

неформальної та/або інформальної освіти» [Електронний ресурс]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0328-22#Text> (дата звернення: 16.04.2025).

17.Редько О. В. Трансформація освітнього простору України: інформаційно-організаційний аспект: автореф. дис. ... канд. філософ. наук: 09.00.10. Київ, 2010. 16 с.

18. Рязанцева О. В. Головні компетенції викладача в системі дистанційної освіти // Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології. 2016. Вип. 9(63). С. 150–161.

19. Стефаненко П. В. Теоретичні і методичні засади дистанційного навчання у вищій школі: автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04. Київ, 2002. 40 с.

20. Супрун О. М. Застосування елементів штучного інтелекту для навчання іноземних мов // Технології доброчесного використання штучного інтелекту у сфері освіти та науки: матеріали всеукр. наук.-пед. підвищення кваліфікації, 31 лип. – 10 верес. 2023 р. 2023. С. 215–219.

21. Тішечкіна К. В. Особливості перекладу сільськогосподарських термінів // Наукові записки [Нац. ун-т «Острозька академія»]. 2013. Вип. 39. С. 110–113.

22. Шапочкіна О. В. Сучасні тенденції розвитку неформальної освіти майбутніх учителів Німеччини: дис. канд. пед. наук: 13.00.04. Київ: Київський ун-т ім. Бориса Грінченка, 2012. 22 с.

23. Catana S. E. Coping with the Knowledge Society: an Interdisciplinary approach of teaching English in a technical university // Procedia – Social and Behavioral Sciences. 2014. № 128. P. 158–163.

24. Goroshko O. I. Use of AI education: pros and cons // Технології доброчесного використання штучного інтелекту у сфері освіти та науки: матеріали всеукр. наук.-пед. підвищення кваліфікації, 31 лип. – 10 верес. 2023 р. 2023. С. 76–79.

25. Harrison P. AI, Shopping, and Plato's Allegory of the Cave [Електронний ресурс] // Medium. 2018. Режим доступу: <https://medium.com/truthiness/ai-shopping-and-platos-allegory-of-the-cave-92f315f97a3f> (дата звернення: 13.04.2025).

26. Klein J. T., Newell W. H. Advancing interdisciplinary studies // Handbook of the Undergraduate Curriculum: Comprehensive Guide to Purposes, Structures, Practices, and Change / eds. J. Gaff, J. Ratcliff. San Francisco: Jossey-Bass, 1997. P. 3–22.

27. Walton D. Francis Bacon: Human Bias and the Four Idols // Argumentation. 1999. Vol. 13, № 4. P. 385–389.

28. Ukraine Global Faculty [Електронний ресурс] // UGF Academy. Режим доступу: <https://ugf.academy/> (дата звернення: 15.04.2025).

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ПІДГОТОВКИ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ З ЕЛЕКТРИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНИХ ВИКЛИКІВ

DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-560-0-19>

Андрій ПЕЧЕНЮК

кандидат економічних наук, доцент

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

anvaspe@meta.ua

Вступ. В умовах глобальних викликів, таких як зміна клімату, нестабільність енергетичних ринків, розвиток новітніх технологій та необхідність забезпечення енергетичної безпеки, енергетична галузь зазнає значних змін. Ці фактори вимагають від фахівців у сфері енергетики не лише традиційних знань і навичок, але й здатності до швидкої адаптації, інноваційного мислення та гнучкості в умовах непередбачуваних обставин. У зв'язку з цим зростає роль вищої освіти, яка повинна забезпечити підготовку фахівців, здатних ефективно вирішувати проблеми, пов'язані з глобальними викликами, та впроваджувати сучасні технології у сфері енергетики.

Особливу увагу слід приділити оновленню освітніх програм і методів викладання для здобувачів освіти з електричної інженерії. Підготовка майбутніх фахівців повинна ґрунтуватися на інноваційних підходах, які враховують не лише теоретичні знання, а й практичні навички, що дозволяють працювати в умовах швидко змінюваного технологічного та економічного середовища. Одним із важливих аспектів є інтеграція сучасних технологій навчання, використання мультимедійних інструментів, розробка міждисциплінарних програм, а також залучення здобувачів освіти до реальних проектів, що відображають актуальні проблеми галузі.

Вивчення інноваційних підходів до підготовки здобувачів освіти з електричної інженерії є важливим кроком для забезпечення високого рівня підготовки майбутніх фахівців, здатних

ефективно вирішувати складні завдання, пов'язані з енергетичною трансформацією та забезпеченням сталого розвитку енергетичних систем. Тому дослідження сучасних інноваційних підходів до підготовки здобувачів освіти з електричної інженерії є досить актуальним для вирішення глобальних енергетичних та екологічних проблем.

Виклад основного матеріалу. Сучасний енергетичний сектор переживає масштабну трансформацію, спричинену глобальними викликами, такими як зміна клімату, необхідність зменшення залежності від викопних палив, забезпечення енергетичної безпеки та зростання попиту на екологічно чисті технології.

Одним із ключових напрямів цієї трансформації є активне впровадження відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), таких як сонячна, вітрова, гідро- та біоенергетика. В умовах воєнного стану розвиток відновлюваної енергетики в Україні набуває особливого значення. Насамперед, це питання енергетичної безпеки, адже централізована енергосистема країни часто зазнає атак, що призводить до масштабних перебоїв у постачанні електроенергії. Використання відновлюваних джерел енергії, зокрема сонячних та вітрових електростанцій, дозволяє децентралізувати енергетичну інфраструктуру, зробивши її менш вразливою до руйнувань. Окрім цього, розвиток ВДЕ сприяє економічній стабільності країни. Використання місцевих енергетичних ресурсів зменшує залежність від імпорту викопного палива, що особливо важливо в умовах обмежених фінансових можливостей та логістичних труднощів. Водночас створення нових виробничих потужностей у сфері зеленої енергетики стимулює внутрішній ринок, залучає інвестиції та створює робочі місця.

Не менш важливим є екологічний аспект. Війна спричинила значні екологічні загрози, зокрема забруднення повітря та ґрунтів через руйнування промислових об'єктів і використання вибухових речовин. Перехід на відновлювані джерела енергії сприятиме зниженню викидів парникових газів та загального навантаження на довкілля. Зрештою, інвестування у ВДЕ сьогодні є важливим кроком до післявоєнного відновлення країни. Розбудова сучасної, децентралізованої та стійкої енергосистеми стане основою для енергетичної незалежності України та її інтеграції у європейський енергетичний простір. Саме тому розвиток відновлюваної енергетики є не лише стратегічним вибором, а й нагальною необхідністю для майбутнього країни [4].

Водночас це потребує перегляду підходів до підготовки майбутніх енергетиків, адже для ефективної роботи в нових умовах їм необхідно оволодіти сучасними технологіями та розвинути нові компетентності. Традиційні освітні програми часто не встигають за швидкими змінами в галузі, що призводить до розриву між вимогами ринку праці та рівнем підготовки здобувачів освіти. Для успішної адаптації до змін освітня програма з електричної інженерії повинна передбачати вивчення принципів децентралізованої енергетики, інтеграції ВДЕ в енергетичні мережі, управління гібридними енергосистемами, а також застосування цифрових технологій, зокрема штучного інтелекту, Інтернету речей (IoT) та блокчейн-рішень для енергетичного менеджменту. Формування нових компетентностей також вимагає розвитку міждисциплінарного підходу. Окрім технічних знань, сучасні енергетики мають володіти навичками аналізу великих даних, моделювання складних систем, екологічного менеджменту та стратегічного планування. Важливим стає і впровадження дуальної освіти, що поєднує теоретичну підготовку з практичним досвідом, а також активна співпраця університетів з бізнесом та науковими установами [28].

Інтеграція цифрових технологій у навчальні програми енергетичних спеціальностей є важливим етапом підготовки майбутніх фахівців до викликів сучасної енергетики. Технології, такі як Smart Grid, штучний інтелект (AI) та Інтернет речей (IoT), відіграють дедалі важливішу роль у керуванні енергосистемами, підвищенні їх ефективності та безпеки.

Розумні електромережі (Smart Grid) дозволяють здійснювати гнучке керування енергопостачанням, інтегрувати відновлювані джерела енергії та забезпечувати стабільність роботи системи. У навчальному процесі вони можуть бути представлені через моделювання роботи таких мереж, аналіз даних про споживання електроенергії та прогнозування можливих навантажень. Практичні завдання можуть включати роботу із симуляторами розподілених енергосистем та оцінку ефективності використання акумуляторних накопичувачів [6].

Штучний інтелект відкриває нові можливості для прогнозування аварій, оптимізації енергоспоживання та автоматизованого керування енергетичними системами. Студенти можуть знайомитися з основами машинного навчання, нейронних мереж та їх застосуванням у розпізнаванні аномалій у роботі електромереж. Окремим напрямом навчання може стати використання цифрових двійників – віртуальних моделей реальних об'єктів, які дозволяють тестувати різні сценарії роботи без ризику для реальних енергосистем. Інтернет речей (IoT) значно розширює можливості для збору та аналізу даних у сфері енергетики. Впровадження цієї технології у навчальні програми передбачає ознайомлення студентів із принципами роботи смарт-датчиків, методами аналізу великих обсягів

даних та розробкою автоматизованих рішень для керування енергоспоживанням. Наприклад, студенти можуть працювати з реальними IoT-пристроями для моніторингу параметрів електромереж та створювати алгоритми для їх оптимізації [25].

Важливо, щоб освітній процес включав не лише теоретичні знання, а й практичні заняття, лабораторні роботи та проєктну діяльність. Робота зі спеціалізованими програмними продуктами, стажування на підприємствах, а також участь у спільних дослідницьких проєктах дозволять здобувачам освіти отримати практичний досвід та підготуватися до реальних умов роботи в енергетиці.

Впровадження цифрових технологій в освітні програми сприятиме підготовці компетентних фахівців, які зможуть ефективно працювати в умовах швидкої цифрової трансформації галузі. Важливими чинниками розвитку сучасної освіти у сфері енергетики є міжнародна співпраця та академічна мобільність. В умовах глобальних викликів, зокрема переходу до відновлюваних джерел енергії, підготовка фахівців вимагає інтеграції міжнародного досвіду, обміну знаннями та технологіями. Серед основних напрямів міжнародної співпраці в енергетичній освіті слід виділити:

- двосторонні та багатосторонні угоди між університетами – спільні освітні програми, обмін науково-педагогічними працівниками (НПП) та здобувачами освіти;
- участь у міжнародних дослідницьких проєктах – залучення здобувачів освіти та НПП до міжнародних наукових ініціатив;
- стажування у провідних енергетичних компаніях та наукових установах – надання можливості здобувачам вищої освіти отримати кращий світовий практичний досвід;
- конференції, семінари та літні школи – підвищення рівня знань та розширення наукових зв'язків [13].

Академічна мобільність дозволяє здобувачам освіти та НПП здобувати міжнародний досвід, покращувати професійні навички та адаптуватися до сучасних тенденцій у сфері енергетики. Виокремлюють наступні види академічної мобільності:

- кредитна мобільність – короткострокове навчання в закордонних університетах з подальшим визнанням отриманих кредитів;
- повна мобільність – навчання в закордонному університеті для отримання ступеня бакалавра, магістра чи доктора філософії;
- програми подвійних дипломів – можливість одночасного здобуття дипломів двох університетів.

Потужним інструментом для всебічного професійного розвитку студентів-енергетиків є міжнародні програми, які дозволяють здобувати сучасні знання та практичний досвід у глобальному контексті. Завдяки участі у таких програмах здобувачі вищої освіти мають можливість ознайомитися з передовими методиками навчання та інноваційними технологіями, брати участь у спільних дослідницьких проєктах і працювати у мультидисциплінарних командах. Це сприяє розвитку критичного мислення та практичних навичок, необхідних для вирішення сучасних завдань енергетичного сектору [8].

Для студентів енергетичних спеціальностей доступні наступні міжнародні програми:

- Erasmus+ – підтримка академічної мобільності та міжнародного співробітництва між університетами ЄС та інших країн;
- Horizon Europe – фінансування наукових досліджень та інновацій у сфері енергетики;
- DAAD (Німецька служба академічних обмінів) – стипендіальні програми для навчання та досліджень у Німеччині;
- Fulbright – гранти для навчання та стажування в США.

Крім академічної складової, міжнародні програми стимулюють мовне вдосконалення та культурну адаптацію, що є важливими для ефективного спілкування та співпраці у глобальному середовищі. Участь у таких програмах відкриває можливості для налагодження професійних контактів і створення міжнародних мереж, що в подальшому сприяє побудові успішної кар'єри та розвитку інновацій у сфері енергетики [15].

Таким чином, міжнародні програми для студентів-енергетиків є потужним інструментом, який не лише збагачує професійні знання, а й формує конкурентоспроможність майбутніх фахівців, дозволяючи їм ефективно адаптуватися до викликів сучасного глобалізованого ринку. Попри очевидні переваги міжнародної співпраці, вона супроводжується низкою викликів. Зокрема, існує необхідність у підвищенні рівня володіння іноземними мовами серед здобувачів освіти, що є важливим для комфортного навчання та спілкування у міжнародному середовищі. Додатковою проблемою залишається складність у визнанні академічних кредитів, що може створювати труднощі при інтеграції здобутої освіти з різних закладів освіти. Не менш актуальною є й фінансова складова: участь у міжнародних програмах часто пов'язана з високими витратами, що обмежує можливості для багатьох здобувачів освіти. Однак розвиток цифрових технологій значною мірою сприяє подоланню цих перешкод, спрощуючи доступ до інформації та зменшуючи бар'єри для комунікації. Крім

того, активна підтримка держави та взаємодія між університетами створюють додаткові можливості, спрямовані на покращення мовної підготовки, гармонізацію освітніх систем та забезпечення фінансової підтримки здобувачів освіти енергетичних спеціальностей, що беруть участь у міжнародних програмах. Таким чином, незважаючи на певні виклики, постійні зусилля у цих напрямках відкривають нові перспективи.

Оновлення змісту дисциплін спеціальності «Електрична інженерія» є актуальним питанням, що визначає рівень підготовки майбутніх фахівців галузі енергетики. Сучасні виклики, зокрема розвиток відновлюваної енергетики, діджиталізація та зростаючі вимоги до енергоефективності, вимагають перегляду змісту освітніх програм. Водночас важливо зберігати фундаментальні основи, які забезпечують глибоке розуміння фізичних процесів та принципів роботи енергетичних систем [10].

Баланс між класичними та новітніми підходами є ключовим аспектом ефективного освітнього процесу. Традиційні дисципліни, такі як електротехніка, термодинаміка, енергетичні системи та електричні машини, залишаються базовими, оскільки формують основу для подальшого освоєння новітніх технологій. Водночас сучасна енергетика вимагає доповнення освітніх програм такими напрямками, як відновлювані джерела енергії, воднева енергетика, інтелектуальні енергетичні мережі (Smart Grid), цифрові технології та автоматизовані системи управління [9].

Особливу увагу варто приділити практико-орієнтованому підходу, що передбачає використання сучасного лабораторного обладнання, симуляційних моделей та співпрацю з енергетичними компаніями. Поєднання теоретичних знань із практичними навичками дозволяє здобувачам освіти краще адаптуватися до вимог ринку праці та бути готовими до впровадження інновацій у галузі [24].

Гнучкість освітніх програм також відіграє важливу роль. Використання модульного підходу дає змогу швидко оновлювати зміст курсів відповідно до технологічного прогресу. Важливо також надавати здобувачам освіти можливість обирати факультативні дисципліни, що дозволить їм формувати власну освітню траєкторію відповідно до професійних інтересів. Розвиток міждисциплінарності є ще одним важливим фактором удосконалення освітніх програм. Сучасні енергетики повинні не лише володіти технічними знаннями, а й розуміти економічні аспекти, екологічні наслідки виробництва та споживання енергії, а також мати навички роботи з великими даними та цифровими платформами [2].

Таким чином, оновлення змісту дисциплін енергетичних спеціальностей має ґрунтуватися на гармонійному поєднанні класичних основ та сучасних технологій. Такий підхід забезпечить високу якість підготовки спеціалістів, які зможуть ефективно працювати в умовах стрімких змін у галузі та сприяти її подальшому розвитку. Сучасна енергетика вимагає від фахівців не лише глибоких теоретичних знань, а й умінь застосовувати їх на практиці, вирішувати складні інженерні завдання, працювати в команді та генерувати інноваційні рішення. Для досягнення цих цілей у навчальному процесі доцільно використовувати підходи STEM-освіти, проблемного навчання та проєктної діяльності. STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) – це підхід до навчання, що поєднує наукові знання, технічні навички, інженерну креативність та математичний аналіз. Впровадження STEM-освіти в енергетичних спеціальностях дозволяє: підвищити мотивацію студентів за рахунок практичного застосування теорії у реальних кейсах; сприяти інтеграції дисциплін, що важливо для розуміння складних енергетичних процесів; формувати навички інженерного мислення, що є критично важливим для майбутніх енергетиків. Прикладом STEM-методик може бути використання програмованих систем керування для моделювання енергетичних процесів або розробка проєктів з оптимізації енергоспоживання на основі математичного аналізу [19].

Проблемне навчання передбачає побудову освітнього процесу навколо реальних проблем та викликів, які студенти повинні вирішити, використовуючи набуті знання та навички. Цей підхід у підготовці енергетиків дозволяє: розвивати критичне мислення та аналітичні здібності; формувати дослідницькі навички, необхідні для впровадження інновацій; забезпечити адаптацію до професійної діяльності, оскільки випускники навчаються працювати в умовах невизначеності та швидких змін технологій [16].

Прикладом такого підходу може бути аналіз енергетичних втрат у конкретному підприємстві та розробка заходів для їх мінімізації, дослідження ефективності альтернативних джерел енергії для місцевої громади або створення плану модернізації енергосистеми міста. Проєктне навчання є одним із найефективніших методів підготовки майбутніх енергетиків, оскільки дає можливість застосовувати набуті знання на практиці та працювати в команді. Цей підхід сприяє: формуванню практичних компетентностей, необхідних для професійної діяльності; розвитку креативності та інженерної винахідливості; зміцненню комунікативних та управлінських навичок, що важливо для роботи в міждисциплінарних командах. Проєкти можуть охоплювати широкий спектр тем, таких як створення прототипів систем альтернативної енергетики, розробка програм енергоефективності для підприємств або проєктування смарт-мереж з використанням цифрових технологій [7].

Поєднання STEM-освіти, проблемного навчання та проєктної діяльності дає змогу не лише забезпечити якісну підготовку спеціалістів, а й підвищити їхню конкурентоспроможність на ринку праці. Такий підхід дозволяє формувати фахівців, які не просто володіють теоретичними знаннями, а й уміють їх застосовувати у реальних умовах, вирішувати складні завдання та впроваджувати інноваційні рішення у сфері енергетики.

Розвиток цих методик у навчальному процесі сприятиме підготовці висококваліфікованих спеціалістів, здатних ефективно працювати в умовах сучасного енергетичного сектору та сприяти його сталому розвитку. Сучасний ринок праці вимагає від випускників вищих навчальних закладів не лише глибоких теоретичних знань, а й практичного досвіду роботи за спеціальністю. Особливо це актуально для енергетичної галузі, де технології та вимоги до фахівців стрімко змінюються. У зв'язку з цим впровадження дуальної освіти та розширення співпраці між університетами та підприємствами енергетичного сектору набуває дедалі більшого значення.

Дуальна освіта – це модель навчання, яка передбачає поєднання академічної підготовки у закладах вищої освіти з набуттям практичних навичок на підприємствах. Цей підхід дозволяє здобувачам освіти безпосередньо під час навчання інтегруватися в професійне середовище, працювати на реальному обладнанні та застосовувати теоретичні знання на практиці. Основні переваги дуальної освіти:

- практичний досвід – здобувачі освіти отримують можливість працювати у реальних виробничих умовах, що підвищує їхню професійну компетентність;
- швидка адаптація до ринку праці – випускники дуальних програм швидше знаходять роботу, оскільки мають не лише диплом, а й практичні навички, що відповідають вимогам роботодавців;
- підготовка фахівців відповідно до потреб підприємств – освітні програми розробляються з урахуванням вимог компаній, що забезпечує відповідність рівня підготовки здобувачів актуальним запитам галузі;
- підвищення конкурентоспроможності випускників – роботодавці віддають перевагу кандидатам, які мають практичний досвід, а не лише теоретичні знання [5].

Розвиток дуальної освіти неможливий без активної та тісної співпраці між закладами вищої освіти та підприємствами енергетичного сектору. Взаємодія між цими сторонами сприяє підготовці висококваліфікованих фахівців, які не лише володіють теоретичними знаннями, а й мають практичний досвід роботи в реальних виробничих умовах.

Одним із ключових аспектів такої співпраці є організація стажувань і виробничих практик на базі підприємств. Це дозволяє здобувачам освіти безпосередньо ознайомитися з виробничими процесами, працювати на сучасному обладнанні та вивчати новітні технології, що використовуються у галузі. Завдяки цьому вони отримують цінний досвід і формують розуміння професійних вимог, що значно підвищує їхню конкурентоспроможність на ринку праці. Важливим напрямом взаємодії є спільна розробка навчальних програм із залученням експертів галузі. Таке партнерство забезпечує відповідність змісту освітніх дисциплін актуальним потребам енергетичного сектору, дозволяючи студентам отримувати знання та навички, які дійсно затребувані у професійному середовищі. Крім того, ефективним способом інтеграції практичного досвіду в освітній процес є залучення фахівців підприємств до викладацької діяльності. Представники компаній можуть виступати в ролі запрошених лекторів, наставників або керівників студентських проєктів, що сприяє кращому засвоєнню матеріалу та орієнтації здобувачів освіти на реальні виклики галузі. Не менш важливою складовою співпраці є підтримка наукових досліджень та інновацій. Спільні проєкти між університетами та підприємствами сприяють розробці нових технологій і їх подальшому впровадженню у виробництво. Це створює умови для розвитку галузі, підвищення ефективності енергетичних процесів та вдосконалення технологій, що відповідають сучасним екологічним і економічним викликам [26].

Таким чином, партнерство між університетами та енергетичними підприємствами відіграє важливу роль у формуванні якісної системи підготовки фахівців, що поєднує фундаментальні знання з практичними навичками, необхідними для успішної професійної діяльності. Попри численні переваги, впровадження дуальної освіти потребує вирішення низки викликів:

- адаптація освітніх програм до потреб підприємств та забезпечення гнучкості у викладанні;
- розширення мережі партнерств між університетами та енергетичними компаніями для створення ефективної системи дуального навчання;
- фінансова підтримка програм дуальної освіти – стимулювання підприємств до участі у підготовці здобувачів освіти через державні або приватні ініціативи;
- оцінювання ефективності навчання – розробка системи моніторингу та контролю якості дуальної освіти.

Впровадження дуальної освіти та розширення співпраці між університетами та підприємствами енергетичного сектору є важливими кроками для підготовки висококваліфікованих фахівців. Ця модель освіти дозволяє здобувачам освіти здобувати не лише теоретичні знання, а й практичні навички, що значно підвищує їхню конкурентоспроможність на ринку праці. Водночас компанії отримують можливість готувати майбутніх спеціалістів відповідно до своїх потреб, що сприяє ефективному розвитку галузі загалом.

Таким чином, інтеграція освіти та бізнесу є ключовим фактором успішного розвитку енергетичного сектору в умовах сучасних викликів та технологічних змін. Сучасна енергетика вимагає від спеціалістів глибокого розуміння складних систем, оперативності у прийнятті рішень та високої компетентності у використанні технологічного обладнання. Використання віртуальної (VR) та доповненої (AR) реальності в освітньому процесі відкриває нові можливості для підготовки здобувачів освіти з електричної інженерії, надаючи їм змогу працювати з реалістичними моделями енергетичних систем у безпечному та інтерактивному середовищі [11].

Основними перевагами VR/AR-технологій у навчанні здобувачів освіти енергетичних спеціальностей є:

- візуалізація складних процесів – здобувачі освіти можуть досліджувати структуру та принципи роботи електростанцій, підстанцій, систем розподілу енергії та інших об'єктів у віртуальному просторі;
- безпечне середовище для тренувань – VR-симуляції дозволяють відпрацьовувати аварійні ситуації та технологічні процеси без ризику для життя та обладнання;
- практичне навчання без фізичного доступу до обладнання – AR-додатки дозволяють накладати віртуальні підказки та інструкції на реальне обладнання, допомагаючи здобувачам освіти опановувати його роботу;
- інтерактивність та залученість – здобувачі освіти можуть безпосередньо взаємодіяти з віртуальними моделями, що покращує розуміння та запам'ятовування матеріалу;
- адаптивність та індивідуальний підхід – VR/AR-технології дозволяють підлаштовувати навчальний контент під рівень підготовки кожного здобувача.

Одним із найперспективніших напрямів використання VR-технологій у навчанні енергетиків є створення симуляторів для операторів електростанцій. Завдяки VR-моделям здобувачі освіти можуть зануритися в робоче середовище електростанції та вивчати принципи її функціонування. Вони отримують можливість детально досліджувати процеси, які відбуваються на теплових, атомних і відновлюваних електростанціях. Окрім цього, VR дозволяє проводити навчальні тренування у змодельованих аварійних ситуаціях, що допомагає майбутнім фахівцям відпрацьовувати правильні дії у критичних умовах без ризику для життя та обладнання.

Ще одним ефективним підходом є використання віртуальних лабораторій, які надають здобувачам освіти доступ до складного енергетичного обладнання. У реальному житті подібні пристрої можуть бути дорогими або небезпечними для початківців. Завдяки VR-лабораторіям здобувачі можуть проводити експерименти, аналізувати електричні параметри та тестувати різні сценарії роботи систем. Це значно підвищує рівень практичної підготовки без необхідності фізичного доступу до обладнання.

Доповнена реальність (AR) також відіграє важливу роль у навчанні енергетиків. Зокрема, AR-технології застосовуються для роботи з електричними схемами, забезпечуючи візуалізацію складних систем у реальному середовищі. Завдяки AR здобувачі освіти можуть отримувати цифрові підказки та пояснення, які накладаються безпосередньо на реальні електротехнічні пристрої. Це значно полегшує процес розуміння електромонтажу, аналізу схемотехніки та вивчення принципів роботи різних компонентів енергетичних систем.

Попри значні переваги, VR/AR-технології вимагають високих інвестицій у розробку навчального контенту та обладнання. Необхідна також підготовка викладачів для ефективного використання цих технологій. Проте, з розвитком цифровізації енергетики та зниженням вартості VR/AR-рішень, їх використання в при підготовці фахівців з електричної інженерії стане все більш поширеним. Подальший розвиток цих технологій відкриває нові горизонти для освітнього процесу у сфері енергетики. Важливу роль у підготовці здобувачів вищої освіти енергетичних спеціальностей відіграють онлайн-курси, змішане навчання та відкриті освітні ресурси, які дозволяють ефективно поєднувати традиційні методи навчання з сучасними цифровими технологіями. Це відкриває нові можливості для здобувачів освіти та НПП, забезпечуючи доступ до передових знань і новітніх інструментів, що використовуються в енергетичній галузі.

Онлайн-курси є одним з найпоширеніших методів навчання у сучасному світі. Вони дають змогу студентам здобувати знання з різних аспектів енергетики, таких як відновлювальні джерела

енергії, енергоефективність, енергоменеджмент, енергетичні системи та технології, енергетична політика тощо. Онлайн-курси часто створюються провідними університетами та компаніями, що забезпечує доступ до актуальних навчальних матеріалів. Однією з переваг таких курсів є можливість навчатись за власним графіком, що є особливо зручним для тих студентів, які поєднують навчання з роботою або іншими обов'язками [22].

Крім того, онлайн-курси часто включають інтерактивні елементи, такі як відеолекції, завдання для самоконтролю, тести та симуляції, що дозволяє здобувачам освіти не тільки засвоювати теоретичні знання, але й практично застосовувати отримані знання у віртуальних умовах. Це особливо важливо для енергетичних спеціальностей, де практичні навички та розуміння реальних енергетичних систем є критичними для успішної кар'єри.

Змішане навчання (blended learning) – це комбінація традиційного навчання в аудиторії та онлайн-компонентів. Такий підхід є дуже ефективним для підготовки спеціалістів в енергетичній галузі, оскільки він дозволяє здобувачам освіти поєднувати переваги як особистої взаємодії з науково-педагогічними працівниками та одногрупниками, так і гнучкості, яку дає онлайн-освіта.

Змішане навчання дозволяє здобувачам отримувати теоретичні знання на лекціях, а потім застосовувати їх на практичних заняттях через онлайн-симуляції та інтерактивні платформи. Наприклад, студенти можуть працювати з віртуальними моделями енергетичних систем, аналізувати їх ефективність, розраховувати енергетичні витрати або відпрацьовувати ситуації, що виникають під час аварій. Це сприяє кращому засвоєнню матеріалу та розвитку практичних навичок, необхідних у реальній професійній діяльності [17].

Змішане навчання також сприяє розвитку самостійності у здобувачів освіти, адже вони мають можливість працювати з онлайн-матеріалами, виконувати індивідуальні завдання та самостійно знаходити відповіді на складні питання. Це дозволяє значно покращити освітній процес і забезпечує більш глибоке розуміння енергетичних процесів. Відкриті освітні ресурси (OER) стали важливим інструментом для здобувачів вищої освіти, оскільки вони дозволяють отримувати безкоштовні, високоякісні навчальні матеріали з різних аспектів енергетики. Відкриті ресурси можуть включати підручники, лекції, відеоуроки, статті, дослідження та інші ресурси, які студенти можуть використовувати для поглиблення своїх знань та підготовки до занять. Використання відкритих освітніх ресурсів дозволяє значно розширити можливості навчання, оскільки студенти можуть вивчати матеріали, які виходять за межі традиційних курсів, і знайомитися з новітніми технологіями та інноваціями в енергетичній галузі. Такі ресурси дозволяють отримати знання, що швидко застарівають, а також підтримувати актуальність матеріалу у відповідності з найновішими досягненнями науки і техніки [1].

Інтерактивні навчальні платформи та симуляції дозволяють здобувачам освіти працювати з реалістичними моделями енергетичних систем, що дозволяє розвивати не тільки теоретичні знання, а й практичні навички. Наприклад, за допомогою онлайн-систем можна моделювати роботу енергетичних установок, оцінювати їх ефективність, проводити розрахунки енергоспоживання та проводити інші важливі для професії завдання.

Симуляції дають змогу здобувачам «випробувати» реальні сценарії, які важко відтворити у реальному житті через високу вартість чи технічні обмеження. Це дозволяє їм краще підготуватися до вирішення складних задач в умовах реального виробництва, підвищуючи їх професійну готовність. Для того, щоб онлайн-курси, змішане навчання та відкриті освітні ресурси були ефективними, важливо, щоб науково-педагогічні працівники мали необхідні навички для роботи з цифровими інструментами. Це включає в себе володіння навичками використання онлайн-платформ, створення інтерактивних матеріалів, моніторинг прогресу здобувачів освіти та забезпечення їх зворотного зв'язку. Також важливим є розвиток педагогічних навичок, зокрема уміння адаптувати навчальний матеріал до специфіки онлайн-формату, а також забезпечення активної участі здобувачів у освітньому процесі. Науково-педагогічні працівники повинні бути готові допомогти в освоєнні нових технологій, а також мотивувати здобувачів освіти до самостійного пошуку та освоєння знань.

Перспективи розвитку онлайн-освіти у галузі енергетики є дуже обнадійливими. З розвитком цифрових технологій, зокрема віртуальної реальності, доповненої реальності, великих даних і штучного інтелекту, навчання стає ще більш інтерактивним та персоналізованим. Здобувачі освіти зможуть отримувати знання з найсучасніших технологій, таких як розумні мережі, зелені технології, енергоефективні системи, без необхідності перебувати фізично на курсах.

Доступність онлайн-освіти дозволяє отримувати доступ до найкращих освітніх матеріалів, що значно покращує якість навчання та дозволяє створювати глобальну мережу фахівців у галузі енергетики. Таким чином, інтеграція онлайн-курсів, змішаного навчання та відкритих освітніх ресурсів у підготовку здобувачів вищої освіти енергетичних спеціальностей є важливим кроком до

покращення якості освіти, підвищення кваліфікації майбутніх фахівців та забезпечення їх готовності до роботи з новітніми технологіями у сфері енергетики.

Критично важливе значення у забезпеченні сучасного рівня знань та навичок при підготовці фахівців з електричної інженерії має інформаційна база освітнього процесу [14]. Інформаційне середовище для підготовки при цьому має бути багаторівневим і включати наступні компоненти:

- навчальні матеріали: електронні підручники, конспекти, відеолекції, симулятори;
- нормативно-технічна документація: ДСТУ, ГОСТи, ІЕС, IEEE, регуляторні документи у сфері електроенергетики;
- доступ до баз даних: SCOPUS, IEEE Xplore, Google Scholar, ResearchGate (для наукових досліджень);
- програмне забезпечення: MATLAB, ETAP, DigSILENT PowerFactory, ANSYS (для моделювання електричних систем).

Аналітика в освітньому процесі при підготовці фахівців з електричної інженерії охоплює широкий спектр інструментів і методів, що дозволяють оптимізувати навчальні процеси, аналізувати ефективність викладання, а також прогнозувати траєкторію розвитку здобувачів освіти та їхню готовність до реальних професійних викликів.

Одним із важливих аспектів аналітики в освіті є моніторинг успішності здобувачів освіти. Сучасні цифрові платформи, такі як Moodle, Google Classroom та спеціалізовані системи управління освітнім процесом, дають змогу збирати та аналізувати дані про відвідуваність занять, виконання завдань і рівень засвоєння матеріалу. Це дозволяє науково-педагогічним працівникам своєчасно реагувати на труднощі, які виникають перед здобувачами освіти, коригувати підхід до викладання та адаптувати навчальні матеріали відповідно до індивідуальних потреб.

Окрім загального аналізу успішності, дедалі більшого значення набуває застосування технології штучного інтелекту та великих обсягів даних у прогнозуванні академічних результатів. Завдяки цим технологіям можна оцінювати ймовірність успішного завершення курсу кожним здобувачем освіти, визначати потенційні ризики та пропонувати персоналізовані рекомендації для покращення результатів навчання.

Аналітика також активно використовується в лабораторних дослідженнях та практичній підготовці здобувачів освіти. Використання сучасного програмного забезпечення для моделювання електричних систем, такого як MATLAB, Simulink, ETAP або DigSILENT PowerFactory, дозволяє здобувачам освіти працювати з реалістичними моделями електромереж, досліджувати їхню поведінку в різних режимах роботи та аналізувати ефективність технічних рішень. Окрім того, системи SCADA та технології Інтернету речей (IoT) надають можливість вивчати реальні дані з електроенергетичних об'єктів у режимі реального часу, що підвищує практичну цінність навчання.

Ще одним важливим напрямом є аналіз ринку праці та вимог до випускників. Використання аналітичних інструментів для моніторингу вакансій, оцінки попиту на певні компетенції та зворотного зв'язку від роботодавців допомагає закладам освіти актуалізувати освітні програми відповідно до потреб індустрії [21]. Наприклад, аналіз даних із професійних платформ, таких як LinkedIn чи Work.ua, дозволяє визначити, які навички та знання є найбільш затребуваними в електроенергетичній сфері.

Перспективи розвитку аналітики в освітньому процесі електроінженерів пов'язані з подальшою цифровізацією та впровадженням новітніх технологій. Зокрема, використання блокчейн-технологій може забезпечити прозорість та надійність систем сертифікації знань, а застосування віртуальної та доповненої реальності (VR/AR) відкриває нові можливості для інтерактивного навчання складним технічним процесам. Таким чином, аналітика є невід'ємною складовою сучасної підготовки електроінженерів, дозволяючи підвищувати ефективність освітнього процесу, забезпечувати відповідність освіти сучасним стандартам та готувати висококваліфікованих фахівців, здатних працювати в умовах стрімкого розвитку енергетичної галузі.

Важливим етапом підготовки висококваліфікованих фахівців з електричної інженерії є стажування, яке дозволяє здобувачам освіти отримати практичний досвід, ознайомитися з сучасними технологіями та виробничими процесами. Співпраця закладів вищої освіти з енергетичними компаніями є ключовим фактором для успішного впровадження програм стажувань і забезпечення якісної підготовки майбутніх інженерів.

Процес організації стажування може відбуватися в різних форматах, залежно від специфіки діяльності компанії та освітніх програм:

- виробнича практика на підприємствах – здобувачів освіти залучають до реальних виробничих процесів, де вони виконують завдання під керівництвом наставників із підприємства;

- дистанційні стажування – передбачають роботу з симуляційними моделями, аналітику технічних процесів та участь у віртуальних проєктах;
- проєктно-орієнтовані стажування – здобувачі освіти працюють у групах над вирішенням реальних технічних завдань або розробкою інноваційних рішень;
- дослідницькі стажування – передбачають участь здобувачів освіти у наукових дослідженнях та інженерних експериментах у співпраці з підприємствами та науковими установами.

Стажування на базі енергетичних компаній надає здобувачам освіти унікальну можливість набутти практичний досвід роботи в реальних умовах.

Завдяки цьому вони можуть безпосередньо ознайомитися з обладнанням та сучасними технологіями, що використовуються в енергетичній галузі, а також навчитися працювати з ними під керівництвом досвідчених фахівців. Крім того, під час стажування здобувачі освіти отримують можливість побачити, як організовані виробничі процеси на підприємствах, ознайомитися з чинними стандартами безпеки та особливостями експлуатації електроенергетичних об'єктів. Такий досвід є надзвичайно важливим, оскільки дозволяє не лише зрозуміти теоретичні аспекти професії, а й побачити їхнє практичне втілення. Окремо слід відзначити, що стажування створює сприятливі умови для налагодження професійних контактів. Здобувачі освіти мають можливість спілкуватися з керівниками, інженерами та спеціалістами компаній, що допомагає їм краще зрозуміти вимоги роботодавців, а також може сприяти подальшому працевлаштуванню. Не менш важливим є й те, що участь у стажуванні дозволяє застосувати отримані в університеті знання на практиці. Завдяки виконанню реальних завдань здобувачі освіти розвивають професійні навички, вчаться приймати технічні рішення та адаптуватися до виробничого середовища. Таким чином, стажування є ключовим етапом підготовки майбутніх фахівців, що допомагає їм впевнено розпочати професійну діяльність. Заклади вищої освіти активно співпрацюють із провідними енергетичними компаніями. Основні форми такої співпраці передбачають:

- укладання угод про співпрацю – університети та підприємства розробляють спільні програми стажувань, наукові проєкти та тренінги;
- залучення представників компаній до викладання – експерти з галузі проводять лекції, майстер-класи та ділові ігри для здобувачів освіти;
- спільні науково-дослідні роботи – здобувачі освіти мають змогу брати участь у реальних інноваційних проєктах компаній;
- конкурсні програми та хакатони – сприяють виявленню талановитих здобувачів освіти та їх подальшому працевлаштуванню [23].

У багатьох країнах світу існує практика активної взаємодії між університетами та енергетичними корпораціями. Наприклад:

- Siemens, General Electric, Schneider Electric – реалізують стажування для здобувачів освіти електроінженерних спеціальностей, надаючи доступ до своїх дослідницьких центрів та виробничих потужностей;
- Національні енергетичні компанії (наприклад, «Укренерго», ДТЕК, «Енергоатом») – пропонують здобувачам освіти можливість проходити практику на електростанціях, підстанціях та в диспетчерських центрах;
- Міжнародні освітні програми (Erasmus+, Horizon Europe) – дозволяють здобувачам освіти проходити стажування у провідних європейських університетах та компаніях.

Попри численні переваги, організація стажувань для здобувачів освіти з електричної інженерії стикається з певними труднощами, які можуть обмежувати їхню ефективність. Однією з основних проблем є недостатня кількість місць для практики. Це пов'язано з тим, що не всі підприємства мають змогу приймати велику кількість здобувачів освіти через обмежені ресурси, виробничі потужності або вимоги до безпеки.

Ще однією складністю є фінансування стажувань, особливо коли йдеться про міжнародні програми. Проходження практики за кордоном вимагає значних фінансових витрат, зокрема на проїзд, проживання та адміністративний супровід. Через це не всі здобувачі освіти можуть скористатися можливістю отримати цінний міжнародний досвід.

Крім того, відсутність уніфікованих стандартів оцінювання практичних навичок за результатами стажування створює певні труднощі у визначенні його ефективності. У різних компаніях критерії оцінки можуть відрізнятися, що ускладнює порівняння результатів та їх інтеграцію в освітній процес. Для подолання зазначених викликів необхідно впроваджувати сучасні підходи до організації стажувань. Одним із можливих рішень є активне використання цифрових платформ, які дозволять здобувачам освіти працювати над реальними проєктами дистанційно. Це дасть змогу залучати більшу кількість учасників і зменшити навантаження на підприємства.

Важливим напрямом є також розширення міжнародного партнерства між університетами та енергетичними компаніями. Завдяки цьому здобувачі освіти отримають більше можливостей для стажування за кордоном, обміну досвідом і ознайомлення з найкращими світовими практиками. Окрім цього, варто запроваджувати грантові та стипендіальні програми, що дозволять фінансово підтримати здобувачів освіти, які прагнуть проходити практику за межами країни. Це зробить міжнародні стажування доступнішими для більшої кількості здобувачів. Таким чином, ефективна організація стажувань та тісна співпраця з енергетичними компаніями є ключовими факторами у підготовці кваліфікованих спеціалістів з електричної інженерії.

Завдяки цьому випускники зможуть не лише успішно інтегруватися у виробничі процеси, а й сприяти подальшому розвитку енергетичного сектору, запроваджуючи сучасні технології та інноваційні рішення.

Підготовка фахівців з електричної інженерії, які працюватимуть у сфері ВДЕ, вимагає наявності сучасної матеріально-технічної бази. Важливу роль у цьому процесі відіграють лабораторні комплекси та навчальні полігони, які дозволяють здобувачам освіти опанувати практичні навички роботи з різними технологіями ВДЕ, а також проводити наукові дослідження. Лабораторії, оснащені сучасним обладнанням, дають можливість вивчати теоретичні та практичні аспекти роботи відновлюваних джерел енергії. Основними напрямками досліджень у таких комплексах є:

- Фотовольтаїка – аналіз характеристик сонячних панелей, дослідження ефективності різних технологій перетворення сонячної енергії, оптимізація роботи сонячних інверторів.
- Вітроенергетика – моделювання роботи вітротурбін, аналіз аеродинамічних властивостей лопатей, визначення ефективності роботи систем за різних умов.
- Гідро- та геотермальна енергетика – вивчення принципів роботи малих ГЕС, дослідження можливостей використання геотермальних джерел енергії.
- Системи накопичення енергії – тестування акумуляторних систем, аналіз ефективності технологій зберігання енергії, інтеграція систем накопичення в енергомережі.

Окрім цього, лабораторні комплекси можуть включати віртуальні симулятори, що дозволяють студентам моделювати роботу ВДЕ-установок у різних умовах і проводити експерименти без використання фізичного обладнання [20].

Ефективними майданчиками, де здобувачі освіти можуть працювати безпосередньо з реальними енергетичними установками, є навчально-наукові полігони. Вони включають:

- сонячні електростанції – дозволяють вивчати роботу різних типів фотоелектричних модулів, відстежувати виробіток електроенергії залежно від погодних умов;
- вітрові електростанції – надають можливість аналізувати роботу малих і середніх вітроустановок, досліджувати методи оптимізації їхньої ефективності;
- гібридні енергосистеми – майданчики, що поєднують різні джерела ВДЕ (сонце, вітер, акумулятори) для дослідження їхньої інтеграції в єдину мережу;
- розумні енергомережі (Smart Grid) – демонстраційні стенди, які дозволяють моделювати інтеграцію ВДЕ в сучасні електромережі, аналізувати алгоритми балансування навантаження та автоматичного регулювання [18].

Завдяки використанню спеціалізованих програмних комплексів та цифрових симуляторів майбутні інженери мають змогу моделювати роботу ВДЕ-установок у різних умовах. Це сприяє кращому розумінню процесів вироблення, зберігання та розподілу енергії, а також оптимізації їхньої роботи з урахуванням технічних і економічних показників. Ще одним важливим аспектом є вивчення інтеграції відновлюваних джерел енергії в електромережу. Сучасні лабораторні стенди дозволяють здобувачам освіти аналізувати методи управління енергосистемами, балансування навантаження та стабілізації мереж при змінних умовах генерації. Крім того, проведення експериментальних досліджень у лабораторних комплексах сприяє розробці нових технічних рішень, що дозволяють підвищити ефективність і надійність ВДЕ-систем. Це особливо важливо в умовах глобального переходу до чистої енергії та зростаючої ролі альтернативних джерел у загальному енергетичному балансі. Таким чином, наявність сучасної навчальної та дослідницької інфраструктури є ключовою умовою якісної підготовки спеціалістів у сфері відновлюваної енергетики. Лабораторні комплекси та навчальні полігони не лише покращують професійну підготовку студентів, а й сприяють розвитку енергетичних технологій, забезпечуючи сталий розвиток галузі. Важливою складовою сучасної освітньої програми з електричної інженерії є підготовка здобувачів освіти до роботи у міжнародному середовищі. Вона охоплює різні аспекти, що дозволяють студентам здобути знання та навички, необхідні для успішної роботи на глобальному ринку праці. Одним із основних напрямів є навчання за англійськими програмами, що дозволяє здобувачам адаптуватися до міжнародного середовища та ознайомитися з технічними стандартами та термінологією, яка використовується в міжнародних компаніях та проектах. Відкриття англійських бакалаврських і

магістерських програм надає здобувачам освіти можливість вивчати спеціалізовані технічні дисципліни на міжнародному рівні, розширюючи їхні можливості для подальшої професійної діяльності в іноземних компаніях. Важливим аспектом таких програм є вивчення технічної англійської мови, що дозволяє ефективно працювати з документацією та спілкуватися в міжнародному середовищі [12].

Крім того, двомовне навчання стало популярною практикою в багатьох університетах. У рамках цього підходу частина курсів викладається англійською мовою, що дає здобувачам освіти можливість поступово підвищувати рівень володіння мовою та працювати з англійськими навчальними матеріалами.

Це дозволяє краще підготувати здобувачів освіти до майбутньої професійної діяльності за межами їхніх країн, оскільки більшість міжнародних компаній вимагають високого рівня знання англійської для виконання технічних завдань і спілкування з колегами. Ще одним важливим напрямом є участь у спільних освітніх програмах з іноземними університетами. Такі програми, що часто передбачають подвійне дипломування, дозволяють здобувачам освіти отримати дипломи як українського, так і європейського або американського зразка. Це відкриває великі можливості для працевлаштування у міжнародних компаніях, оскільки дипломи міжнародних університетів мають визнання в багатьох країнах. Здобувачі освіти, які навчаються за такими програмами, також мають змогу взяти участь у міжнародних проектах, де застосовуються новітні технології та практики в галузі електричної інженерії [27].

Таким чином, підготовка здобувачів освіти до роботи в міжнародному середовищі передбачає не лише володіння технічними знаннями, але й глибоке розуміння міжнародних стандартів, належну мовну підготовку, а також можливість працювати з глобальними технологічними інноваціями. Це дає студентам можливість стати конкурентоспроможними на світовому ринку праці та здобути досвід, що відповідає вимогам сучасних глобальних енергетичних компаній. Для підвищення конкурентоспроможності на міжнародному ринку праці фахівці з електричної інженерії можуть отримати міжнародні сертифікати, які підтверджують їхню професійну компетентність. Найпоширенішими є [3]:

- Certified Energy Manager (CEM) – сертифікація, що підтверджує знання у сфері енергоменеджменту та ефективного використання електроенергії;
- Professional Engineer (PE) – міжнародний сертифікат, який визнається в багатьох країнах і підтверджує кваліфікацію інженера;
- International Electrotechnical Commission (IEC) Certification – сертифікати відповідності міжнародним стандартам у сфері електротехніки;
- IEEE Power & Energy Society Certification – спеціалізована сертифікація для фахівців, які працюють у сфері енергетики та електротехнічних систем;
- Siemens, Schneider Electric, ABB Certified Training Programs – корпоративні сертифікаційні програми від провідних компаній у галузі електротехніки та автоматизації.

Сучасні виклики, які стоять перед електричною інженерією, вимагають від фахівців не лише глибоких технічних знань, а й здатності працювати в міждисциплінарних командах, розв'язувати складні проблеми, інтегруючи знання з різних галузей науки та техніки.

Сучасні енергетичні системи стають дедалі складнішими й інтегрованішими, що вимагає синергії знань з різних галузей. Наприклад, розвиток ВДЕ, автоматизація енергетичних мереж, інтеграція «розумних» технологій в енергетичну інфраструктуру потребує поєднання знань з електротехніки, комп'ютерних наук, телекомунікацій, екології та економіки. Тому міждисциплінарний підхід допомагає студентам розвивати здатність працювати в таких складних умовах, де важливо враховувати різноманітні аспекти.

Міждисциплінарність в освіті з електричної інженерії передбачає поєднання технічних дисциплін з іншими сферами, такими як:

- Інформаційні технології та програмування – для розробки та управління інтелектуальними енергетичними мережами, а також для автоматизації та оптимізації енергетичних систем.
- Екологія та сталий розвиток. Оскільки енергетика повинна бути спрямована на зменшення впливу на навколишнє середовище, важливо впроваджувати принципи сталого розвитку та енергоефективності.
- Економіка та управління. Знання в галузі енергетичного менеджменту та економіки дозволяють фахівцям оцінювати фінансові та управлінські аспекти енергетичних проектів.
- Механіка та матеріалознавство. Інженери повинні бути знайомі з матеріалами, які використовуються в енергетичних установках, а також з принципами механічної стійкості обладнання.

Для успішної інтеграції в реальний сектор енергетики, фахівці повинні володіти здатністю працювати в міждисциплінарних командах, що включають представників різних спеціальностей.

Міждисциплінарний підхід дозволяє розвивати важливі навички, які є критичними для ефективної роботи в умовах сучасної енергетики.

Однією з таких навичок є комунікація та співпраця. Фахівці повинні вміти ефективно взаємодіяти з колегами з інших галузей, обмінюватися ідеями та працювати над складними задачами. Це дозволяє забезпечити високий рівень координації та досягнення спільних цілей у проєктах, що охоплюють кілька напрямків. Критичне мислення є ще однією важливою навичкою, яку розвиває міждисциплінарний підхід.

Це здатність розглядати проблеми з різних точок зору, оцінюючи їх з урахуванням множинних факторів. Фахівці повинні вміти знаходити оптимальні рішення в складних і часто невизначених умовах, що є невід'ємною частиною роботи в енергетичних системах.

Окрім цього, адаптивність є ключовою навичкою в умовах швидких змін технологій і умов роботи. Фахівці повинні вміти оперативно реагувати на зміни та застосовувати нові методи і інструменти для вирішення поставлених завдань. Це дозволяє зберігати ефективність і конкурентоспроможність у швидко змінюваному середовищі енергетичної галузі. Для реалізації міждисциплінарного підходу в освіті з електричної інженерії важливо розробляти спеціалізовані курси та програми, які поєднують знання з різних дисциплін. Такий підхід дозволяє студентам здобувати більш комплексні навички, які відповідають сучасним вимогам енергетичного сектора та сприяють їхній підготовці до роботи в мультидисциплінарних командах. Одним із прикладів таких курсів є курси з інтелектуальних енергетичних мереж, що поєднують електротехніку з інформаційними технологіями та автоматизацією. Ці курси надають студентам змогу розуміти принципи роботи сучасних енергетичних мереж, які включають автоматизацію процесів управління енергією, використання датчиків, а також інтеграцію з цифровими системами для оптимізації енергетичних потоків і забезпечення стабільності мереж.

Курси з відновлюваної енергетики також є важливими для підготовки фахівців, оскільки вони охоплюють не лише технічні аспекти відновлюваних джерел енергії (сонячна, вітрова, гідроенергетика), але й економічні та екологічні вимоги, що зростають у зв'язку з глобальними змінами клімату. Така підготовка допомагає студентам усвідомити важливість сталого розвитку та знайти баланс між технологічними можливостями і потребами навколишнього середовища. Ще одним важливим напрямом є програми з енергетичного менеджменту, які об'єднують технічні та економічні аспекти управління енергетичними ресурсами. Ці програми навчають здобувачів освіти не лише принципам енергетичних систем, а й методам управління енергетичними проєктами, плануванню енергетичних ресурсів, моніторингу та оптимізації енергоспоживання, що дозволяє забезпечити економічну ефективність і зменшення витрат на енергетичні ресурси.

Загалом, міждисциплінарний підхід у таких курсах дозволяє студентам краще розуміти взаємозв'язок між різними аспектами енергетики, що дає їм можливість стати висококваліфікованими фахівцями, здатними вирішувати комплексні завдання в енергетичному секторі.

Висновки. Подальший розвиток освітніх програм з електричної інженерії в Україні має велике значення для забезпечення висококваліфікованими фахівцями галузі, яка є критично важливою для економіки та енергетичної безпеки країни. Розвиток цієї освітньої галузі має на меті адаптацію до сучасних вимог ринку праці, інноваційних технологій та глобальних тенденцій у сфері енергетики та інженерії.

Серед основних напрямів, на яких слід зосередитись для розвитку освітніх програм, слід виділити наступні:

1. Інтеграція ВДЕ. З огляду на глобальний тренд переходу до зеленої енергетики, освітні програми повинні приділяти більшу увагу відновлюваним джерелам енергії, таким як сонячна, вітрова, гідро- та геотермальна енергетика. Оскільки в Україні відбувається активний розвиток цього сектору, важливо інтегрувати у навчальні плани теми, що стосуються проєктування, монтажу та обслуговування ВДЕ-систем, а також оптимізації їх інтеграції в енергомережі.

2. Цифровізація та автоматизація енергетичних систем. Зростаюча потреба в автоматизації, цифровізації та «розумних» мережах вимагає оновлення програм в напрямку розробки та застосування інтелектуальних енергетичних систем. Здобувачі освіти мають оволодіти сучасними технологіями, такими як інтернет речей (IoT), системи автоматичного управління, управління енергетичними потоками через штучний інтелект і машинне навчання. Це дозволить забезпечити ефективне використання енергетичних ресурсів, оптимізацію роботи енергомереж та зниження витрат.

3. Інженерія енергоефективності та сталий розвиток. Надзвичайно важливим напрямом є підготовка фахівців з енергоефективності, здатних оцінювати та реалізовувати енергоощадні технології в різних сферах – від промисловості до будівництва. Програми повинні враховувати

останні розробки в галузі енергозбереження, термоізоляції, енергоефективних систем будівель, а також сприяти сталому розвитку енергетики, зокрема через зменшення викидів CO₂.

4. Міжнародні стандарти та сертифікації. Сучасні освітні програми мають орієнтуватись на міжнародні стандарти в галузі енергетики та електротехніки, що дозволить підготувати конкурентоспроможних фахівців, здатних працювати на глобальному ринку. Важливо впроваджувати міжнародні сертифікаційні програми, як, наприклад, Certified Energy Manager (CEM), ISO сертифікації, а також програми партнерства з міжнародними університетами, що надають студентам можливість проходити стажування та навчання за кордоном.

5. Інтернаціоналізація освітнього процесу. Враховуючи важливість міжнародного досвіду та роботи в глобальному середовищі, в Україні варто розвивати програми обміну здобувачами освіти та НПП, а також спільні освітні програми з університетами Європи та США. Це дасть здобувачам освіти можливість навчатися за міжнародними стандартами, а також сприятиме кращій інтеграції українських фахівців в міжнародну енергетичну спільноту.

6. Впровадження новітніх технологій навчання. Використання цифрових платформ, онлайн-курсів та інтерактивних навчальних засобів дозволить здобувачам освіти отримувати доступ до сучасних матеріалів та інструментів для вирішення практичних завдань. Можливість працювати з віртуальними лабораторіями та симуляторами енергетичних систем, а також розв'язувати реальні технічні проблеми в режимі онлайн, значно підвищить якість підготовки студентів.

7. Поглиблене навчання в галузі електротехнічного обладнання. З огляду на потребу в експертних знаннях щодо нового електротехнічного обладнання, особливо в контексті автоматизації та модернізації енергетичних систем, необхідно приділяти більше уваги темам, пов'язаним з розробкою та експлуатацією нових технологій і матеріалів. Програми мають включати вивчення нових стандартів для таких пристроїв, як високовольтні трансформатори, інвертори, акумулятори та інші компоненти енергетичних систем.

Список використаних джерел:

1. Бацуровська І.В. Відкриті освітні ресурси в системі підготовки фахівців електричної інженерії. 2022. URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/11432/1/3-8.pdf>.
2. Богун В.В. Питання міждисциплінарності у реалізації державної енергетичної та кліматичної політики. Юридичний науковий електронний журнал. 2024. №3. С. 708-711.
3. Буданов В.О. Міжнародний досвід сертифікації професійних кваліфікацій у галузі електричної інженерії. 2020. URL: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi54p_wmcGMAxVJGBAIHUv1DvMQFnoECCoQAQ&url=http%3A%2F%2Fumj.metrology.kharkov.ua%2Farticle%2Fdownload%2F218157%2F217899&usg=AOvVaw1BvDMdDqixnjGjKpnGYuhe&opi=89978449.
4. Гарасимчук І.Д., Панцир Ю.І., Печенюк А.В. Перспективи та виклики розвитку відновлювальної енергетики України в умовах воєнного стану. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. 2024. №4(45). С. 66-72. URL: https://journals.pdu.khmelnitskiy.ua/index.php/podilian_bulletin/article/view/441/398
5. Довгенко Я., Яременко Л., Яременко Ю. Впровадження дуальної освіти у виші: переваги та ризики. Економіка та суспільство. 2021. №28. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-28-29>
6. Долінчук С. Цифровізація енергетики: як технології Smart Grid допоможуть відбудувати українські енергомережі. Mind. 2024. URL: <https://mind.ua/publications/20273149-cifrovizaciya-energetiki-yak-tehnologiyi-smart-grid-dopomozhut-vidbuduvati-ukrayinski-energomezhi>.
7. Жигір В., Забеліна Ю. Практико-орієнтоване навчання здобувачів закладів вищої освіти дисциплінам електроенергетичного циклу. Молодь і ринок. 2024. №9(229). С. 18-22.
8. Заячук Ю. Освітні програми ЄС та можливості для викладача українського університету. Український педагогічний журнал. 2021. №2. С. 5-19. <https://uej.undip.org.ua/index.php/journal/article/view/281/220>.
9. Зінченко В., Базелюк Н., Бойченко М., Горбунова Л., Курбатов С., Мелков Ю., Шипко О. Стратегії вищої освіти в умовах інтернаціоналізації для стійкого розвитку суспільства: Монографія. Київ: Інститут вищої освіти НАПН України, 2020. 199 с. https://ihed.org.ua/wp-content/uploads/2021/03/Strategiy_VO_v_umovah_internac_IVO-2020-199p_avtors-kolektiv.pdf.
10. Кириленко О.В., Снежкін Ю.Ф., Басок Б.І., Базєєв Є.Т. Енергетика, наука та інженерія: сучасний стан і виклики розвитку. Вісник НАН України. 2023. №4. С. 3-20.
11. Кривонос М.П., Мінгальова Ю.І. Використання віртуальної (VR) і додаткової (AR) реальностей у сучасній освіті. Modern Approaches to Problem Solving in Science and Technology. 2024. С. 305-310. URL: http://eprints.zu.edu.ua/38329/1/Modern-Approaches-to-Problem-Solving-in-Science-and-Technology_Nov_15_17_Warsaw_Poland-306-311.pdf.

12. Мартинюк А.П., Триндюк В.А. Викладання іноземної мови у вищій школі в умовах змішаного навчання: адаптація та виклики. Академічні студії. Серія «Педагогіка». 2023. №1. С. 41-47. URL: <http://academystudies.volyn.ua/index.php/pedagogy/article/view/445/419>.
13. Матвеева Ю. Роль міжнародного співробітництва у розвитку вищої освіти в Україні. Громадський простір. 2021. <https://www.prostir.ua/?library=rol-mizhnarodnoho-spivrobitnytstva-u-rozvytku-vyschoji-osvity-v-ukrajini>.
14. Мехед О.Б. Створення та функціонування інформаційно-освітнього середовища сучасного закладу вищої освіти як запорука якості освітнього процесу. ПУЕТ. 2023. С. 1032-1037. <https://epub.chnpu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/9230/1/Створення%20та%20функціонування%20інформаційно-освітнього%20середовища%20сучасного%20закладу%20вищої%20освіти%20як%20запорука%20якості%20освітнього%20процесу.pdf>.
15. Мирончук Н.М. Академічна мобільність як фактор інтеграції України у світовий освітній простір. Модернізація вищої освіти в Україні та за кордоном: зб. наук. праць. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2014. С. 20-24. <http://eprints.zu.edu.ua/12329/1/2.pdf>.
16. Неплях Л. Різноманіття форм навчання у Політехніці: що таке контекстне та проблемне навчання. 2022. <https://lpnu.ua/news/riznomanittia-form-navchannia-u-politekhnitsi-shcho-take-kontekstne-ta-problemne-navchannia>.
17. Новицька Л.І. Змішане навчання у вищих навчальних закладах в умовах воєнного стану. Академічні візії. 2025. №40. С. 1-14.
18. Обрамбальський В. ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження: відкрито перший навчальний полігон «розумних» електромереж – сучасний тренд розвитку цифрової економіки. НУБІП. 2023. URL: <https://nubip.edu.ua/node/128663>.
19. Озерна Д. Як говорити про науку та себе в ній. Практичні поради з популяризації науки і гендерно чутливого викладання STEAM. 2024. <https://drive.google.com/file/d/1qgE9l34xA7Egh0HWP5Pkl-MMWopuMeaN/view?pli=1>.
20. Оленюк О., Семенишена Р., Дуганець В. Ефективність використання віртуальних симуляторів у STEM-освіті. 2022. <http://188.190.43.194:7980/jspui/bitstream/123456789/13137/1/Олександр%20ОЛЕНЮК.pdf>.
21. Олійник С. Як війна трансформувала ринок праці в енергетиці. Українська енергетика. 2023. <https://ua-energy.org/uk/posts/yak-viina-transformovala-pratsi-v-enerhetytsi>.
22. Підгорна А. Онлайн-освіта проти традиційної освіти: яка з них краще. Arbook. 2023. <https://arbook.info/onlajn-osvita-proty-tradycijnoyi-osvity-yaka-z-nyh-krashhe/>.
23. Покідіна В. Університети та бізнес: міжнародний досвід співпраці та перспективи для України. 2016. http://old.cost.ua/files/Universities%20and%20business_report.pdf.
24. Стражнікова І.В. Підготовка фахівців для закладів вищої освіти: практико-орієнтований підхід. http://lib.pnu.edu.ua:8080/bitstream/123456789/9708/1/Стражнікова_Тези%20.pdf.
25. Суходоля О.М. Штучний інтелект в енергетиці: аналітична доповідь. К.: НІСД, 2022. 49 с. https://niss.gov.ua/sites/default/files/2022-07/dopovid-ai-v-energetici-red_01-pogodzheno-sukhodolya_02-1.pdf.
26. Тарасенко С.І., Демченко М.Є. Партнерство університетів та бізнесу: форми та перспективи розвитку в умовах підвищення інноваційності економіки. Економіка і суспільство. 2017. №13. С. 302-308.
27. Твардовська М. Програми подвійних дипломів, або як стати магістром одночасно в Україні та за кордоном. Гал-Інфо. 2025. URL: https://galinfo.com.ua/articles/programy_podviynyh_dyplomiv_abo_yak_staty_magistrom_odnochasno_v_ukraini_ta_zakoronom_429048.html.
28. Чернецька Ю. Сучасний інженер-енергетик: нові виклики та можливості. Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». 2014. <https://kpi.ua/1435-2>.