

РОЗВИТОК ПРОФЕСІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ-ЕНЕРГЕТИКІВ В УМОВАХ ПОВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ ТА ПЕРЕХОДУ ДО ВУГЛЕЦЕВО-НЕЙТРАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ

Андрій Грогуль
Олександр Кобилянський

Вінницький національний технічний університет, Вінниця

У статті розглядається розвиток професійної компетентності майбутніх фахівців енергетики як актуальна науково-педагогічна проблема в умовах повоєнного відновлення України та переходу до вуглецево-нейтральної економіки. Проведено аналіз сучасних вимог ринку праці та стратегічних документів, який свідчить про потребу в формуванні інтегративної компетентнісної моделі, що поєднує технічні (hard) та м'які (soft) навички. На основі критичного аналізу наукових досліджень обґрунтовано провідне значення чотирьох кластерів компетентностей: технологічного, інноваційного, екологічного та управлінсько-економічного. Особлива увага приділяється таким ключовим компетентностям, як розрахунок вуглецевого сліду, забезпечення енергетичної стійкості, впровадження принципів справедливого переходу та розвиток soft skills (комунікація, лідерство, командна взаємодія, адаптивність). Виокремлено основні напрями інтеграції цих компетентностей у освітній процес: інтерактивне спільне навчання, проектно-орієнтований підхід, використання цифрових двійників і штучного інтелекту, гібридні формати навчання, міждисциплінарна колаборація та партнерство з бізнесом і галуззю. Розглянуто сучасний стан наукових досліджень з проблеми та обґрунтовано необхідність переходу від фрагментарних заходів до комплексної інтегративної моделі професійної компетентності майбутніх енергетиків.

Ключові слова: професійна компетентність, повоєнне відновлення, вуглецево-нейтральна економіка, soft skills, інтерактивне спільне навчання, інженерна педагогіка, зелений перехід.

Постановка проблеми. Сучасний етап розвитку України характеризується одночасним розв'язанням двох стратегічних завдань: повоєнного відновлення національної економіки та прискореного переходу до вуглецево-нейтральної моделі розвитку. Повномасштабна російська агресія завдала енергетичному сектору України колосальних руйнувань – за різними оцінками, пошкоджено або знищено до 93 % об'єктів генерації, передачі та розподілу електроенергії. Водночас війна стала каталізатором глибокої структурної трансформації, яка вимагає не просто відновлення зруйнованої інфраструктури, а і її радикальної модернізації.

Повоєнне відновлення України відбуватиметься в контексті європейської інтеграції та зобов'язань щодо Європейського зеленого курсу. Національний план з енергетики та клімату на період до 2030 року та Енергетична стратегія до 2050 року передбачають суттєве скорочення викидів парникових газів, поетапну відмову від вугілля, стрімкий розвиток відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), накопичувачів енергії, водневої енергетики та інтеграцію з європейським енергетичним ринком. За оцінками міжнародних організацій, для зеленої трансформації енергетичного сектору необхідні щорічні інвестиції у десятки мільярдів доларів, а також створення нових технологічних ланцюгів і ринків.

У цих умовах ключовим фактором успіху стає людський капітал – висококваліфіковані фахівці, що здатні реалізувати складні технічні, управлінські та інноваційні завдання. Традиційна модель підготовки фахівців інженерних спеціальностей-енергетиків, орієнтована переважно на експлуатацію централізованих вуглеводневих і ядерних потужностей, вже не відповідає викликам часу. Майбутні фахівці-енергетики мають сформувати не лише ґрунтовні технічні знання, а й міждисциплінарні компетентності: уміння проектувати та впроваджувати децентралізовані системи на базі ВДЕ, забезпечувати енергетичну стійкість і кібербезпеку, використовувати цифрові технології, оцінювати життєвий цикл проектів ВДЕ, а також розуміти принципи циркулярної економіки та «зеленого» фінансування. Проте сьогодні спостерігається значний розрив між існуючими освітніми програмами та реальними потребами ринку праці в умовах зеленого переходу. Відсутність системного підходу до

формування професійної компетентності майбутніх фахівців енергетики гальмує темпи відновлення та модернізації галузі, знижує конкурентоспроможність України на європейському енергетичному ринку та ускладнює досягнення цілей кліматичної нейтральності.

Метою статті є теоретичне обґрунтування та розроблення концептуальних засад розвитку професійної компетентності майбутніх фахівців енергетики в умовах повоєнного відновлення України та переходу до вуглецево-нейтральної економіки.

Аналіз наукових досліджень і публікацій. Питання підготовки фахівців для енергетики в умовах зеленого переходу та відновлення енергетичного сектору активно досліджується в українській педагогічній науці. Однак більшість робіт зосереджена на окремих аспектах професійної компетентності, тоді як комплексні моделі, що враховують одночасні виклики повоєнного відновлення, декарбонізації, цифрової трансформації та справедливого переходу, залишаються недостатньо розробленими.

Зокрема, В. Радкевич, О. Радкевич та М. Пригодій (2022) підкреслюють, що підготовка фахівців у сфері енергетики, зокрема в контексті зеленої енергетики, є стратегічно важливим завданням. Автори акцентують увагу на потребі врахування сучасних викликів і можливостей галузі, а також на формуванні практичних навичок і досвіду як ключового компонента підготовки спеціалістів відновлюваної енергетики. А. Кирстя (2025) розглядає компетентність фахівців енергетики як специфічну здатність, отрібну для ефективного виконання професійних завдань. Авторка виокремлює когнітивний, афективний, вольовий і практичний компоненти, наголошуючи на глибоких спеціальних знаннях, особливих навичках, способах мислення та високому рівні відповідальності за прийняті рішення. В. Петрович і Л. Онопрієнко (2021) наголошують на актуальності підготовки кваліфікованих робітників для обслуговування систем відновлюваної енергетики. Дослідники визначили організаційно-педагогічні умови формування професійних компетентностей майстрів із монтажу та обслуговування сонячних і теплових систем.

А. Дяденчук (2022) дослідила особливості формування дослідницької компетентності майбутніх енергетиків під час виконання науково-дослідних проєктів нанотехнологічного спрямування. Запропонований методичний підхід базується на інтеграції змісту фізики, інформаційних технологій і компетентнісного підходу через різнорівневі творчі завдання. М. Анісімов і Г. Багрій (2022) обґрунтували структурно-функціональну модель формування професійної компетентності майбутніх фахівців у сфері енергозбереження та енергозберігаючих технологій. Автори проаналізували поняття «модель» і «моделювання», виділили основні блоки моделі, визначили умови та етапи її реалізації, а також запропонували поетапний аналіз і рекомендації щодо експериментальної перевірки. Ця модель є близькою за методологією до започаткованої роботи, однак, не охоплює специфіки повоєнного відновлення та вимог вуглецево-нейтральної економіки.

Особливе місце в наукових дослідженнях посідає проблема формування soft skills майбутніх фахівців інженерних спеціальностей-енергетиків. О. Федорцова (2016) дослідила формування культурологічної компетентності майбутніх фахівців інженерних спеціальностей-енергетиків у процесі вивчення гуманітарних дисциплін. Авторка зазначає, що глобалізація ринку праці, єдиний інформаційний простір, активна підготовка України до вступу в Європейський Союз та інтеграційні процеси в економіці висувають нові вимоги до спеціалістів енергетичної галузі. Окрім професійних знань, сучасний інженер-енергетик повинен розвивати нестандартне мислення, комунікативні вміння, творчий підхід до розв'язання не лише технологічних, а й соціально-економічних та екологічних проблем. І. Попова (2023) присвятила своє дослідження формуванню soft skills у здобувачів вищої освіти енергетичного напрямку в процесі вивчення теоретичних основ електротехніки. Її робота демонструє можливості інтеграції розвитку міжособистісних компетентностей навіть у рамках технічних дисциплін. Д. Дерев'янка та М. Шовкалюк (2024) проаналізували ефективність впровадження методів активного навчання та навчально-рольових ігор для розвитку професійних компетенцій студентів енергетичних спеціальностей. Автори доводять, що створення професійно-орієнтованих навчальних ситуацій сприяє формуванню комунікативно-особистісних компетентностей майбутніх фахівців у сфері енергоменеджменту та енергоаудиту. І. Попова та В. Попридухін (2020) проаналізували проблеми впровадження інноваційних методів у освітній процес закладів вищої освіти, зокрема кейс-метод як ефективну освітню технологію професійної підготовки студентів-енергетиків. Автори розкрили сутність методу, його основні елементи та педагогічний потенціал, який перевищує можливості традиційних форм навчання. Дослідження підтверджує перспективність інтерактивних методів, що особливо актуально для формування компетентностей у невизначених умовах повоєнного відновлення.

Проблематика дистанційного та гібридного навчання в контексті розвитку soft skills також знайшла відображення в дослідженнях А. Чернявського, О. Бориченко, В. Находова та К. Чернявського (2025). Автори розглянули можливості застосування гібридних форматів навчання для розвитку поведінкових компетентностей енергоменеджерів та енергоаудиторів. Підкреслено зростаюче значення комунікації, лідерства, командної взаємодії та стратегічного мислення в процесі впровадження енергоефективних рішень. Доведено, що поєднання онлайн- і офлайн-компонентів створює ефективну модель, яка забезпечує як засвоєння технічних знань, так і формування міжособистісних навичок.

Аналіз наукових джерел свідчить про значну цікавість дослідників до проблем формування професійної компетентності майбутніх енергетиків. Водночас спостерігається фрагментарність підходів: більшість робіт присвячена або окремим видам компетентностей (дослідницькій, практичній, культурологічній, soft skills), або конкретним технологіям (енергозбереження, ВДЕ), без комплексного врахування вимог справедливого переходу, оцінювання вуглецевого сліду (carbon footprint), цифрової трансформації енергосистем, принципів «Build Back Better» та інтеграції hard і soft skills у єдину модель.

Виклад основного матеріалу. В сучасних умовах трансформації енергетичного сектору особливої актуальності набуває формування нової парадигми підготовки фахівців, здатних ефективно діяти в умовах глобального «зеленого» переходу та національних викликів. На основі аналізу стратегічних документів, зокрема Енергетичної стратегії України до 2050 року, Національного плану з енергетики та клімату на період до 2030 року а також рекомендацій United Nations (2023), IRENA (2023), OECD (2025) тощо було розроблено інтегративну модель компетентностей фахівців енергетичної галузі (рисунок 1). Запропонована модель враховує специфіку сучасного етапу розвитку України, що характеризується потребою в одночасному відновленні зруйнованої інфраструктури та здійсненні радикальної декарбонізації енергосистеми. Це передбачає масштабне впровадження відновлюваних джерел енергії, децентралізацію генерації, інтеграцію до європейської енергомережі ENTSO-E, розвиток водневої економіки та впровадження інтелектуальних енергетичних мереж.

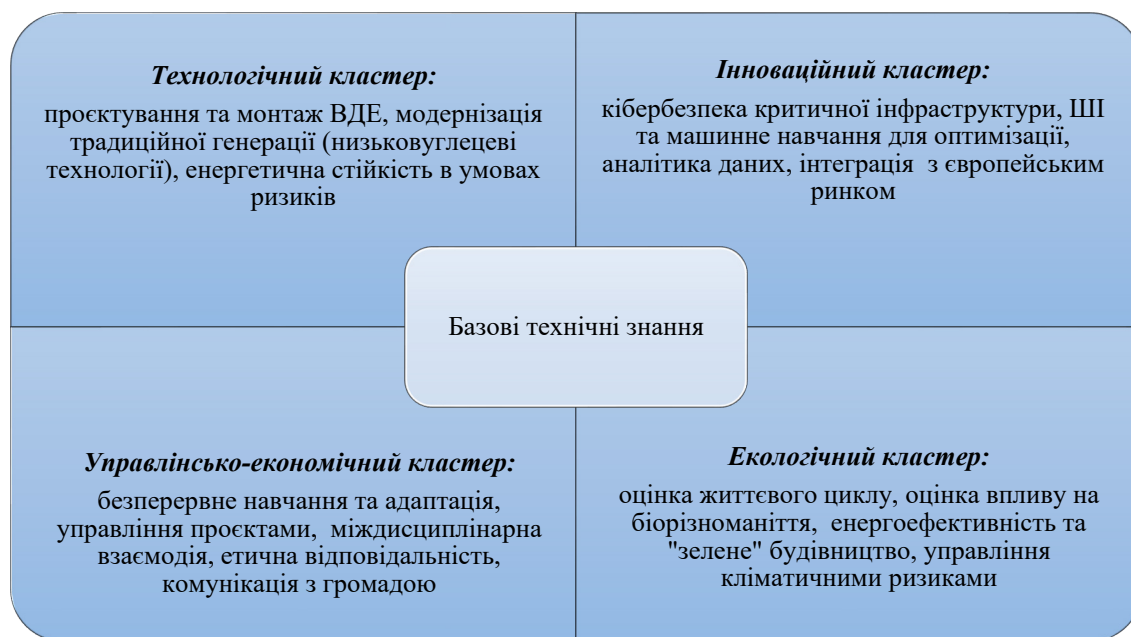


Рисунок 1. Модель компетентності фахівців в галузі енергетики

Структурно модель компетентності фахівців в галузі енергетики подана у вигляді чотирьох взаємопов'язаних кластерів, які формують цілісний профіль сучасного фахівця інженерних спеціальностей-енергетика. Кожен кластер передбачає три рівні сформованості компетентностей: базовий (знання та базові навички), професійний (самостійне застосування у практичній діяльності) та трансформаційний (здатність до інноваційного лідерства та вирішення комплексних міждисциплінарних завдань). Важливою особливістю моделі є її інтеграція через принципи інтерактивного спільного навчання, використання цифрових інструментів та проектно-орієнтованих підходів, що відповідає сучасним тенденціям інженерної педагогіки.

Перший, технологічний кластер охоплює фундаментальні інженерні компетентності, потрібні для проектування, будівництва та експлуатації сучасних енергетичних систем. Він включає знання та навички в сфері відновлюваної енергетики (сонячної, вітрової, біоенергетики, геотермальної), інтеграції систем накопичення енергії та мікромереж, модернізації традиційної генерації з переходом на низьковуглецеві технології, а також розвитку водневої енергетики. Особливу увагу приділено здатності оцінювати та забезпечувати стійкість енергосистем в умовах підвищених ризиків, зокрема військових загроз і кліматичних змін.

Другий, інноваційний кластер відображає ключову роль цифровізації як драйвера розвитку сучасної енергетики. До його змісту належать компетентності в сфері застосування цифрових двійників, технологій Інтернету речей і сучасних SCADA-систем, використання штучного інтелекту та машинного навчання для прогнозування й оптимізації енергетичних процесів, забезпечення кібербезпеки критичної інфраструктури, а також аналітики великих даних і побудови інтелектуальних мереж. Значну увагу приділено інтеграції енергосистем до європейського ринку, зокрема через механізми балансування та розвиток віртуальних електростанцій.

Третій, екологічний кластер орієнтований на забезпечення відповідності енергетичних проєктів принципам сталого розвитку та кліматичної нейтральності, закладеним у European Green Deal. Він охоплює компетентності з оцінки життєвого циклу та вуглецевого сліду, впровадження принципів циркулярної економіки, управління кліматичними ризиками та адаптації енергосистем, підвищення енергоефективності та реалізації концепцій «зеленого» будівництва, а також оцінювання впливу на біорізноманіття та екосистеми.

Четвертий, управлінсько-економічний кластер формує здатність фахівця до ефективного управління процесами відновлення та трансформації енергетичного сектору. До нього належать компетентності у сфері управління проєктами реконструкції, залучення «зеленого» фінансування та використання ESG-критеріїв, гармонізації діяльності з європейським регуляторним середовищем, міждисциплінарної взаємодії та командної роботи. Важливими є також навички лідерства, етичної відповідальності, комунікації з громадами в контексті справедливого переходу, а також здатність до безперервного навчання. Поелементний аналіз запропонованої моделі наведено в таблиці 1.

Впровадження моделі в процес професійної підготовки передбачає оновлення освітніх програм відповідно до національних і європейських кваліфікаційних рамок, інтеграцію інноваційних педагогічних підходів, розвиток партнерства з галузевими стейкхолдерами та впровадження сучасних методів оцінювання результатів навчання.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Проведене дослідження підтверджує, що успішне повоєнне відновлення енергетичного сектору України та її перехід до вуглецево-нейтральної економіки значною мірою залежать від якості підготовки людського капіталу. Традиційна модель інженерної освіти вже не відповідає сучасним викликам, оскільки майбутні фахівці енергетики повинні одночасно володіти глибокими технічними знаннями, цифровими компетентностями, екологічною свідомістю та управлінськими навичками, орієнтованими на принципи справедливого переходу.

У роботі розроблено й обґрунтовано інтегративну модель професійної компетентності майбутніх фахівців енергетики, яка складається з чотирьох взаємопов'язаних кластерів: технологічного, інноваційного, екологічного та управлінсько-економічного. Кожен кластер подано через поєднання знань, умінь і особистісних характеристик майбутніх фахівців. Запропонована модель дозволяє розробити механізми оновлення освітніх програм в галузі енергетики, інтегруючи інтерактивні методи спільного навчання, проєктно-орієнтований підхід, інструменти штучного інтелекту та міждисциплінарну колаборацію. Її впровадження сприятиме формуванню фахівців, здатних відбудувати енергетичну інфраструктуру України, робити її сучасною, децентралізованою, кіберстійкою та низьковуглецевою. Таким чином, переосмислення підготовки фахівців інженерних спеціальностей-енергетиків у контексті цифрової епохи, повоєнного відновлення та європейського зеленого курсу є не лише освітнім, а й стратегічним завданням національного масштабу, яке безпосередньо впливає на енергетичну безпеку, економічну конкурентоспроможність і досягнення кліматичної нейтральності.

Перспективи подальших досліджень полягають у розробленні та експериментальній перевірці навчальних модулів і програм, спрямованих на формування професійної компетентності майбутніх фахівців-енергетиків із використанням сучасних цифрових платформ і штучного інтелекту. Перспективним вбачаємо також проведення порівняльного аналізу ефективності різних моделей підготовки кадрів для зеленої енергетики в країнах ЄС та Україні з урахуванням специфіки повоєнного періоду. Результати таких досліджень дозволять не лише вдосконалити вітчизняну систему професійної підготовки фахівців в галузі енергетики, а й внести практичний внесок у реалізацію

Національного плану з енергетики та клімату на період до 2030 року, Стратегії низьковуглецевого розвитку України до 2050 року та європейських зобов'язань у сфері кліматичної політики.

Таблиця 1 – Компоненти професійної компетентності майбутніх фахівців енергетики за кластерами

Компетентність	Знання	Уміння	Особистісні якості
Технологічний кластер			
Проектування та інтеграція систем ВДЕ	Типи ВДЕ, принципи роботи, технічні характеристики обладнання	Проектувати гібридні системи ВДЕ з урахуванням місцевих умов; проводити розрахунки потужності та ефективності	Відповідальність за вибір технологій з мінімальним впливом на довкілля; орієнтація на стійкість
Відновлення та модернізація енергетичної інфраструктури	Технології «Build Back Better», принципи стійкості енергосистем	Розробляти проекти відновлення зруйнованих об'єктів з переходом на низьковуглецеві рішення	Готовність до роботи в умовах невизначеності та ризиків (війна, клімат)
Воднева енергетика та зелений водень	Технології виробництва, зберігання та використання зеленого водню, Power-to-X	Здійснювати техніко-економічний аналіз проектів водневої енергетики	Підтримка інновацій для декарбонізації важкої промисловості
Інноваційний кластер			
Цифровізація енергосистем (Smart Grids, Digital Twins)	Принципи IoT, SCADA, цифрові двійники, big data в енергетиці	Створювати та використовувати цифрові моделі енергетичних об'єктів; оптимізувати режими роботи за допомогою ШІ	Відкритість до впровадження цифрових технологій; критичне мислення щодо кіберризиків
Кібербезпека критичної інфраструктури	Загрози кібератак на енергосистеми, стандарти захисту	Розробляти заходи захисту, проводити аудит кібербезпеки	Відповідальність за захист національної енергетичної безпеки
Застосування ШІ та прогнозування аналітики	Алгоритми машинного навчання для прогнозування генерації ВДЕ та навантаження	Використовувати інструменти ШІ для балансування енергосистеми	Готовність до постійного навчання та адаптації до нових технологій
Екологічний кластер			
Оцінка життєвого циклу та вуглецевого сліду	Методи LCA, розрахунок вуглецевого сліду	Проводити LCA проектів енергетичних об'єктів; оцінювати вплив на клімат	Екологічна відповідальність; пріоритет вуглецево-нейтральних рішень
Принципи циркулярної економіки в енергетиці	Циркулярні моделі, повторне використання матеріалів, принцип нульових відходів	Застосовувати циркулярні підходи при проектуванні та утилізації обладнання	Орієнтація на довгострокову стійкість, а не короткостроковий прибуток
Адаптація до кліматичних змін та енергетична стійкість	Кліматичні ризики для енергосистем, стратегії забезпечення стійкості	Розробляти плани адаптації енергетичної інфраструктури	Готовність до міждисциплінарної співпраці з екологами та кліматологами
Управлінсько-економічний кластер			
Управління проектами відновлення та зеленого переходу	Методології проектного управління «зелене» фінансування	Керувати міждисциплінарними проектами відновлення енергетики	Лідерство, етична відповідальність, фокус на справедливий перехід
ESG-критерії та зелене фінансування	Стандарти ESG, інструменти зеленого фінансування	Підготовлювати проекти під критерії «зеленого» фінансування	Відданість принципам сталого розвитку та соціальної справедливості
Міждисциплінарна співпраця та комунікація	Основи командної роботи, комунікація з громадою	Працювати в крос-функціональних командах (інженери, економісти, екологи)	Відкритість до діалогу, толерантність, готовність до компромісів
Безперервне навчання та адаптивність	Тренди енергетичного переходу, навчання впродовж життя	Самостійно опановувати нові технології та стандарти	Активна позиція щодо професійного зростання протягом усього життя

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Анісімов, М. В., & Багрій, Г. В. (2022). Структурно-функціональна модель формування професійної компетентності майбутніх фахівців у сфері енергозбереження та енергозберігаючих технологій. *Сучасні інженерні та інноваційні технології*, 23(2), 65–70. <https://doi.org/10.30890/2567-5273.2022-23-02-002>.
- Дерев'янку, Д., & Шовкалюк, М. (2024). Формування soft skills у студентів енергетичних спеціальностей шляхом впровадження у навчальний процес активних методів навчання. *Технології та інжиніринг*, 6(17), 9-20. <https://doi.org/10.30857/2786-5371.2023.6.1>.

- Дяденчук, А. Ф. (2022). Формування дослідницької компетентності майбутніх фахівців у галузі електроенергетики. *Наукові записки молодих учених*, (9). URL: <https://phm.cuspu.edu.ua/ojs/index.php/SNYS/article/view/1917>.
- Кирстя, А. В. (2025). Формування дослідницької компетентності майбутніх фахівців з енергетики. *Педагогічна Академія: наукові записки*, (15). <https://doi.org/10.5281/zenodo.14965187>.
- Національний план з енергетики та клімату на період до 2030 року. Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 25.06. 2024 р. № 587-р. URL: <https://me.gov.ua/view/bb0b9ef5-ea96-4b8a-8f2f-471faf32c9df>.
- Петрович, В., & Онопрієнко, Л. (2021). Організаційно-педагогічні умови формування професійних компетентностей кваліфікованих робітників сфери обслуговування відновлюваних енергетичних систем. *Нові технології навчання*, (95), 175–183. <https://doi.org/10.52256/2710-3560.95.2021.20>.
- Попова, І. О. (2023). Формування soft skills у здобувачів вищої освіти енергетичного напрямку в процесі вивчення теоретичних основ електротехніки. Удосконалення освітньо-виховного процесу в закладі вищої освіти: збірник науково-методичних праць ТДАТУ, 26, 206-215.
- Попова, І. О., & Попрядухін, В. С. (2021). Формування професійної компетентності майбутніх енергетиків за допомогою кейс-методу. У *Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції «Modern directions of scientific research development»* (28–30 вересня 2021 р., м. Чикаго, США) (с. 230).
- Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2050 року. Розпорядження КМ України від 21.04.2023 р. № 373-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/373-2023-%D1%80#Text>.
- Радкевич, В. О., Радкевич О. П., & Пригодій, М. А. (2022). Практико-орієнтована підготовка педагогів професійної освіти з відновлювальної енергетики для повоєнної відбудови України. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*, 76, 29-40. <https://doi.org/10.32820/2074-8922-2022-76-29-40>.
- Федорцова, О. Г. (2016). Формування культурологічної компетентності майбутніх фахівців інженерних спеціальностей енергетиків у процесі вивчення гуманітарних дисциплін. (Автореф. канд. пед. наук). Житомир: Житомирський державний університет імені Івана Франка. URL: https://eprints.zu.edu.ua/20458/1/avt_Fedorcova.pdf.
- Чернявський, А. В., Бориченко, О. В., Находов, В., & Чернявський, К. (2025). Застосування гібридних форматів навчання для розвитку soft skills енергоменеджерів та енергоаудиторів. *Енергетика: економіка, технології, екологія*, (3), 81–92. <https://doi.org/10.20535/1813-5420.3.2025.342447>.
- Employment and Skills Policies for the Green Transition (OECD, 2025). URL: https://www.oecd.org/en/publications/employment-and-skills-policies-for-the-green-transition_f0c558fa-en.html.
- Finding common ground for a just energy transition: Labour and employer perspectives (IRENA, 2023). URL: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2023/Aug/IRENA_Coalition_Just_transition_2023.pdf.
- International Renewable Energy Agency. (2025). Renewable energy and jobs: Annual review 2025. URL: <https://www.irena.org/Publications/2026/Jan/Renewable-energy-and-jobs-Annual-review-2025>.
- United Nations. (2023). Five ways to jump-start the renewable energy transition now. URL: www.un.org/en/climatechange/raising-ambition/renewable-energy-transition.

REFERENCES

- Anisimov, M. V., & Bahrii, H. V. (2022). Strukturno-funktsionalna model formuvannia profesiinoi kompetentnosti maibutnikh fakhivtsiv u sferi enerhozberezhennia ta enerhozberihaiuchykh tekhnolohii [Structural and functional model of the formation of professional competence of future specialists in the field of energy saving and energy-saving technologies]. *Suchasni inzhenerni ta innovatsiini tekhnolohii*, 23(2), 65–70. <https://doi.org/10.30890/2567-5273.2022-23-02-002>. [in Ukrainian].
- Cherniavskiyi, A. V., Borychenko, O. V., Nakhodov, V., & Cherniavskiyi, K. (2025). Zastosuvannia hibrydnykh formativ navchannia dlia rozvytku soft skills enerhomenedzheriv ta enerhoaudytoriv [Application of hybrid training formats to develop soft skills of energy managers and energy auditors]. *Enerhetyka: ekonomika, tekhnolohii, ekolohiia*, (3), 81–92. <https://doi.org/10.20535/1813-5420.3.2025.342447>. [in Ukrainian].
- Derevianko, D & Shovkaliuk, M. (2024). Formuvannia soft skills u studentiv enerhetychnykh spetsialnostei shliakhom vprovadzhennia u navchalnyi protses aktyvnykh metodiv navchannia [Formation of soft

- skills in students of energy specialties by introducing active learning methods into the educational process]. *Tekhnologii ta inzhynirynh*, 6(17), 9-20. <https://doi.org/10.30857/2786-5371.2023.6.1>. [in Ukrainian].
- Diadenchuk, A. F. (2022). Formuvannia doslidnytskoi kompetentnosti maibutnikh fakhivtsiv u haluzi elektroenerhetyky [Formation of research competence of future specialists in the field of electric power engineering]. *Naukovi zapysky molodykh uchenykh*, (9). URL: <https://phm.cuspu.edu.ua/ojs/index.php/SNYS/article/view/1917>. [in Ukrainian].
- Employment and Skills Policies for the Green Transition (OECD, 2025). URL: https://www.oecd.org/en/publications/employment-and-skills-policies-for-the-green-transition_f0c558fa-en.html.
- Fedortsova, O. H. (2016). Formuvannia kulturolohichnoi kompetentnosti maibutnikh inzheneriv enerhetykiv u protsesi vyvchennia humanitarnykh dystsyplin [Formation of cultural competence of future energy engineers in the process of studying humanitarian disciplines]. (Avtoref. kand. ped. nauk). Zhytomyr: Zhytomyrskiy derzhavnyi universytet imeni Ivana Franka. URL: https://eprints.zu.edu.ua/20458/1/avt_Fedorcova.pdf [in Ukrainian].
- Finding common ground for a just energy transition: Labour and employer perspectives (IRENA, 2023). URL: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2023/Aug/IRENA_Coalition_Just_transition_2023.pdf.
- International Renewable Energy Agency. (2025). Renewable energy and jobs: Annual review 2025. URL: <https://www.irena.org/Publications/2026/Jan/Renewable-energy-and-jobs-Annual-review-2025>
- Kyrstia, A. V. (2025). Formuvannia doslidnytskoi kompetentnosti maibutnikh fakhivtsiv z enerhetyky [Formation of research competence of future energy specialists]. *Pedahohichna Akademiia: naukovi zapysky*, (15). <https://doi.org/10.5281/zenodo.14965187>. [in Ukrainian].
- Natsionalnyi plan z enerhetyky ta klimatu na period do 2030 roku [National Energy and Climate Plan for the period up to 2030]. Skhvaleno rozporiadzhenniam Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 25.06. 2024 r. № 587-r. URL: <https://me.gov.ua/view/bb0b9ef5-ea96-4b8a-8f2f-471faf32c9df>.
- Petrovych, V., & Onoprienko, L. (2021). Orhanizatsiino-pedahohichni umovy formuvannia profesiinykh kompetentnosti kvalifikovanykh robitnykiv sfery obsluhovuvannia vidnovliuvanykh enerhetychnykh system [Organizational and pedagogical conditions for the formation of professional competencies of qualified workers in the field of renewable energy systems maintenance]. *Novi tekhnologii navchannia*, (95), 175–183. <https://doi.org/10.52256/2710-3560.95.2021.20>. [in Ukrainian].
- Popova, I. O. (2023). Formuvannia soft skills u zdobuvachiv vyshchoi osvity enerhetychnoho napriamku v protsesi vyvchennia teoretychnykh osnov elektrotekhniki [Formation of soft skills among higher education students in the energy field in the process of studying the theoretical foundations of electrical engineering]. *Udoskonalennia osvitno-vykhovnoho protsesu v zakladi vyshchoi osvity: zbirnyk naukovometodychnykh prats TDATU*, 26, 206-215. [in Ukrainian].
- Popova, I. O., & Popriadukhin, V. S. (2021). Formuvannia profesiinoi kompetentnosti maibutnikh enerhetykiv za dopomohoiu keis-metodu [Formation of professional competence of future energy professionals using the case method]. *U Materialy IV Mizhnarodnoi naukovopraktychnoi konferentsii «Modern directions of scientific research development»* (28–30 veresnia 2021 r., m. Chykhah, SShA) (s. 230). [in Ukrainian].
- Pro skhvalennia Enerhetychnoi stratehii Ukrainy na period do 2050 roku [On the approval of the Energy Strategy of Ukraine for the period until 2050]. Rozporiadzhennia KM Ukrainy vid 21.04.2023 r. № 373-r. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/373-2023-%D1%80#Text>. [in Ukrainian].
- Radkevych, V. O., Radkevych O. P., & Pryhodii, M. A. (2022). Praktyko-oriietovana pidhotovka pedahohiv profesiinoi osvity z vidnovliuvanoi enerhetyky dlia povoiennoi vidbudovy Ukrainy [Practice-oriented training of vocational education teachers in renewable energy for the post-war reconstruction of Ukraine]. *Problemy inzhenerno-pedahohichnoi osvity*, 76, 29-40. <https://doi.org/10.32820/2074-8922-2022-76-29-40>. [in Ukrainian].
- United Nations. (2023). Five ways to jump-start the renewable energy transition now. URL: www.un.org/en/climatechange/raising-ambition/renewable-energy-transition.

Дата надходження: 06.02.2026

Дата прийняття до друку після рецензування: 10.03.2026

Дата публікації: 24.04.2026

Андрій Грогуль – аспірант кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: grogulflash@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0008-7104-7216>.

Олександр Кобилянський – д. пед. н., професор, завідувач кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: akobilanskiy@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-9724-1470>.

DEVELOPMENT OF PROFESSIONAL COMPETENCE OF FUTURE ENERGY SPECIALISTS IN THE CONDITIONS OF POST-WAR RECONSTRUCTION AND TRANSITION TO A CARBON-NEUTRAL ECONOMY

Andrii Hrohul – Postgraduate Student, Department of Life Safety and Safety Pedagogy, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Email: grogulflash@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0008-7104-7216>.

Oleksandr Kobylanskiy – Doctor of Sciences (Pedagogical), Professor, Head of the Department of Life Safety and Safety Pedagogy, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Email: akobilanskiy@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-9724-1470>.

The article considers the development of professional competence of future energy specialists as an urgent scientific and pedagogical problem in the conditions of post-war reconstruction of Ukraine and the transition to a carbon-neutral economy. An analysis of modern labor market requirements and strategic documents is conducted, which indicates the need to form an integrative competency model that combines technical (hard) and soft (soft) skills. Based on a critical analysis of scientific research, the leading importance of four clusters of competencies is substantiated: technological, innovative, environmental and managerial-economic. Special attention is paid to such key competencies as calculating the carbon footprint, ensuring energy sustainability, implementing the principles of just transition and developing soft skills (communication, leadership, team interaction, adaptability). The main directions of integration of these competencies into the educational process are identified: interactive collaborative learning, project-oriented approach, use of digital twins and artificial intelligence, hybrid learning formats, interdisciplinary collaboration and partnership with business and industry. The current state of scientific research on the problem is considered and the need for a transition from fragmented measures to a comprehensive integrative model of professional competence of future energy professionals is substantiated.

Keywords: professional competence, post-war recovery, carbon-neutral economy, soft skills, interactive collaborative learning, engineering pedagogy, green transition.