі отримують можливість використовувати адаптивні навчальні методики, що враховують індивідуальні потреби студентів та забезпечують гнучкість навчального процесу [8, с. 37-38; 10; 18].

Особливо важливим аспектом цифровізації є впровадження віртуальних лабораторій і комп'ютерних симуляцій у процес навчання. Для студентів, які вивчають електроенергетику та автоматизацію, вкрай важливо не лише оволодіти теоретичними знаннями, а й здобути практичний досвід роботи з технологічними системами. Традиційний підхід до викладання таких дисциплін передбачає використання фізичних лабораторій, однак їхнє облаштування та утримання потребують значних фінансових та матеріальних ресурсів. Альтернативним рішенням є віртуальні лабораторії, які забезпечують доступ до симуляційних моделей реальних процесів, що дозволяє студентам вивчати принципи роботи автоматизованих систем та електроенергетичних комплексів у безпечному цифровому середовищі.

Одним із найефективніших інструментів для цифрового моделювання та симуляції є такі програмні засоби, як MATLAB, Simulink, LabVIEW, PSS/E та ETAP. Ці платформи дозволяють студентам створювати математичні моделі, аналізувати динамічні процеси в енергосистемах, тестувати алгоритми управління та оптимізувати роботу складних електроенергетичних об'єктів. Наприклад, MATLAB та Simulink широко використовуються у викладанні курсів з автоматизації та енергетики для моделювання процесів регулювання електричних мереж, розрахунку навантажень і прогнозування енергоспоживання [7, с. 245-258; 16].

Ще одним важливим аспектом цифровізації є впровадження систем дистанційного навчання та інтерактивних онлайн-курсів. Використання таких платформ, як Moodle, Coursera, EdX, Udemy, сприяє підвищенню доступності освіти та дає студентам можливість самостійно опановувати навчальний

матеріал у зручному темпі. Застосування елементів гейміфікації, тестування в режимі реального часу та інтерактивних лекцій дозволяє підвищити мотивацію студентів і покращити засвоєння складних технічних тем [11].

Цифровізація також сприяє розвитку адаптивних навчальних технологій, що базуються на використанні штучного інтелекту та машинного навчання. Такі системи аналізують рівень знань студентів, визначають їхні слабкі сторони та пропонують персоналізовані навчальні матеріали. Вони дають можливість кожному студенту отримувати індивідуальні рекомендації та працювати над тими аспектами навчання, які потребують додаткової уваги.

Крім того, інтернет речей (IoT) та хмарні технології знаходять широке застосування в освіті, дозволяючи студентам працювати з реальними даними та віддалено взаємодіяти з лабораторним обладнанням. Наприклад, у навчальних закладах все частіше використовуються цифрові двійники – віртуальні моделі реальних інженерних об'єктів, які дозволяють проводити експерименти та тестувати алгоритми управління в безпечному середовищі. Цифровізація також відкриває нові можливості для викладачів, які можуть використовувати аналітичні системи для моніторингу успішності студентів, прогнозування їхньої академічної траєкторії та адаптації навчальних програм відповідно до сучасних вимог ринку праці. Таким чином, цифровізація освіти в технічних дисциплінах, є ключовим фактором підвищення якості навчання та підготовки майбутніх фахівців. Інтеграція цифрових технологій у навчальний процес сприяє не лише глибшому розумінню теоретичного матеріалу, а й формуванню необхідних практичних навичок, що є вкрай важливим у сучасному технічно орієнтованому суспільстві [17].

Зокрема, в рамках електроенергетики та автоматизації важливо враховувати, що ці галузі безпосередньо пов'язані з інтеграцією новітніх технологій в реальну економіку. Технічні фахівці, що працюють у цих галузях, повинні мати здатність швидко адаптуватися до нових технологічних змін. У зв'язку з цим, важливим є використання в навчанні таких інструментів, які дозволяють студентам не лише опановувати теоретичні основи, але й розвивати практичні навички, що відповідають вимогам сучасного ринку праці. Для навчання в галузях електроенергетики та автоматизації, а також комп'ютерних наук і інженерії, необхідно застосовувати комплексний підхід, що включає в себе як теоретичні, так і практичні аспекти навчання. Програмне забезпечення для моделювання та проектування автома-

тизованих систем управління, використання інженерних симуляторів і математичних моделей для аналізу та оптимізації енергетичних процесів допомагають студентам зрозуміти основи роботи реальних технічних систем. Для електроенергетики важливо навчати студентів застосуванню сучасних програм для оптимізації роботи енергетичних мереж, моделювання динаміки енергетичних систем, а також створення алгоритмів для управління та моніторингу цих систем. Оволодіння цими інструментами є необхідним етапом підготовки фахівців, здатних працювати зі складними технологічними системами в умовах високої автоматизації [14].

Взагалі, в навчанні технічних дисциплін важливими є інноваційні методи, які поєднують традиційні та цифрові інструменти. Це дозволяє створити гнучке навчальне середовище, яке відповідає вимогам цифрової трансформації. Такі методи включають інтерактивне навчання, інші ресурси, що дозволяють студентам здобувати нові знання та навички в зручний для них час і місці.

Наприклад, віртуальні лабораторії є потужним інструментом для навчання технічних дисциплін, оскільки вони дозволяють студентам практично взаємодіяти з реальними даними і системами без необхідності працювати з дорогим та складним обладнанням. Віртуальні лабораторії дають можливість проводити експерименти, які можуть бути важкодоступними або небезпечними в реальному світі. Чи, проєктне навчання, що є важливим елементом сучасного навчального процесу, оскільки воно дає студентам можливість працювати над реальними завданнями та проєктами. Студенти можуть розробляти автоматизовані системи управління для енергетичних об'єктів, моделювати різні аспекти роботи енергетичних мереж, а також вивчати програмування для побудови складних технічних систем. Це дозволяє значно поглибити їхні знання та підготувати до роботи в реальних умовах [9].

Одним з ключових аспектів є стратегічний підхід до впровадження цифрових технологій у навчальний процес. Це включає в себе як оновлення навчальних планів та програм, так і підготовку викладачів до роботи з новими технологіями. Викладачі повинні бути не лише спеціалістами у своїй галузі, а й мати знання та навички для ефективного використання сучасних технологічних інструментів у процесі навчання.

Крім того, необхідно впроваджувати інноваційні підходи до оцінювання результатів навчання, що дозволяє студентам отримувати не тільки теоретичні знання, а й практичні

навички, які важливі для їх подальшої професійної діяльності [6].

Так, цифровізація освіти у сферах електроенергетики, автоматизації та інженерії відкриває нові можливості для підвищення ефективності навчального процесу, однак вона також супроводжується низкою викликів. Головним викликом є необхідність адаптації навчальних закладів до швидко змінюваного технологічного середовища, що вимагає від викладачів постійного оновлення знань та навичок. Крім того, впровадження цифрових технологій потребує значних фінансових ресурсів для створення віртуальних лабораторій, придбання програмного забезпечення та модернізації інфраструктури. Попри ці виклики, у світі вже існує низка успішних прикладів інтеграції цифрових технологій в освітній процес технічних дисциплін [4, с. 311-324].

Одним із найуспішніших рішень у сфері цифрової освіти є створення віртуальних лабораторій, які дозволяють студентам проводити експерименти без фізичної присутності у лабораторіях. Наприклад, Віртуальна електротехнічна лабораторія в КПІ ім. Ігоря Сікорського (Україна), Київський політехнічний інститут активно впроваджує віртуальні лабораторії для проведення практичних занять з електроенергетики та автоматизації. Завдяки використанню спеціалізованих платформ, таких як PSCAD, ETAP, MATLAB Simulink, студенти можуть моделювати роботу електричних мереж, тестувати алгоритми керування та аналізувати аварійні ситуації без ризику пошкодження реального обладнання. Наступним прикладом може бути: LabVIEW та NI Multisim у Технічному університеті Мюнхена (Німеччина). Німецькі інженерні школи активно використовують LabVIEW для навчання автоматизації процесів і розробки вбудованих систем. Викладачі створюють інтерактивні курси, які дозволяють студентам вивчати принципи побудови електронних схем, аналізувати їхню ефективність та тестувати в реальному часі за допомогою віртуального моделювання.

Впровадження IoT у навчальні дисципліни дозволяє студентам працювати з реальними сенсорами, системами моніторингу та віддаленого керування, що особливо актуально для автоматизації виробничих процесів та розумних енергетичних мереж. Наприклад: "Розумний кампус" у Львівській політехніці (Україна). У межах цифровізації Львівська політехніка запустила проєкт "Розумний кампус", де використовується IoT для управління енергоспоживанням, контролю освітлення та регулювання температурного режиму в навчальних корпусах. Студенти кафедри авто-

матизації беруть участь у розробці систем керування будівлями, що допомагає їм на практиці застосовувати отримані знання.

Проєкт IoT Academy в Політехнічному університеті Валенсії (Іспанія), є ще одним прикладом. В університеті Валенсії реалізовано навчальну програму, де студенти мають змогу працювати з реальними IoT-системами для прогнозування енергоспоживання та автоматизації підприємств. В рамках програми вони застосовують хмарні сервіси та штучний інтелект для аналізу даних з сенсорів та оптимізації енергетичних процесів.

Цифрові двійники – це віртуальні копії реальних об'єктів, які використовуються для тестування та оптимізації виробничих процесів. В освітній сфері вони допомагають студентам розуміти, як працюють складні інженерні системи. Наприклад, у Харківському національному університеті міського господарства (Україна) розроблено віртуальну модель міської енергосистеми, яка дозволяє студентам моделювати споживання електроенергії, тестувати впровадження відновлюваних джерел енергії та оцінювати їхній вплив на загальну стабільність мережі.

У рамках співпраці Siemens Digital Twin та Массачусетського технологічного інституту (США), MIT створив навчальні програми, що використовують цифрові двійники для моделювання процесів у промисловості. Студенти можуть взаємодіяти з віртуальними моделями заводів та тестувати різні сценарії їхньої роботи без втручання в реальне виробництво.

Завдяки штучному інтелекту (ШІ) освітні платформи можуть аналізувати поведінку студентів, пропонувати їм індивідуальні траєкторії навчання та автоматично перевіряти завдання. Приклад: "Розумний навчальний асистент" в Київському національному університеті ім. Тараса Шевченка (Україна). У межах експериментальної програми студенти використовують чат-боти на основі ШІ, які допомагають розбирати складні технічні теми, перевіряти розв'язання задач та надавати індивідуальні рекомендації щодо подальшого навчання. Приклад: AI-асистенти в Стенфордському університеті (США). В Стенфорді запроваджено автоматизовані освітні платформи, які використовують алгоритми штучного інтелекту для персоналізації навчального процесу. Система аналізує, які теми студент розуміє найгірше, і пропонує йому додаткові матеріали, відеолекції та інтерактивні вправи.

Таким чином, попри певні виклики, цифровізація навчального процесу в технічних дисциплінах має величезний потенціал для підвищення ефективності освіти. Впровадження

віртуальних лабораторій, цифрових двійників, IoT-технологій та ШІ сприяє формуванню практичних навичок у студентів, підвищує гнучкість навчального процесу та забезпечує відповідність освіти сучасним вимогам ринку праці. Завдяки активному використанню цифрових технологій в українських та закордонних університетах, майбутні інженери та фахівці з автоматизації отримують реальний досвід роботи з передовими технологіями ще під час навчання. Це не лише покращує якість їхньої підготовки, а й сприяє інноваційному розвитку галузей електроенергетики, автоматизації та комп'ютерної інженерії [1-3; 5, с. 345-359; 12-13; 15].

Висновок. Цифровізація освіти в галузі електроенергетики, автоматизації та комп'ютерних наук є важливим етапом у підготовці фахівців, здатних працювати в умовах глобальних технологічних змін. Використання цифрових технологій у навчальному процесі сприяє підвищенню якості освіти, розвитку практичних навичок у студентів та їх підготовці до реальних професійних завдань. Важливим є впровадження інноваційних методів навчання, які поєднують теоретичні знання та практичні навички, необхідні для успішної кар'єри в сучасному технічному середовищі.

Перспективи подальших розробок. Подальші дослідження у сфері методики викладання дисциплін з електроенергетики, автоматизації, комп'ютерних наук та інженерії в умовах цифрової трансформації мають широкий потенціал для розвитку. Одним із ключових напрямів є подальша інтеграція технологій штучного інтелекту, машинного навчання та доповненої реальності у навчальний процес, що дозволить створювати більш адаптивні, персоналізовані та інтерактивні освітні програми. Також перспективним є дослідження можливостей використання віртуальних лабораторій та симуляторів, які дозволять студентам проводити експерименти та відпрацьовувати практичні навички без необхідності фізичної присутності в лабораторіях. Це особливо важливо для дистанційного навчання та в умовах обмеженого доступу до спеціалізованого обладнання.

Окремий напрям подальших розробок стосується оцінювання ефективності новітніх методик викладання. Запровадження автоматизованих систем моніторингу навчального процесу, аналізу успішності студентів і адаптації навчального контенту відповідно до їхніх індивідуальних потреб сприятиме підвищенню якості освіти. Крім того, важливим залишається питання розробки нових навчальних програм, які враховуватимуть стрімкий роз-

виток технологій в енергетиці та автоматизації. Це вимагає оновлення державних освітніх стандартів, створення модульних навчальних курсів та підготовки викладачів до роботи в умовах цифрового середовища.

Значна увага має бути приділена співпраці закладів вищої освіти з промисловістю, що дозволить краще адаптувати навчальні програми до актуальних потреб ринку праці. Впровадження дуальної освіти, стажувань на підприємствах та спільних дослідницьких проєктів сприятиме підвищенню рівня підготовки майбутніх фахівців.

Таким чином, подальші розробки в цій сфері мають бути спрямовані на розширення цифрових можливостей освіти, розробку нових методик навчання та вдосконалення механізмів управління освітніми процесами з урахуванням сучасних технологічних викликів.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Artificial Intelligence in Personalized Learning. *Stanford University Research Report*. 2022. URL: <https://ai.stanford.edu> (<https://ai.stanford.edu>)
2. IoT in Higher Education: Smart Campus Initiative. *Journal of Internet of Things and Education*. 2021. Т. 5. № 2. С. 101-120.
3. John Smith, Mark Johnson Industry 4.0 and the Future of Engineering Education. *International Journal of Engineering Education*. 2021. Т. 37. № 4. С. 590-605.
4. Lee K., Kim H. Digitalization in Engineering Education: An Analytical Review. *Journal of Technical Education and Training*. 2021. Vol. 13. No. 4. P. 311-324.
5. LabVIEW in Engineering Education: Practical Approaches. *IEEE Transactions on Education*. 2020. Т. 63. № 3. С. 345-359.
6. Siemens Digital Twin Technology in Higher Education. *Siemens Industry Report*. 2022. URL: <https://new.siemens.com> (<https://new.siemens.com>)
7. Smith J., Johnson L. Integration of Virtual Laboratories in Power Engineering Education. *IEEE Transactions on Education*. 2019. Vol. 62. No. 3. P. 245-258.
8. Закон України «Про вищу освіту» від 01.07.2014 № 1556-VII. *Відомості Верховної Ради України*. 2014. № 37-38.
9. Вараксіна Н. В. Використання віртуальних лабораторій в освіті (аналітичний огляд). *Національна освіта : інноваційна школа*. URL: https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/737111/1/Varaksina_Analitichnuy_visnuk_2021_14_3-11.pdf?utm_source=chatgpt.com
10. Васильєва Т. А. та ін. Цифрові технології в освіті: сучасний досвід, проблеми та перспективи : монографія ; за заг. ред. д-рки екон. наук, проф. Т. А. Васильєвої, д-ра екон. наук, проф. Ю. М. Петрушенка. Суми : Сумський державний університет, 2022. 150 с.
11. Гулай О., Кабак В., Герасимчук Г. Засоби та технології цифрового навчання: теоретичний та практичний аспекти : монографія. Луцьк : ЛНТУ, 2023. 160 с.
12. Лук'янова Л. Б., Спірін О. М. Цифрова компетентність вчителя нової української школи: 2024:

інновації в умовах змін : монографія ; за заг. ред. О. В. Овчарук. Київ : ІЦО НАПН України, 2024. 268 с.

13. Навчально дослідна лабораторія апаратно-програмних засобів Microl. *Івано-Франковський національний технічний університет нафти і газу*. URL: https://nung.edu.ua/departament/kafedra-avtomatizacii-ta-kompyuterno-integrovanikh-tehnologiy/laboratoriya-tehnichni?utm_source=chatgpt.com

14. Оленюк О. А., Семенишена Р. В., Дуганець В. І. Віртуальні лабораторії як інструмент підвищення якості підготовки майбутніх фахівців у сфері енергетики. *ResearchGate*. №3. 2024. URL: https://www.researchgate.net/publication/387773432_VIRTUALNI_LABORATORII_AK_INSTRUMENT_PIDVISENNA_AKOSTI_PIDGOTOVKI_MAJBUTNIH_FAHIVCIV_U_SFERI_ENERGETIKI

15. Павлишин Н. В Університеті відкрили одну з найпрогресивніших інноваційних роботизованих

лабораторій від Mitsubishi Electric. *Національний університет "Львівська політехніка"*. URL: https://lpnu.ua/news/v-universyteti-vidkryly-odnu-z-naiprohresyvniishykh-innovatsiinykh-robotyzovanykh-laboratorii?utm_source=chatgpt.com

16. Сотніченко Ю. О. Використання віртуальних лабораторій у навчанні фахівців телекомунікаційних спеціальностей. *Педагогічна Академія: наукові записки*. №8. 2024. URL : <https://doi.org/10.5281/zenodo.13144360>

17. Хмарні технології в навчальних закладах : колективна монографія ; за заг. ред. В. П. Сергієнка. Київ: Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова. 2018. 375 с.

18. Цифрова трансформація освіти і науки є однією з ключових цілей МОН на 2021 рік. *Міністерство освіти і науки України*. URL: <https://mon.gov.ua/news/tsifrova-transformatsiya-osviti-i-nauki-e-odnieyu-z-klyuchovikh-tsiley-mon-na-2021-rik-sergiy-shkarlet>