

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Навчально-науковий інститут енергозбереження та енергоменеджменту
Кафедра автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів**

**«ІНЖИНІРИНГ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ВОДНЕВИХ
ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ І ТЕХНОЛОГІЙ»**

СЕРТИФІКАТНА ПРОГРАМА

**для другого (магістерського) рівня вищої освіти
за освітньою програмою**

**ІНЖИНІРИНГ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ ТА
МЕХАТРОНИЧНИХ КОМПЛЕКСІВ**

**спеціальності 141Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка**

*Ухвалено Методичною радою
КПІ ім. Ігоря Сікорського
від 04.04.2022 р., протокол № 4*

*Введено в дію наказом
від 03.05.2022 р., № 132*

Київ – 2022

Розробники сертифікатної програми:

Бойченко Сергій Валерійович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів

Босак Алла Василівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів

Торопов Антон Валерійович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів

Обговорено та затверджено на засіданні кафедри автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів протокол № 9 від 9 лютого 2022 року.

зав. кафедри АЕМК

Сергій БОЙЧЕНКО

ОПИС СЕРТИФІКАТНОЇ ПРОГРАМИ

1. Загальна інформація

Назва сертифікатної програми	Інжиніринг та автоматизація водневих енергетичних систем і технологій
Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	14 Електрична інженерія
Спеціальність	141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Освітня програма	Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів
Факультет / Інститут	Навчально-науковий інститут енергозбереження та енергоменеджменту
Кафедра	Кафедра автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів
Обсяг сертифікатної програми	23 кредитів ЄКТС
Мова викладання	Українська
Документ про опанування сертифікатної програми	Сертифікат встановленого зразка КПІ ім. Ігоря Сікорського
Термін дії сертифікатної програми	Безстроково
Інтернет- адреса постійного розміщення сертифікатної програми	https://aemk.kpi.ua

2. Мета сертифікатної програми

Сертифікатну програму «Інжиніринг та автоматизація водневих енергетичних систем і технологій» розроблено як профілізаційну складову освітньої програми «Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» галузі знань 14 «Електрична інженерія» другого (магістерського) рівня здобувачів вищої освіти в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

Мета сертифікатної програми полягає у посиленій підготовці фахівців енергетичного профілю у сфері інжинірингу водневих систем та технологій та поглиблення фахових компетентностей освітньої програми «Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» за напрямками:

- отримання та використання нових видів енергоносіїв;
- інжинірингової діяльності у сфері виробництва та використання водню;
- акумулювання та зберігання водню;
- підвищення енергоефективності електротехнічних комплексів в сфері використання водневих технологій;
- використання сучасних енергозберігаючих технологій та можливості використання альтернативних джерел енергії для задоволення виробничих і побутових потреб.

3. Особливості участі слухачів Сертифікатної програми

Сертифікатна програма розрахована на студентів денної та заочної форми навчання.

Сертифікатну програму призначено для задоволення освітніх потреб студентів університету та зовнішніх слухачів, бажаючих та здатних розв'язувати спеціалізовані науково-виробничі задачі у сфері інжинірингу водневих систем та технологій.

Сертифікатна програма «Інжиніринг та автоматизація водневих енергетичних систем і технологій» для студентів КПІ ім. І. Сікорського реалізується в межах освітньої програми «Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів», за якою вони навчаються шляхом

формування індивідуальної освітньої траєкторії з вибором всіх дисциплін, які пропонуються в межах даної сертифікатної програми.

Запис на програму відбувається в період реалізації студентами права на вільний вибір навчальних дисциплін на наступний навчальний рік/семестр.

Зарахування на сертифікатну програму відбувається за розпорядженням директора Навчально-наукового інституту енергозбереження та енергоменеджменту.

Передумовами опанування сертифікатної програми є наявність у здобувачів базових знань з вищої математики, фізики, хімії, екології, інформаційних технологій та теплоенергетичних дисциплін, що є основою для вивчення освітніх компонентів сертифікатної програми. Таке оволодіння базових дисциплін може відбутися здобувачем як у формальній, так й у неформальній освіті.

4. Компетентності та очікувані результати навчання

Сертифікатну програму запроваджено як профілізаційну складову освітньої програми «Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів», для задоволення освітніх потреб здобувачів – формування ними індивідуальної траєкторії здобуття вищої освіти.

Сертифікатна програма передбачає підвищення рівня сформованості спеціальних (фахових) компетентностей за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», посилення професійної підготовки за освітньою програмою «Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів».

Сертифікатна програма спрямована на засвоєння слухачами особливостей отримання, акумулювання, зберігання та використання водню для енергетики та транспорту. Вона наповнена унікальним контентом та авторськими курсами, які характеризуються практичністю та актуальністю інформації, що дозволяє отримати додаткові знання та навички, розширити коло кар'єрних можливостей у сфері виробництва та використання водню.

Компетентності	<p>K1. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з керуванням термохімічними та електрохімічними процесами видобутку водню.</p> <p>K2. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з виробництвом, акумулюванням та зберіганням водню для енергетики та транспорту.</p> <p>K3. Здатність демонструвати обізнаність та вміння використовувати нормативно-правові актів, норми, правила й стандарти, спрямовані на розвиток водневої енергетики.</p> <p>K4. Здатність забезпечувати моделювання електрохімічних та теплових процесів при виробництві водню з використанням стандартних пакетів і засобів автоматизації інженерних розрахунків, проводити експерименти за заданими методиками з обробкою й аналізом результатів.</p> <p>K5. Здатність ініціювати сценарії усунення неполадок за допомогою аналізу технічної інформації, спостережень та вимірів.</p>
Очікувані результати навчання -	<p>RH1. Розробляти схеми керування термохімічними та електрохімічними процесами видобутку водню на базі програмованих логічних контролерів.</p> <p>RH2. Розробляти та впроваджувати системи акумулювання, зберігання, транспортування та використання водню різного виду та потужності в традиційній енергетиці для накопичення пікової електроенергії.</p> <p>RH3. Знати і розуміти основні положення нормативно-законодавчих документів, які регламентують інноваційну діяльність в Україні, пов'язану з розвитком водневої енергетики.</p> <p>RH4. Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електрохімічних та теплових процесів при виробництві водню із заданими показниками.</p> <p>RH5. Будувати компоненти трансмісії на паливних елементах, використовуючи відповідні пристрої безпеки водневих транспортних технологій.</p>

5. Перелік освітніх компонентів

Освітні компоненти сертифікатної програми	Кількість кредитів ЄКТС	Форма підсумкового контролю	Семестр вивчення
Комп'ютерні системи керування термохімічними та електрохімічними процесами видобутку водню	5	екзамен	2
Інфраструктура технологій виробництва та акумулювання водню для енергетики та транспорту	5	екзамен	2
Інжиніринг і технічне регулювання у сфері виробництва та використання водню	5	екзамен	2
Моделювання електрохімічних та теплових процесів при виробництві водню	4	залік	2
Водневі транспортні технології	4	залік	2
Загальний обсяг кредитів ЄКТС	23		2

6. Викладання та оцінювання

Викладання та навчання	Лекції, практичні, семінарські, лабораторні заняття
Оцінювання	<p>Види контролю результатів навчання: поточний, календарний, семестровий.</p> <p>Контроль проводиться згідно з Положенням про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського</p> <p>Оцінювання результатів навчання здійснюється за рейтинговими системами, визначеними у силабусах навчальних дисциплін.</p> <p>Рейтингові системи оцінювання складені згідно з вимогами Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського</p>

7. Ресурсне забезпечення реалізації програми

Кадрове забезпечення	Викладачі, що забезпечують викладання освітніх компонентів сертифікатної програми, є відомими вченими і фахівцями у сфері теплоенергетики.
Матеріально-технічне забезпечення	При викладанні студентам освітніх компонентів сертифікатної програми будуть задіяні аудиторії, лабораторії та комп'ютерне обладнання кафедри теплотехніки та енергозбереження Навчально-наукового інституту енергозбереження та енергоменеджменту
Інформаційне та навчально-методичне забезпечення	Освітні компоненти сертифікатної програми забезпечені підручниками, навчальними посібниками, монографіями, методичними рекомендаціями до виконання практичних і лабораторних робіт, курсами Moodle і Google Classroom, а також сучасними засобами комунікацій

ОПИСИ ОСВІТНІХ КОМПОНЕНТІВ

Комп'ютерні системи керування термохімічними та електрохімічними процесами видобутку водню

Курс, семестр	1 курс (2 семестр)
Обсяг	5 кредити ЄКТС (150 годин)
Мова викладання	Українська
Кафедра	Автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів
Викладачі, які забезпечують викладання дисципліни	к.т.н., доцент Торопов А.В.
Вимоги до початку вивчення (міждисциплінарні зв'язки)	Навчальна дисципліна «Комп'ютерні системи керування термохімічними та електрохімічними процесами видобутку водню» викладається на основі знань та умінь, одержаних студентами під час вивчення кредитних модулів таких дисциплін як «Вища математика», «Загальна фізика», «Основи програмування», «Термодинаміка та теплообмін», «Теоретичні основи електротехніки» тощо.
Що буде вивчатися	Мікропроцесорні системи автоматизації та особливості їх використання в системах реального часу
Чому це цікаво/треба вивчати	Метою вивчення дисципліни можна зазначити формування у студентів теоретичних знань і практичних навичок використання програмованих контролерів при вирішенні задач синтезу систем керування термохімічними та електрохімічними процесами видобутку водневого палива.
Чому можна навчитися (результати навчання)	Розробляти схеми автоматизації термохімічних та електрохімічних процесів видобутку водню на базі програмованих логічних контролерів
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності)	Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з програмним керуванням термохімічними та електрохімічними процесами видобутку водню
Заняття	Лекції, практичні
Інформаційне забезпечення	Силабус, навчально-методичні матеріали (конспект лекцій, презентації до лекцій, навчальний посібник для практичних), Google Class.
Індивідуальне семестрове завдання	Не передбачено
Поточний контроль	Модульна контрольна робота, відповіді на практичних заняттях
Семестровий контроль	Іспит

Інфраструктура технологій виробництва та акумулювання водню для енергетики та транспорту

Курс, семестр	1 курс (2 семестр)
Обсяг	5 кредити ЄКТС (150 годин)
Мова викладання	Українська
Кафедра	Автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів
Викладачі, які забезпечують викладання дисципліни	д.т.н., професор Бойченко С.В
Вимоги до початку вивчення (міждисциплінарні зв'язки)	Навчальна дисципліна «Інфраструктура технологій акумулювання та зберігання водню для енергетики та транспорту» викладається на основі знань та умінь, одержаних студентами під час вивчення кредитних модулів таких дисциплін як «Транспортні системи електромеханічних комплексів», «Енерго - та ресурсощадні установки», «Термодинаміка та теплообмін» тощо.
Що буде вивчатися	Сировинна база, технологічні процеси та апарати одержання водню, аналіз методів виробництва водню та їхня економічна ефективність, аналіз інфраструктури для зберігання та транспортування водню
Чому це цікаво/треба вивчати	Основним завданням розробки об'єктів водневої енергетики при використанні у якості первинних енергоресурсів відновлюваних джерел енергії є дослідження оптимального структурування і функціонування енергетичного обладнання на основі різних видів відновлюваних джерел енергії, обладнання для виробництва, зберігання та використання водню, а також енергосистеми в цілому з врахуванням інтеграції в систему енергопостачання та енергоспоживання
Чому можна навчитися (результати навчання)	Розробляти та впроваджувати системи акумулювання, зберігання, транспортування та використання водню різного виду та потужності в традиційній енергетиці для накопичення пікової електроенергії
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності)	Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з виробництвом, акумулюванням та зберіганням водню для енергетики та транспорту.
Заняття	Лекції, практичні
Інформаційне забезпечення	Силабус, навчально-методичні матеріали (конспект лекцій, презентації до лекцій, навчальний посібник для практичних), Google Class.
Індивідуальне семестрове завдання	Не передбачено
Поточний контроль	Модульна контрольна робота, відповіді на практичних заняттях
Семестровий контроль	Іспит

Інжиніринг і технічне регулювання у сфері виробництва та використання водню

Курс, семестр	1 курс (2 семестр)
Обсяг	5 кредити ЄКТС (150 годин)
Мова викладання	Українська
Кафедра	Автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів
Викладачі, які забезпечують викладання дисципліни	д.т.н., професор Бойченко С.В
Вимоги до початку вивчення (міждисциплінарні зв'язки)	Навчальна дисципліна «Інжиніринг і технічне регулювання у сфері виробництва та використання водню» викладається на основі знань та умінь, одержаних студентами під час вивчення кредитних модулів таких дисциплін як «Транспортні системи електромеханічних комплексів», «Енерго - та ресурсоощадні установки», «Термодинаміка та теплообмін» тощо.
Що буде вивчатися	Правова база для розвитку водневої енергетики. Аналіз найкращих міжнародних практик та планів використання водню.
Чому це цікаво/треба вивчати	Метою вивчення дисципліни можна зазначити формування у студентів теоретичних знань і практичних навичок використання сучасних міжнародних практик та планів використання водневих технологій.
Чому можна навчитися (результати навчання)	Знати і розуміти основні положення нормативно-законодавчих документів, які регламентують інноваційну діяльність в Україні, пов'язану з розвитком водневої енергетики.
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності)	Здатність демонструвати обізнаність та вміння використовувати нормативно-правові актів, норми, правила й стандарти, спрямовані на розвиток водневої енергетики
Заняття	Лекції, практичні
Інформаційне забезпечення	Силабус, навчально-методичні матеріали (конспект лекцій, презентації до лекцій, навчальний посібник для практичних), Google Class.
Індивідуальне семестрове завдання	Не передбачено
Поточний контроль	Модульна контрольна робота, відповіді на практичних заняттях
Семестровий контроль	Іспит

Моделювання електрохімічних та теплових процесів при виробництві водню

Курс, семестр	1 курс (2 семестр)
Обсяг	4 кредити ЄКТС (120 годин)
Мова викладання	Українська
Кафедра	Автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів
Викладачі, які забезпечують викладання дисципліни	к.т.н., доц. Данілін О.В.
Вимоги до початку вивчення (міждисциплінарні зв'язки)	Навчальна дисципліна «Моделювання електрохімічних та теплових процесів при виробництві водню» викладається на основі знань та умінь, одержаних студентами під час вивчення кредитних модулів таких дисциплін як "Теоретичні основи електротехніки", "Обчислювальна техніка та програмування", "Теорія автоматичного керування", "Автоматизований електропривод машин і установок", "Цифрові та нелінійні системи керування електротехнічними комплексами".
Що буде вивчатися	Синтез та аналіз математичних моделей електрохімічних та теплових процесів при виробництві водню, типові алгоритми автоматичного керування, регулятори та нелінійні елементи.
Чому це цікаво/треба вивчати	Щоб сформувати основні здатності для застосування комплексного підходу для вирішення задач моделювання електрохімічних та теплових процесів при виробництві водню
Чому можна навчитися (результати навчання)	Вибирати і застосовувати відповідні методи аналізу і синтезу електрохімічних та теплових процесів при виробництві водню із заданими показниками
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності)	Здатність здійснювати дослідження електрохімічних та теплових процесів при виробництві водню методами цифрового моделювання з використанням стандартних пакетів і засобів автоматизації інженерних розрахунків, проводити експерименти за заданими методиками з обробкою й аналізом результатів.
Заняття	Лекції, практичні
Інформаційне забезпечення	Силабус, навчально-методичні матеріали (конспект лекцій, презентації до лекцій, навчальний посібник для практичних), Google Class.
Індивідуальне семестрове завдання	Не передбачено
Поточний контроль	Модульна контрольна робота, відповіді на практичних заняттях
Семестровий контроль	Залік

Водневі транспортні технології

Курс, семестр	1 курс (2 семестр)
Обсяг	4 кредити ЄКТС (120 годин)
Мова викладання	Українська
Кафедра	Автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів
Викладачі, які забезпечують викладання дисципліни	д.т.н., проф. Зайченко С.В.
Вимоги до початку вивчення (міждисциплінарні зв'язки)	Навчальна дисципліна «Водневі транспортні технології» викладається на основі знань та умінь, одержаних студентами під час вивчення кредитних модулів таких дисциплін як Транспортні системи електромеханічних комплексів, Гідравліка та гідропневмопривод, Електричні машини та Технічна механіка
Що буде вивчатися	Опис транспортного сектора та причин, через які нові технології стають доступнішими для ринку; основні принципи паливного елемента РЕМ для автомобіля; компоненти, що стосуються водневої системи, від бака високого тиску до паливного елемента; компоненти, пов'язані з електромобілем, від паливного елемента до електричної машини; огляд силового агрегату як системи з урахуванням аспектів безпеки, принципових схем та конструкції шасі; опис технічного обслуговування автомобіля з урахуванням аспектів безпеки, поточного обслуговування, блок-схем, діагностики та усунення несправностей.
Чому це цікаво/треба вивчати	Транспортний сектор в даний час є найбільшим споживачем нафтопродуктів, другим джерелом викидів парникових газів та залишається важливим джерелом викидів забруднюючих речовин: НС, NO, CO та дрібних частинок. У відповідь виробники покращили доочищення моторних газів та розвивають використання альтернативних видів палива, електрики та водню як джерела енергії. Серед цих рішень комбіноване використання водневих та РЕМ-паливних елементів дає дві переваги: відсутність місцевих викидів та більшу автономність порівняно з батареями.
Чому можна навчитися (результати навчання)	Будувати компоненти трансмісії на паливних елементах, використовуючи відповідні пристрої безпеки водневих транспортних технологій.
Як можна користуватися набутими знаннями і вміннями (компетентності)	Здатність ініціювати сценарії усунення неполадок за допомогою аналізу технічної інформації, спостережень та вимірів
Заняття	Лекції, практичні
Інформаційне забезпечення	Силабус, навчально-методичні матеріали (конспект лекцій, презентації до лекцій, навчальний посібник для практичних), Google Class.
Індивідуальне семестрове завдання	Не передбачено
Поточний контроль	Модульна контрольна робота, відповіді на практичних заняттях

Семестровий контроль	Залік
----------------------	-------