

**В.А. Попов**, докт.техн.наук, ORCID 0000-0003-3484-4597  
**О.В. Коцар**, канд.техн.наук, ORCID 0000-0002-7958-2335  
**В.В. Ткаченко**, канд.техн.наук, ORCID 0000-0002-4528-7661  
**Д.Г. Дерев'янюк**, канд.техн.наук, ORCID 0000-0002-4877-5601  
**О.В. Бориченко**, канд.техн.наук, ORCID 0000-0002-6127-2945

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»

## КОМПЛЕКСНА ПІДГОТОВКА ФАХІВЦІВ У ГАЛУЗІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ НА КАФЕДРІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ КПІ ім. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО

*Концепція «зеленого» енергетичного переходу передбачає передусім трансформацію поглядів на розвиток енергетики, зокрема, електроенергетики у контексті її екологізації та декарбонізації з особливою увагою до проблем боротьби зі змінами клімату в рамках парадигми сталого розвитку. Така трансформація потребує виховання високоякісних фахівців – енергетиків, зокрема, електроенергетиків, які усвідомлюють нову роль і місце споживача в лібералізованих ринках електричної енергії в рамках концепції Smart Grid. Наскрізна дворівнева підготовка на кафедрі електропостачання КПІ ім. Ігоря Сікорського бакалаврів та магістрів професійних за освітньо-професійними програмами «Системи забезпечення споживачів електричною енергією» і «Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» в галузі знань 14 «Електрична інженерія» дозволило забезпечити промислові, енергетичні, комунальні, комерційні та інші компанії і організації, а також органи влади і місцевого самоврядування України кваліфікованими фахівцями з електропостачання міст промислових підприємств і об'єктів сільського господарства та енергетичного менеджменту, здатними спільно розв'язувати комплексні завдання з надійного електропостачання споживачів якісною електричною енергією з впровадженням енергоефективних технологій, скорочення використання викопного палива і зменшення шкідливих викидів на засадах сталого розвитку.*

**Ключові слова:** аспірант, бакалавр, електроенергетика, електрична енергія, електрична інженерія, енергетичний менеджмент, енергоефективні технології, магістр, освіта, системи електропостачання.

**Вступ.** Трансформація підходів до розвитку енергетики, зокрема, електроенергетики в світі у контексті її екологізації та декарбонізації з особливою увагою до проблем боротьби зі змінами клімату вимагає, зокрема, якісної освітньої і професійної підготовки фахівців з електроенергетики, електротехніки та електромеханіки на новій освітній платформі в рамках парадигми сталого розвитку. Актуальність цього завдання неухильно зростає в умовах лібералізації ринку електричної енергії України та інтегрування Об'єднаної електроенергетичної системи (ОЕС) України до об'єднаних енергозон Європи ENTSO-E. Усі ці зміни відбуваються на тлі усвідомлення нової ролі і місця споживача в лібералізованих ринках електричної енергії в рамках концепції Smart Grid. Вихід на ринок активних споживачів – просюмерів – принципово змінює погляд на споживача, виключно як на користувача – клієнта електроенергетичної системи (ЕЕС). Маючи у своєму розпорядженні не лише струмоприймачі, а й генерувальні установки на базі альтернативних та відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), системи накопичення енергії (СНЕ), широкий спектр засобів силової електроніки та інші технічні засоби управління енерговикористанням, просюмери здатні не лише споживати електричну енергію, а й активно постачати до ЕЕС електроенергетичні ресурси та допоміжні послуги, впливаючи при цьому на режими електричної мережі та змінюючи принципи управління ними. Така енергетична активність з боку споживачів формує потребу у висококваліфікованих фахівцях, вихованих на принципах децентралізації та лібералізації електроенергетики і здатних розв'язувати принципово нові завдання з децентралізованого управління електричними комплексами і системами та електроенергетичними процесами.

**Мета і завдання досліджень.** Метою досліджень є аналіз умов, визначення напрямів і формування принципів комплексної наскрізної підготовки фахівців у галузі електричної інженерії на кафедрі електропостачання КПІ ім. Ігоря Сікорського.

Для досягнення поставленої мети в статті:

– проаналізовано освітньо-професійні програми (ОПП) першого (бакалаврського) та другого (магістерського) рівнів підготовки на кафедрі електропостачання КПІ ім. Ігоря Сікорського фахівців за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» у галузі 14 «Електрична інженерія»;

- виконано порівняльний аналіз результатів фахових компетенцій за ОПП «Системи забезпечення споживачів електричною енергією» та «Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології»;
- виконано аналіз результатів комплексного розв'язання випускниками кафедри електропостачання КПІ ім. Ігоря Сікорського завдань надійного енергозабезпечення споживачів якісною електричною енергією на засадах ефективного і продуктивного енерговикористання;
- за результатами виконаного аналізу обґрунтовано і доведено необхідність продовження комплексної наскрізної дворівневої підготовки фахівців за ОПП «Системи забезпечення споживачів електричною енергією» і «Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» у галузі 14 «Електрична інженерія» на кафедрі електропостачання КПІ ім. Ігоря Сікорського.

**Матеріал досліджень.** Кафедру електропостачання було засновано в Київському політехнічному інституті (КПІ), по суті, ще у 1949 році як «Кафедру гірничої електромеханіки» задля задоволення потреб держави у фахівцях-енергетиках з метою забезпечення надійного електропостачання та ефективного управління процесами розподілу і використання електричної енергії відповідної галузі промисловості (див рис. 1) [1]. У 1959 році кафедра отримала назву «Кафедра електрифікації та автоматизації гірничих робіт», а з 1967 року – «Кафедра електрифікації гірничих робіт». Після приєднання до неї в 1972 році спеціальності «Електропостачання промислових підприємств, міст та сільського господарства», яка була переведена з електроенергетичного факультету КПІ, кафедра отримала свою сучасну назву [2]. З метою поглиблення спеціалізації і розвитку фахових компетенцій, підготовку двох груп студентів було диференційовано за напрямками «Електропостачання промислових підприємств» та «Електропостачання міст». Здебільше ця спеціалізація полягала у викладанні декількох додаткових дисциплін, напрямку курсового проєкту з дисципліни «Системи електропостачання», та дипломного проєкту. На виконання державного замовлення щодо підготовки фахівців для служб енергонагляду з 1990 року на кафедрі електропостачання було впроваджено підготовку інженерів за напрямом «Енергетичний контроль і маркетинг в електроенергетиці» [2]. Кожного року кафедра випускала по одній групі інженерів-електриків за зазначеними напрямками.

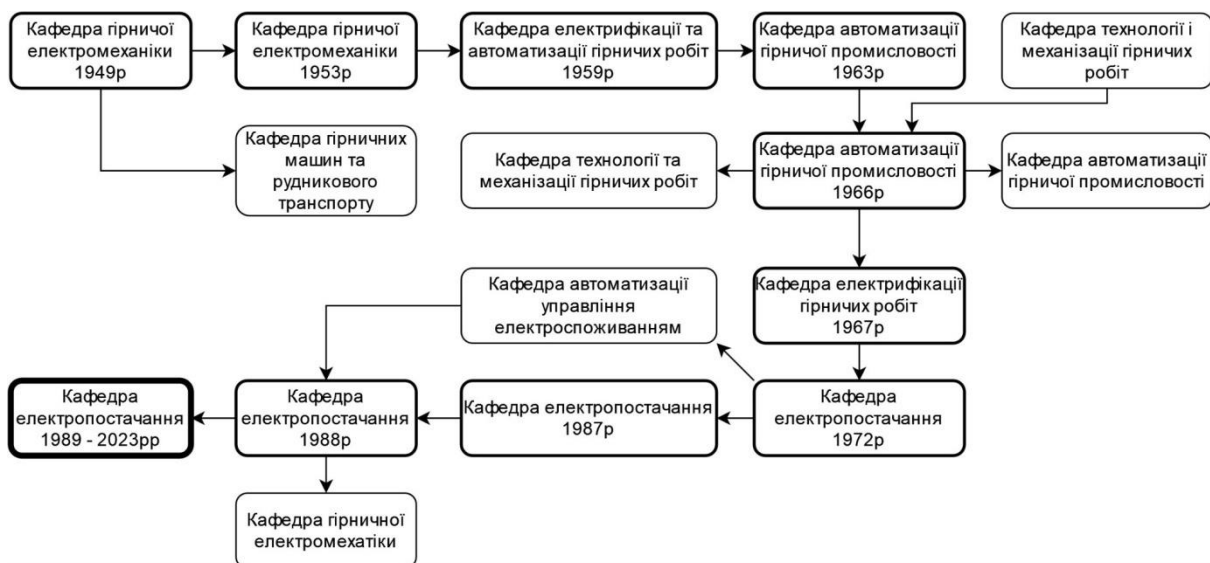


Рисунок 1 – Історичний розвиток кафедри електропостачання

З набуттям незалежності України кафедра електропостачання взяла активну участь у розбудові електроенергетичної галузі України. Зокрема, у 1997 році на кафедрі електропостачання вперше на пострадянському просторі розпочато формування системи навчання та підготовки кадрів у сфері енергозбереження. Засновано Інститут енергозбереження та енергоменеджменту НТУУ «КПІ», який згідно Постанов Кабінету міністрів України та наказів відповідних Міністерств став базовою установою в Україні в сфері підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації кадрів і популяризації знань у сфері раціонального використання енергетичних ресурсів, енергозбереження, енергетичної ефективності та енергоменеджменту [2]. У цьому ж році на кафедрі ЕП вперше в Україні було відкрито нову спеціальність «Енергетичний менеджмент», за якою вже з 2003 року розпочався випуск бакалаврів, фахівців та магістрів у 12 інших технічних університетах України.

Сьогодні кафедра електропостачання КПІ ім. Ігоря Сікорського є провідною освітньою установою в Україні з комплексної наскрізної дворівневої підготовки фахівців (бакалавр, магістр) за двома освітніми

програмами: «Системи забезпечення споживачів електричною енергією» і «Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» галузі знань 14 Електрична інженерія. Випускники кафедри здатні розробляти, проектувати й експлуатувати сучасні енергетичні комплекси та системи, інтегровані системи електропостачання, як централізовані, так і автономні, створювати системи енергетичного менеджменту для промислових і муніципальних об'єктів на основі концепції Smart Grid, впроваджувати мікросистеми та віртуальні енергетичні станції з широким залученням ВДЕ, створювати сучасні системи енергетичного менеджменту, працювати з енергозберігаючими та енергоефективними технологіями, здійснювати моніторинг енергоспоживання на основі застосування інформаційних і комп'ютерних технологій. Але цьому досвіду передував тривалий шлях.

Молодий науковець Артур Веніамінович Праховник наприкінці 60-х років минулого століття під керівництвом тодішнього завідувача кафедрою електропостачання професора Василя Миколайовича Винославського почав досліджувати питання енергозбереження. Радянський Союз, володіючи значною частиною природних багатств Землі, ніколи не відчував нестатку, зокрема, енергоресурсів. Проте, наприкінці минулого століття суспільство замислилось з одного боку – над вичерпністю корисних копалин, зокрема, викопного палива, а з іншого боку – над незворотними змінами клімату, зокрема, через неконтрольовані викиди парникових газів. І відтоді провідним трендом стала парадигма сталого розвитку, що безумовно знайшло своє відбиття і в енергетиці, зокрема, в електроенергетиці. Формування концепції Smart Grid, децентралізація електроенергетики, лібералізація ринку електричної енергії – все це результати незворотних змін у концепції енергозабезпечення. На перше місце серед суб'єктів електроенергетики виходить споживач з його власною персоналізованою концепцією самозабезпечення. І це є абсолютно природним, адже без споживача електроенергетична система нікому не потрібна. Єдине призначення електроенергетичної системи – задоволення потреб споживача в електричній енергії. Іншого призначення у ЕЕС просто немає і бути не може.

Коли суспільство почало замислюватися над ощадним використанням паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР), передусім на енергоємних промислових підприємствах, а потім й в інших компаніях, організаціях та установах, почали спочатку призначати фахівців, а потім створювати підрозділи, які опікувалися питаннями енергозбереження та раціонального використання ПЕР. Спершу на роботу до таких підрозділів наймали фахівців-енергетиків. Але швидко стало зрозуміло, що такий підхід не є ефективним, оскільки енергетики розв'язують хоча й суміжні, але принципово інші завдання. Тоді ж постало питання щодо необхідності освітньої підготовки фахівців з управління енергією – енергоменеджерів.

Енергетик та енергоменеджер, звісно, не є опонентами і спільно розв'язують комплексне завдання найбільш ефективного енергозабезпечення об'єкта, де використовується енергія. Разом з тим, на певних етапах розв'язання такого комплексного завдання вони можуть конкурувати між собою, оскільки головною метою енергетика є надійне енергозабезпечення об'єкта, а головною метою енергоменеджера є ефективне використання енергетичних ресурсів на об'єкті. І хоча обидва завдання не протирічать одне одному, на певних етапах їхнє спільне розв'язання може вступати в конфлікт. Наприклад, об'єкт електропостачання I-ї категорії за надійністю живиться від двотрансформаторної підстанції (ТП). Обидва трансформатори знаходяться в роботі за умовами забезпечення відповідного рівня надійності електропостачання, при цьому кожний трансформатор завантажений не більше ніж на 50%. Рішенням енергоменеджера стане перемикання усього наявного навантаження на живлення від одного трансформатора і виведення з роботи другого трансформатора з метою скорочення технологічних витрат електроенергії (ТВЕ). З точки зору електроенергетика вимкнення другого трансформатора є неприйнятним за умовами забезпечення відповідного рівня надійності електропостачання об'єкта. Раціональне розв'язання цієї проблеми вимагає компромісу, а компроміс потребує передусім взаєморозуміння між енергетиками та енергоменеджерами.

Сьогодні майже на всіх промислових підприємствах функціонують відділи/департаменти/управління головного енергетика і головного енергоменеджера, кожний з яких розв'язує відповідні проблеми комплексного завдання енергозабезпечення. Втім, результати розв'язання комплексного завдання на стільки позитивні, на скільки такі фахівці спроможні взаємодіяти, розуміючи завдання партнерів, узгоджуючи власні цілі із цілями партнерів і сприяючи в такий спосіб досягненню спільного результату. А це вимагає відповідної підготовки таких фахівців.

Кафедра електропостачання КПІ ім. Ігоря Сікорського є чи не єдиною кафедрою серед вищих навчальних закладів (ВНЗ) України, яка здійснює наскрізну дворівневу підготовку бакалаврів та магістрів професійних одночасно за освітньо-професійними програмами «Системи забезпечення споживачів електричною енергією» і «Енергетичний менеджмент та енергоефективність» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» галузі знань 14 «Електрична інженерія». Результатом такого підходу є виховання кваліфікованих фахівців-енергетиків, які здатні не лише успішно розв'язувати завдання власної спеціальності, а й ефективно співпрацювати із фахівцями суміжних

сфер діяльності, розуміючи їхні потреби та їхні завдання і вміючи знаходити компроміс під час спільного розв'язання комплексних завдань.

Об'єктами діяльності фахівців із забезпечення споживачів електричною енергією є [3]:

– житловий сектор, будинки цивільного й комунально-побутового призначення та інші інфраструктурні об'єкти міст;

– промислові підприємства;

– об'єкти сільського господарства й агропромислові комплекси;

– електроенергетичне устаткування, зокрема, локальні генерувальні установки на базі альтернативних та відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) з точки зору безпечного та надійного їх проєктування, монтажу та експлуатації;

– електротехнічні, електромеханічні, електротермічні та інші комплекси та системи з точки зору їхнього безпечного та надійного електропостачання;

– електроенергетичне, електротехнічне, електромеханічне, комутаційне та захисне обладнання, засоби автоматизації систем розподілу електричної енергії;

– інтелектуальні електроенергетичні системи, гібридні мікросистеми та системи розумного обліку з точки зору управління генеруванням, розподілом та перетворенням електричної енергії,

– проєктування та керування процесами генерування, розподілу та перетворення електричної енергії на електричних станціях, зокрема, установках розосередженої генерації, підстанціях, в електричних мережах, зокрема, в мікромережах, та розподільних пристроях середньої та низької напруги. Навчання фахівців із забезпечення споживачів електричною енергією передбачає формування таких фахових компетенцій:

– здатності розв'язувати комплексні спеціалізовані завдання і практичні проблеми, зокрема, із залученням методів математики, фізики та електротехніки, пов'язані з роботою електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій, пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики, роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу, метрології та електричних вимірювань;

– здатності здійснювати проєктування електричних мереж, зокрема, мікромереж, систем електропостачання міст, промислових підприємств та об'єктів сільськогосподарського призначення, із застосуванням систем автоматизованого проєктування (САПР), володіти сучасними методами розрахунків внутрішньобудинкового, внутрішньоцехового та зовнішнього освітлення, електричних та техніко-економічних показників роботи силових та електротехнологічних споживачів електричної енергії;

– здатності здійснювати кваліфікований безпечний монтаж та експлуатацію електричних мереж, зокрема, мікромереж, систем електропостачання міст, промислових підприємств та об'єктів сільськогосподарського призначення, електроустановок споживачів з урахуванням умов забезпечення якості електропостачання відповідно до вимог та з дотриманням чинних норм та правил з охорони праці, техніки безпеки, зокрема електробезпеки, виробничої санітарії та охорони навколишнього середовища;

– здатності здійснювати оптимізацію параметрів режимів електроспоживання та керування режимами електропостачання із застосуванням новітніх методів та сучасних програмно-апаратних засобів з орієнтацією на побудову інтелектуальних систем розподілу електричної енергії і використанням систем розумного обліку;

– здатності реалізовувати керування попитом на електричну потужність (електроенергію) та надавати інші допоміжні послуги в умовах функціонування лібералізованих ринків електричної енергії, організувати комерційний облік електричної енергії та взаємодіяти з постачальниками послуг комерційного обліку (ППКО), здійснювати інформаційну взаємодію з операторами ринку, систем передавання та розподілу електричної енергії, іншими суб'єктами ринку;

– здатності оперативно вживати ефективні заходи в умовах надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах та комплексах.

Більше того, навчанням передбачено формування у студентів фахових компетенцій щодо необхідності безперервного вдосконалення власних знань та регулярного підвищення кваліфікації з новітніх технологій в галузі електричної інженерії та усвідомлення необхідності впровадження прогресивних технічних рішень, підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування, процесів та технологій виробництва, розподілу, перетворення та використання електричної енергії, що робить майбутніх фахівців із систем забезпечення споживачів електричною енергією здатними розуміти важливість продуктивного використання електроенергетичних ресурсів, скорочення використання викопного палива та зменшення шкідливого впливу на довкілля.

Моделлю фахівця із систем забезпечення споживачів електричною енергією передбачено формування здатності проєктувати, впроваджувати, здійснювати монтаж та експлуатувати інтелектуальні електроенергетичні, електротехнічні та електромеханічні системи та комплекси, як централізовані, так і децентралізовані, мікросистеми та віртуальні енергетичні станції, інтегровані системи електропостачання

міст, промислових підприємств та об'єктів сільського господарства в рамках концепції Smart Grid на засадах сталого розвитку, а також розуміти та працювати із сучасними енергоефективними устаткуванням і технологіями, здійснювати моніторинг енерговикористання із застосування сучасних інформаційних і комунікаційних технологій.

Об'єктами діяльності фахівців з енергетичного менеджменту та енергоефективних технологій є [4]:

- міста та інші населені пункти та їхні системи енергетичного менеджменту (СЕНМ);
- промислові підприємства, зокрема, підприємства електроенергетичного комплексу та їхні СЕНМ;
- об'єкти сільського господарства й агропромислові комплекси та їхні СЕНМ;
- електроенергетичне устаткування, зокрема, генерувальні установки на базі альтернативних та відновлюваних систем енергії (ВДЕ) з точки зору безпечного та ефективного вироблення електричної енергії;
- електроенергетичні, електротехнічні та електромеханічні комплекси та системи з точки зору безпечного та ефективного використання електричної енергії;
- служби енергетичного менеджменту підприємств та організацій;
- інтелектуальні електроенергетичні системи, мікромережі та системи розумного обліку з точки зору управління продуктивним генеруванням, передаванням, розподіленням та використанням електричної енергії, а також енергетичного моніторингу результатів управління;
- процеси і технології безпечного та ефективного генерування, перетворення та використання електричної енергії на електричних станціях, зокрема, установках розосередженої генерації, та в електричних мережах і системах, зокрема, в мікромережах.

Навчання фахівців з енергетичного менеджменту та енергоефективних технологій передбачає формування таких фахових компетенцій:

- здатності розв'язувати комплексні спеціалізовані завдання і практичні проблеми, зокрема, із залученням методів математики, фізики та електротехніки, пов'язані з функціонуванням електричних систем та мереж, електротехнічних та електромеханічних систем та комплексів, електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу, метрології та електричних вимірювань,
- здатності здійснювати впровадження систем енергетичного менеджменту та управляти проєктами у сфері енергетичного менеджменту та енергоефективності, а також оцінювати їхні фінансові результати, із застосуванням систем автоматизованого проєктування (САПР), володіти сучасними методами розрахунків інженерних систем та огорожувальних конструкцій, внутрішньобудинкового, внутрішньоощедового та зовнішнього освітлення, електричних та техніко-економічних показників роботи силових та електротехнологічних споживачів електричної енергії з урахуванням факторів ресурсо- та енергозбереження, розраховувати електричні та техніко-економічні показники роботи електротехнологічних установок, а також оцінювати доцільність використання різного роду споживачів для певного технологічного процесу,
- здатності на підставі енергоаудиту оцінювати поточний стан об'єктів та визначати потенціал енергозбереження, планувати заходи з енергоефективності та оцінювати їхню екологічну та економічну ефективність, аналізувати та оцінювати рівень досягнутої енергетичної ефективності з використанням ключових показників результативності (KPI) та базових рівнів енергоспоживання, будувати баланси електричної потужності та електроенергії об'єктів, підприємств та організацій, визначати суттєве споживання енергії для потенційного поліпшення енергетичної результативності,
- здатності здійснювати оцінку втрат електричної енергії в елементах систем електропостачання та обґрунтовувати заходи з їхнього зменшення,
- здатності складати калькуляції робіт у сфері енергоменеджменту та енергетичного аудиту, розробляти техніко-економічне обґрунтування заходів з енергоефективності,
- здатності комплексного розв'язання питань керування режимами систем електропостачання з метою якісного та енергоефективного забезпечення споживачів електричною енергією,
- здатності визначати, досліджувати та розв'язувати проблеми у сфері теплоенергетики, а також ідентифікувати обмеження, включаючи ті, що пов'язані з інженерними аспектами і проблемами охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків в теплоенергетичній галузі, розробляти і реалізовувати енергозберігаючі заходи під час проєктування та експлуатації тепло- та електроенергетичного обладнання різного призначення, розраховувати ефективні режими їхньої роботи, враховувати ширший міждисциплінарний інженерний контекст у професійній діяльності в сфері теплоенергетики,
- здатності об'єктивно оцінювати можливі позитивні і негативні соціальні, економічні, екологічні та технічні наслідки прийнятих рішень в системі енергетичного менеджменту.

Більше того, навчанням передбачено формування у студентів фахових компетенцій щодо здатності розв'язувати комплексні спеціалізовані завдання і практичні проблеми, пов'язані з технологіями

генерування, передавання, розподілення та постачання електричної енергії, роботою електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високих напруг, пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики, роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу, метрології та електричних вимірювань, впроваджувати передові інтелектуальні технології забезпечення споживачів електричною енергією в рамках концепції Smart Grid, оперативно вживати ефективні заходи в умовах надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах.

Формування фахових компетенцій та програмні результати навчання за відповідними освітньо-професійними програмами підготовки фахівців із забезпечення споживачів електричною енергією і фахівців з енергетичного менеджменту та енергоефективних технологій утворюють основу для їхньої фахової взаємодії на основі глибокого розуміння цілей і методів їхнього досягнення в кожній із суміжних сфер діяльності, що на практиці сприяє найбільш повному задоволенню потреб компаній в кваліфікованих кадрах, спроможних успішно розв'язувати комплексні завдання енергозабезпечення споживачів на засадах сталого розвитку.

Розширення переліку компетенцій, які набувають майбутні фахівці на підставі розглянутих освітніх програм, в певній мірі вдалося досягнути за рахунок впровадження широкого спектру вибіркових дисциплін, як на бакалаврському рівні, так і особливо на рівні підготовки магістрів, як професійних, так і науковців. Завдяки цьому кожен студент має можливість побудувати індивідуальну траєкторію навчання відповідно власним інтересам та уподобанням, суттєво розширюючи свої фахові компетенції.

Серйозною проблемою вітчизняних ЗВО технічного спрямування є відсутність достатніх ресурсів щодо масштабного оновлення існуючої лабораторної бази відповідно сучасним вимогам. Певним вирішенням зазначеної проблеми стало створення сертифікаційних програм. Завдяки цьому на кафедрі електропостачання КПІ ім. Ігоря Сікорського на даний час студенти першого освітнього рівня отримали можливість ознайомитися з сучасним обладнанням на виробничих майданчиках та навчальних центрах провідних підприємств галузі, прослухати лекції з певних дисциплін фахівців практиків з багаторічним стажем роботи за відповідною проблематикою, отримати необхідну інформацію з метою виконання реальних дипломних проєктів.

#### **Висновки**

Наскрізна дворівнева підготовка на кафедрі електропостачання КПІ ім. Ігоря Сікорського бакалаврів та магістрів професійних за освітньо-професійними програмами «Системи забезпечення споживачів електричною енергією» і «Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» в галузі знань 14 «Електрична інженерія» дозволило забезпечити промислові, енергетичні, комунальні, комерційні та інші компанії і організації, а також органи влади і місцевого самоврядування України кваліфікованими фахівцями з електропостачання міст, промислових підприємств і об'єктів сільського господарства та енергетичного менеджменту, здатними спільно розв'язувати комплексні завдання з надійного електропостачання споживачів якісною електричною енергією з впровадженням енергоефективних технологій, скорочення використання викопного палива і зменшення шкідливих викидів на засадах сталого розвитку.

#### **Список використаної літератури**

1. КПІ. Перше століття: Іст. огляд / Авт.-упоряд.: В.І.Лиховодов та ін.- К.: Такі справи, 2007.- 384 с.:іл. ISBN 978-966-96222-9-8.
2. Інститут енергозбереження та енергоменеджменту. Спеціальності та кафедри: Довідник / Уклад. М.А. Денисенко, Є.М. Іншеков, В.П. Калінчик та ін.- К.: ІВЦ «Політехніка», 2001.- 240 с. ISBN 966-622-077-6.
3. Системи забезпечення споживачів електричною енергією. Освітньо-професійна програма першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» в галузі знань 14 «Електрична інженерія» / Розроблено проєктною групою: В.В.Ткаченко (керівник проєктної групи), О.В.Коцар, Ю.В.Чернецька, Д.В.Філянін, Ю.Ф.Тесик, К.М.Ляхова. 2022. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського – 17 с. URL: [https://osvita.kpi.ua/141\\_OPPB\\_SZSEE](https://osvita.kpi.ua/141_OPPB_SZSEE)
4. Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології. Освітньо-професійна програма першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» в галузі знань 14 «Електрична інженерія» / Розроблено проєктною групою: Д.Г.Дерев'янюк (керівник проєктної групи), О.О.Закладний, А.В.Чернявський, О.В.Овдієнко, Ю.Є.Оніщенко. 2022. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського – 24 с. URL: [https://osvita.kpi.ua/141\\_OPPB\\_EMEET](https://osvita.kpi.ua/141_OPPB_EMEET)

V. Popov, Dr. Sc., ORCID 0000-0003-3484-4597  
O. Kotsar, Ph. D, ORCID 0000-0002-7958-2335  
V. Tkachenko, Ph. D, ORCID 0000-0002-4528-7661  
D. Derevianko, Ph. D, ORCID 0000-0002-4877-5601  
O Borychenko, Ph. D, ORCID 0000-0002-6127-2945  
National Technical University of Ukraine  
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

#### THE COMPREHENSIVE EDUCATION OF ELECTRICAL ENGINEERING AT THE POWER SUPPLY DEPARTMENT OF IGOR SIKORSKY KYIV POLYTECHNIC INSTITUTE

*The concept of the "green" energy transition involves, first of all, the transformation of views on the development of energy, in particular, the electric power industry in the context of its greening and decarbonization, with special attention to the problems of combating climate change within the framework of the sustainable development paradigm. Such a transformation requires the education of high-quality electrical engineers, who are aware of the new role and place of the consumer in the liberalized electricity markets within the Smart Grid concept. End-to-end two-level training at the Department of Power Supply of Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute bachelors and professional masters under the educational and professional programs "Systems for providing consumers with electrical energy" and "Energy management and energy-efficient technologies" specialty 141 "Electric power engineering, electrical engineering and electromechanics" in the field of knowledge 14 "Electrical engineering" made it possible to provide industrial, energy, communal, commercial and other companies and organizations, as well as authorities and local self-governments of Ukraine with qualified specialists in the power supply of the built environment, industrial enterprises and agricultural objects and energy managers, capable of jointly solving complex the task of reliable electricity supply to consumers with high-quality electrical energy with the introduction of energy-efficient technologies, reduction of the use of fossil fuels and reduction of harmful emissions on the basis of sustainable development.*

**Key words:** bachelor's degree, education, electrical engineering, electrical energy, electrical engineering, energy management, energy-efficient technologies, graduate student, master's degree, power supply systems.

#### References

- 1.KPI. The first century: Hist. review / Author-editor: V.I. Likhovodov and others.- K.: Taky spravy, 2007.- 384 p.:il. ISBN 978-966-96222-9-8.
- 2.Institute of Energy Saving and Energy Management. Specialties and departments: Handbook / Compilers M.A. Denisenko, E.M. Inshekov, V.P. Kalinchyk and others.- K.: IPC «Polytechnica», 2001.- 240 p. ISBN 966-622-077-6.
- 3.Electric power distribution systems engineering. Educational and professional program of the first (bachelor) level of higher education in the specialty 141 "Electric power engineering, electrical engineering and electromechanics" in the field of knowledge 14 "Electrical engineering" / Developed by the project group: V.V.Tkachenko (head of the project group), O.V.Kotsar, Y.V. [Chernetska](#), D.V. Filyanin, Y.F.Tesik, K.V. Lyakhova. 2022. – K.: Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute – 17 p. URL: [https://osvita.kpi.ua/141\\_OPPB\\_SZSEE](https://osvita.kpi.ua/141_OPPB_SZSEE)
- 4.Energy management and energy efficient technologies. Educational and professional program of the first (bachelor) level of higher education in the specialty 141 "Electric power engineering, electrical engineering and electromechanics" in the field of knowledge 14 "Electrical engineering" / Developed by the project group: D.G. Derevianko (head of the project group), O.O. Zakladnyy, A.V. Cherniavsky, O.V. Ovdienko, Y.E. Onishchenko. 2022. – K.: Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute – 24 p. URL: [https://osvita.kpi.ua/141\\_OPPB\\_EMEET](https://osvita.kpi.ua/141_OPPB_EMEET)

Надійшла 21.07.2022  
Received 21.07.2022