

ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ МАЙБУТНІХ ЕНЕРГЕТИКІВ У КОНТЕКСТІ ЗЕЛЕНОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ТА ЦИФРОВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація. Розглянуто актуальну проблему формування ключових компетентностей майбутніх інженерів-енергетиків у контексті зеленої трансформації енергетики та цифрової енергетики. Зважаючи на прискорення декарбонізації, зростання частки відновлювальних джерел енергії, децентралізацію систем, впровадження розумних мереж (Smart Grid), штучного інтелекту, IoT та цифрових двійників, розвиток інтегрованих технічних, цифрових та «зелених» компетентностей є критично важливим для підготовки фахівців, здатних забезпечити енергетичну безпеку та стале відновлення енергосектору. Проаналізовано вплив глобальних та національних трендів на вимоги до професійних навичок, а також дефіцит у випускників цифрової грамотності та досвіду роботи з ВДЕ. Окреслено основні напрями вдосконалення освітнього процесу: інтеграція проєктно-орієнтованого навчання, віртуальних лабораторій, симуляцій розумних мереж, дуальної освіти та партнерств з бізнесом. Визначено значення системного формування компетентностей як ключового чинника підвищення конкурентоспроможності випускників, адаптації до реальних умов енергетичного переходу та внеску в декарбонізацію й енергетичну незалежність України в епоху Industry 5.0.

Ключові слова: професійна компетентність, підготовка майбутніх енергетиків, зелена трансформація, цифрова енергетика, відновлювальні джерела енергії, проєктно-орієнтоване навчання, віртуальні лабораторії, вдосконалення освітнього процесу.

Abstract. The article considers the topical issue of developing key competencies of future power engineers in the context of green energy transition and digital energy. Given the acceleration of decarbonisation, the growth of renewable energy sources, the decentralisation of systems, the introduction of smart grids, artificial intelligence, IoT and digital twins, the development of integrated technical, digital and 'green' competencies is critical for training specialists capable of ensuring energy security and sustainable recovery of the energy sector. The impact of global and national trends on professional skill requirements, as well as the lack of digital literacy and experience with renewable energy sources among graduates, has been analysed. The main directions for improving the educational process are outlined: integration of project-oriented learning, virtual laboratories, smart grid simulations, dual education and partnerships with business. The importance of systematic competence building as a key factor in increasing the competitiveness of graduates, adapting to the real conditions of the energy transition, and contributing to the decarbonisation and energy independence of Ukraine in the Industry 5.0 era is identified.

Keywords: competence, training of future energy specialists, green transformation, digital energy, renewable energy sources, project-based learning, virtual laboratories, improvement of the educational process.

Вступ

Сучасний енергетичний сектор переживає радикальну трансформацію, зумовлену необхідністю декарбонізації, підвищенням енергетичної безпеки та впровадженням цифрових технологій. За даними World Energy Outlook 2025 (IEA), глобальний перехід до низьковуглецевої енергетики вимагає масштабного розгортання відновлювальних джерел (сонце, вітер, накопичувачі), розвитку розумних мереж (Smart Grid), цифрових двійників, ШІ для прогнозування та оптимізації, а також зелених технологій (водень, біоенергетика). До 2035 року встановлена потужність ВДЕ має зрости в 2,8–3 рази порівняно з 2024 роком, а частка низьковуглецевих джерел у виробництві електроенергії – наблизитися до 70–80 % у сценаріях сталого розвитку. В Україні ці процеси набувають особливого значення через війну та руйнування централізованої інфраструктури. За оцінками, відновлення та модернізація енергосектору потребуватиме щонайменше 90,6 млрд дол. США, з фокусом на децентралізацію: у 2025 році встановлено щонайменше 1,5 ГВт нової сонячної генерації, а Національний енергетичний та кліматичний план (НЕСР) на 2025–2030 роки передбачає зростання частки ВДЕ до 27 % до 2030 року.

Результати дослідження

Війна прискорила необхідність зеленого переходу: розподілена генерація (сонячні панелі на дахах, малі вітрові установки, батареї), гібридні системи та цифрова стійкість стали не лише екологічними, а й стратегічними пріоритетами для енергетичної незалежності. У цьому контексті інженери-енергетики майбутнього стикаються з дефіцитом ключових компетентностей: традиційна підготовка фокусується на класичних системах (ТЕС, ГЕС), тоді як ринок вимагає інтеграції цифрових навичок, зелених технологій (розробка та інтеграція ВДЕ, енергоефективність, водневі системи) та адаптивності до VUCA-середовища. Згідно з трендами 2025–2026, найшвидше зростають ролі інженерів з відновлюваної енергетики, фахівців з інтелектуальних мереж, експертів з накопичення енергії, а ключові навички включають цифрову грамотність та міждисциплінарність [1-3].

Традиційна університетська освіта в енергетиці виявляється недостатньою для цих викликів: бракує практичного досвіду з цифровими платформами, симуляціями Smart Grid, проектами децентралізованої генерації та міжнародними стандартами ЄС. Такий підхід дозволить забезпечити підготовку не лише технічних фахівців, а й адаптивних інженерів, здатних забезпечити стале відновлення та модернізацію енергосистеми України в контексті євроінтеграції та глобального енергетичного переходу.

Як свідчить аналіз публікацій [4-14], для підготовки фахівця нового покоління освітня програма має інтегрувати три вектори:

- 1) екологічна відповідальність та ESG-принципи, зокрема розуміння життєвого циклу енергетичних об'єктів, методів декарбонізації та інтеграції ВДЕ в існуючі енергосистеми;
- 2) цифрова грамотність у Smart Grid. Це передбачає опанування технологій Інтернету речей (IoT) для моніторингу мереж, використання цифрових двійників (Digital Twins) енергоблоків та впровадження алгоритмів штучного інтелекту для прогнозування генерації та споживання;
- 3) кібербезпека енергетичних систем, зокрема захист критичної інфраструктури в умовах повної цифровізації управлінських процесів.

Крім того, підготовка має базуватися на стандартах IGIP, що передбачають розвиток інженерної педагогіки через призму етики та соціальної відповідальності. Використання досвіду провідних країн (наприклад, Німеччини чи Данії) дозволяє інтегрувати кращі практики управління попитом та енергоефективності безпосередньо в освітню програму. Формування компетентностей майбутніх інженерів-енергетиків у розрізі «зеленої» трансформації потребує синергії технічних знань, цифрових навичок та екологічної свідомості. Це вимагає від викладачів ЗВО перегляду методології викладання у бік імерсивних та проектних технологій, що відповідає вимогам цифрової епохи.

Висновки

Аналіз зеленої та цифрової трансформації енергетики підтверджує, що майбутні інженери-енергетики повинні володіти інтегрованими компетентностями: технічними знаннями ВДЕ та систем накопичення, цифровими навичками, а також адаптивністю до невизначеності. Глобальні тренди (IEA, WEF) та українські реалії (НЕСР, післявоєнне відновлення, децентралізація) роблять ці компетентності критичними для енергетичної безпеки та сталого розвитку. Традиційна освіта недостатня для нових викликів. Інтеграція проектно-орієнтованого навчання, віртуальних лабораторій, симуляцій, дуальної освіти та партнерств з бізнесом дозволить системно розвивати необхідні навички. В Україні такий підхід посилює конкурентоспроможність випускників, сприяє швидкому відновленню енергосистеми та євроінтеграції в енергетичному секторі. Реалізація цих заходів забезпечить підготовку не лише технічних виконавців, а й інноваційних інженерів, здатних вести Україну до вуглецево-нейтральної та цифровізованої енергетики майбутнього. Це внесе суттєвий вклад у енергетичну незалежність, економічну стійкість та глобальний енергетичний перехід.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Dembitska S, Kobylanska I, Kobylanskyi O., Kuzmenko O. Training of Technical Specialties for Work Protection Professional Activity According to the Requirements of the Transdisciplinary Approach. *Professional Pedagogics*. 2023. № 1(26). Pp. 110–121. <https://doi.org/10.32835/2707-3092.2023.26.110-121>
2. Dembitska S., Kuzmenko O., Savchenko I., Demianenko V., Safronova A. Digitization of the Educational and Scientific Space Based on STEAM Education. In: Auer, M.E., Cukierman, U.R., Vendrell Vidal, E., Tovar Caro, E. (eds) *Towards a Hybrid, Flexible and Socially Engaged Higher Education*. ICL 2023. Lecture Notes in Networks and

Systems, 2024. vol 901. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-53022-7_34

3. Miastkovska M., Dembitska S., Puhach V., Kobylanska I., Kobylanskyi O. Improving the efficiency of students' independent work during blended learning in technical universities. In: Auer, M.E., Cukierman, U.R., Vendrell Vidal, E., Tovar Caro, E. (eds) Towards a Hybrid, Flexible and Socially Engaged Higher Education. ICL 2023. Lecture Notes in Networks and Systems, 2024. vol 899. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-51979-6_21

4. Дембіцька С. В., Кобилянський О. В., Пугач С. С., Шостацька М. О., Кобилянська І. М. Підготовка фахівців із професійної освіти в умовах сучасних трансформацій: теорія та практика: монографія. Вінниця: ВНТУ, 2025. 354 с.

5. Дембіцька С. В., Сіверт І. І. Вплив штучного інтелекту на еволюцію людських компетенцій. Цифрова трансформація освіти: теоретико-методичні засади : збірник мат. Міжнародної науково-практичної конф., присвяч.70-річчю проф. В. П. Сергієнка (28 жовтня). Київ : Вид-во УДУ імені Михайла Драгоманова, 2024. С.101-102

6. Дембіцька С., Кобилянська І., Пугач В. Особливості розвитку soft-skills мабутьніх фахівців в умовах дистанційного навчання. Актуальні аспекти розвитку STEAM-освіти в умовах євроінтеграції: збірник матеріалів ІІ Міжнародної науково- практичної інтернет-конференції (м. Кропивницький, 26 квітня 2024 року). Кропивницький : ДонДУВС, 2024. С.222-224

7. Дембіцька С.В. Особливості освітніх інновацій в контексті розвитку цифрового суспільства. Інноваційні трансформації в сучасній освіті: виклики, реалії, стратегії : зб. матер. V Всеукр. відкр. наук.-практ. онлайн-форуму, Київ, 20 вер. 2023 р. / за заг. ред. І. М. Савченко, В. В. Ємець. — Київ: Національний центр «Мала академія наук України», 2023. С.108-110.

8. Дембіцька С.В., Кобилянська І. М. Розвиток професійної культури майбутніх фахівців технічних спеціальностей: інноваційні підходи та засоби. Актуальні проблеми та перспективи технологічної і професійної освіти. Матеріали VIII всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції – ТНПУ ім. В. Гнатюка, 25-26 квітня 2024 р 59-61

9. Дембіцька, С. В., Кобилянський, О. В. Формування компетенцій з безпеки життєдіяльності у фаховій підготовці енергетиків. Scientific journal Innovative solutions in modern science, Dubaj, 2016, 1(1), 82–87.

10. Kobylanskyi, O. V., Dembitska S. V. Sutnist ta osoblyvosti profesiinoi kultury fakhivtsiv tekhnichnoho profilu. Naukovi zapysky. Serii: Pedagogichni nauky, 2018, 2(173), 120-122.

11. Kobylanskyi, O., Dembitska, S. Formation of work safety culture of the technical specialists. Professional Pedagogics, 2022, 2 (25), 138-146.

12. Dembitska, S., Kobylanskyi, O., Kobylanska, I., Tatarчук, V. Application of a risk-oriented approach in the process of professional training of specialists in energy industry. Przegląd elektrotechniczny, 2024, 6, 248-252.

13. Дембіцька С.В., Кобилянський О.В. Формування компетенцій з безпеки життєдіяльності у фаховій підготовці енергетиків. Scientific Journal Innovative Solutions in Modern Science. 2016. № 1(1).Dubai Silicon Oasis - Center for international cooperation - ТК Meganom, LLC. С.82–87.

14. Дембіцька С.В., Кобилянський О.В. Формування ризик-орієнтованого мислення у майбутніх фахівців енергетичної галузі. Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2017. Вип. 23: Теоретичні і практичні основи управління процесами компетентнісного становлення майбутнього учителя фізико-технологічного профілю. С. 85–87.

Грогуль Андрій Сергійович – аспірант кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: grogulflash@gmail.com.

Кобилянський Олександр Володимирович – д. пед. н., професор, завідувач кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: akobilanskiy@gmail.com.

Andrii Hrohul – Postgraduate Student, Department of Life Safety and Safety Pedagogy, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Email: grogulflash@gmail.com.

Oleksandr V. Kobylansky – Doctor of Pedagogy, Professor, Head of the Department of Life Safety and Safety Pedagogy, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Email: akobilanskiy@gmail.com.