



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



Проектування та розробка систем відновлюваної енергетики

Шифр та назва спеціальності

141 – Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка,
176 – Мікро- та наносистемна техніка

Інститут

ННІ Комп'ютерного моделювання, прикладної фізики та математики

Освітня програма

Стала та відновлювана енергетика: електрична та мікроелектронна інженерія

Кафедра

Мікро- та наноелектроніки (167)

Рівень освіти

Магістр

Тип дисципліни

Обов'язкова, Спеціальна (фахова)

Семестр

3

Мова викладання

Українська, англійська

Викладачі, розробники



Зайцев Роман Валентинович

roman.zaitsev@khp.edu.ua

Доктор технічних наук, доцент, старший дослідник, завідувач кафедри

Має більш ніж 300 наукових та навчально-методичних праць, з них 67 у виданнях включених до наукометричних баз Scopus та Web of Science, 2 монографії, 2 підручники, 4 навчальні посібники та 12 патентів України на корисну модель. Керівник та виконавець більш ніж 10 науково-дослідних робіт в сфері сонячної енергетики.

Основні дисципліни:

- «Оптоелектронні прилади та матеріали»;
- «Розробка новітніх конструкційно-технологічних рішень та методи атестації перетворювачів енергії сонячного випромінювання»;
- «Плівкові оптоелектронні приладові структури»

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

При опануванні дисципліни студент розвиватиме та посилить компетентності щодо проектування систем тепло- та електропостачання промислових та побутових споживачів, вибору основних компонентів сонячних систем, технологічних, схмотехнічних рішень та конструктивного виконання різних типів систем відновлюваної енергетики (сонячні колектори, сонячні батареї, комбіновані та висококонцентровані сонячні системи), що впроваджуються в Україні та світі. Також увага приділяється навичкам розрахунку основних параметрів таких систем, оцінці ефективності, собівартості та окупності на прикладах підприємств України. Розглядається перспектива розвитку сонячної енергетики в Україні.

Мета та цілі дисципліни

Формування у студентів знань, навичок та компетентностей, що забезпечують кваліфіковану участь у проектній роботі при проектуванні, розробці, виготовленню та експлуатації систем відновлюваної енергетики для промислового та побутового сектора у відповідності до вимог нормативно-технічної документації.

Формат занять

Лекції, практичні роботи, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – іспит.

Компетентності

СК1. Здатність обґрунтовано обирати, застосовувати наявні та розробляти нові методи, методики, технології для вирішення інженерних завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, а також мікро- та наносистемної техніки.

СК3. Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові й технічні методи для вирішення науково-технічних проблем електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, а також мікро- та наносистемної техніки, оцінювати отримані результати.

СК6. Здатність розробляти й реалізовувати наукові та/або інноваційні проекти у сфері електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, а також мікро- та наносистемної техніки.

СК7. Здатність проектувати та впроваджувати ефективні, надійні й безпечні, зв'язані з мережею та автономні електрогенеруючі установки й станції, що використовують відновлювані джерела енергії, зокрема фотоелектричні.

СК8. Здатність планувати впровадження і керувати роботою відновлюваних джерел енергії для забезпечення сталого розвитку енергетики на основі технологій розумних мереж, розподіленої генерації та акумулювання енергії.

Результати навчання

РН1. Формулювати й розв'язувати складні інженерні, виробничі та/або наукові задачі під час проектування, виготовлення і дослідження електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних комплексів і систем, а також мікро- та наносистемної техніки різноманітного призначення та створення конкурентоспроможних розробок, втілення результатів у бізнес-проектах.

РН2. Визначати напрями, розробляти й реалізовувати проекти створення та модернізації електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних комплексів і систем, а також виробництва мікро- та наносистемної техніки з урахуванням технічних, економічних, правових, соціальних та екологічних аспектів.

РН11. Розуміти та використовувати правові акти, норми, правила та стандарти в галузі електроенергетики, зокрема відновлюваних джерел енергії.

РН12. Застосовувати наявне та опанувати нове програмне забезпечення, призначене для комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах, а також мікро- та наноелектронних системах.

РНс1.1. Визначати оптимальні технології, схеми організації й параметри обладнання установок та станцій з виробництва електроенергії на основі відновлюваних джерел енергії, зокрема фотоелектричних.

РНс2.1. Обирати і застосовувати відповідні методи проектування і дослідження роботи мікро- та наносистемної техніки для систем відновлюваної генерації енергії.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредити ECTS): лекції – 32 год., практичні роботи – 32 год., самостійна робота – 56 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу студент має знати основні принципи проектування електричних та енергетичних систем, ключові матеріали та технології сонячної енергетики та методи їх дослідження. Студент має володіти навичками безпечної професійної діяльності та

навичками провадження дослідницької та практичної діяльності при вирішенні наукових та практичних проєктів.

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Теоретичний аналіз наукових джерел, створення власного технічного проєкту, робота в малих групах, практичні вправи.

Дисципліна побудована на розгляді практичних рішень та проєктів для промислових об'єктів України з урахуванням розгляду світових досягнень і рішень у сфері відновлюваної енергетики. В рамках самостійної роботи студентам пропонується проєктна розрахунково-графічна робота, яка дозволить сформувати індивідуальні навички проєктування завершених рішень для подальшої професійної діяльності.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1. Загальні положення

Терміни та визначення. Основи використання відновлюваних джерел енергії. Джерела енергії Землі. Потенціал відновлюваних джерел енергії України. Переваги та недоліки різних типів джерел енергії. Критерії вибору типу джерела енергії. (2 год.)

Тема 2. Сучасний стан розробок

Сучасний стан розробок і використання відновлюваних джерел енергії в Україні і світі. Тенденції і обсяги ринку відновлюваних джерел енергії. (2 год.)

Тема 3. Системи сонячного теплопостачання

Теплові сонячні колектори. Класифікація та принцип дії сонячних колекторів. Застосування сонячних колекторів у приватних господарствах України та світу. (2 год.)

Тема 4. Проєктування і розробка сонячних колекторів

Основні матеріали, що використовуються при виробництві сучасних сонячних колекторів. Технологічні основи створення. Принципи ефективного використання. Розрахунок ефективності сонячного колектора в залежності від конструкції та зовнішніх умов використання. (4 год.)

Тема 5. Сонячна енергетика

Ресурси та напрями використання сонячної енергії. Потенціал сонячної енергії в Україні і світі. Сонячна електроенергетика. Сонячні елементи, їх класифікація, переваги та недоліки. (2 год.)

Тема 6. Проєктування і розробка сонячних батарей

Основні матеріали, що використовуються при виробництві сучасних сонячних батарей. Технологічні основи створення сонячних батарей на основі елементів різного типу. Принципи ефективного використання. (2 год.)

Тема 7. Розрахунок ефективності сонячних батарей

Розрахунок ефективності сонячних батарей в залежності від їх типу, конструкції та зовнішніх умов використання. Особливості врахування собівартості та окупності систем сонячної енергетики. (4 год.)

Тема 8. Методи дослідження параметрів сонячних колекторів та батарей

Основні методи дослідження параметрів. Класифікація існуючих приладів. Створення спеціалізованих вимірювальних стендів. Особливості проведення досліджень. Інтерпретація та обробка отриманих результатів досліджень. Моделювання особливостей роботи систем. (4 год.)

Тема 9. Комбіновані сонячні системи

Комбіновані сонячні системи для одночасної генерації теплової та електричної енергії. PV/T системи. Сучасний стан розробок та світові досягнення. Класифікація комбінованих систем та принцип їх дії. (2 год.)

Тема 10. Проєктування і розробка комбінованих сонячних систем

Основні матеріали, що використовуються при виробництві сучасних комбінованих систем. Технологічні основи створення. Принципи ефективного використання. Розрахунок ефективності комбінованої системи в залежності від конструкції та зовнішніх умов використання. (4 год.)

Тема 11. Проєктування і розробка висококонцентрованих сонячних систем

Сонячні системи з високою концентрацією сонячного світла. Сучасний стан розробок та світові досягнення. Класифікація висококонцентрованих систем та принцип їх дії. Технологічні основи створення. Принципи ефективного використання. Розрахунок ефективності

квисококонцентрованої системи в залежності від конструкції та зовнішніх умов використання. (2 год.)

Тема 12. Розвиток систем відновлюваної енергетики

Порівняльний аналіз ефективності систем відновлюваної енергетики, визначення оптимальних критеріїв використання кожної з них. Методи стимулювання розвитку відновлюваної енергетики в Україні та світі. Комплексне використання енергії відновлюваних джерел. Екологічні проблеми використання альтернативних джерел енергії. (2 год.)

Теми практичних занять

Тема 1. Визначення критеріїв застосування відновлюваних джерел енергії на підприємстві

Видача завдання для виконання розрахунково-графічної роботи. Ознайомлення з критеріями оцінювання. Вивчення галузі промисловості конкретного підприємства (на прикладах). Визначення типу підприємства. Визначення видів продукції. План-схема підприємства і його особливості. (4 год.)

Тема 2. Розрахунок сонячного теплового колектору для підприємства

Визначення видів сировини та енергії, що витрачається підприємством. Визначення потужності сонячного випромінювання місцевості, де розташоване підприємство. Виконання розрахунку сонячного теплового колектора за методикою розрахунку. (4 год.)

Тема 3. Проектування та розрахунок системи теплопостачання

Виконання огляду сонячних теплових колекторів за сучасними каталогами. Аналіз параметрів та підбір сонячних теплових колекторів за технічними характеристиками від виробників. Підбір на основі розрахунків обладнання для сонячної водонагрівальної установки за каталогами. (4 год.)

Тема 4. Проектування та розрахунок системи електропостачання

Розрахунок кількості сонячних фотоелектричних панелей. Виконання огляду сонячних електричних батарей за каталогами. Підбір сонячних електричних колекторів за технічними характеристиками від виробників. Розрахунки напруги на вході в інвертор для фотовольтаїчних панелей. Розрахунок втрат напруги в лініях. (4 год.)

Тема 5. Проектування та розрахунок комбінованої системи тепло- та електропостачання

Розрахунок кількості комбінованих сонячних систем. Виконання огляду існуючих рішень та аналіз можливості розробки спеціалізованих рішень комбінованих систем. Підбір рішень за технічними характеристиками від виробників. Розрахунки електричної та теплової ефективності системи. (4 год.)

Тема 6. Проектування та розрахунок висококонцентрованої системи

Розрахунок кількості висококонцентрованих сонячних систем. Виконання огляду існуючих рішень та аналіз можливості розробки спеціалізованих рішень. Підбір рішень за технічними характеристиками від виробників. Розрахунки електричної та теплової ефективності системи. (4 год.)

Тема 7. Техніко-економічне обґрунтування проекту та термін окупності

Розрахунки собівартості проекту та терміну його окупності. (4 год.)

Тема 8. Аналіз та обговорення запропонованих рішень індивідуальних завдань

Аналіз ефективності запропонованих рішень, визначення та обговорення переваг та недоліків. (4 год.)

Теми лабораторних робіт

Не передбачені

Самостійна робота

Індивідуальне завдання – розрахункова робота (Р)

Тема Р на вибір:

Р 1: Розрахунок і підбір систем сонячного нагріву води на промислових підприємствах

1. Вихідні дані завдання.
2. Розрахунок теплового навантаження на підприємстві.
3. Розрахункові показники споживаних ресурсів.
4. Карта сонячної активності території.
5. Розрахунок сонячного колектора.
6. Огляд сонячних теплових колекторів.

7. Вибір сонячного теплового колектора.
8. Підбір необхідного обладнання для сонячної водонагрівальної установки.
9. Схема розміщення установки на плані підприємства.
10. Техніко-економічне обґрунтування проекту та термін окупності.
11. Висновки.

Р 2: Розрахунок і підбір фотоелектричних систем на промислових підприємствах

1. Вихідні дані завдання.
2. Розрахунок електричного навантаження на підприємстві.
3. Розрахункові показники споживаних ресурсів.
4. Карта сонячної активності території.
5. Розрахунок кількості сонячних фотоелектричних панелей.
6. Огляд сонячних електричних панелей.
7. Вибір сонячного електричного колектора.
8. Розрахунки напруги на вході в інвертор.
9. Результати розрахунків втрат напруги в лініях.
10. Техніко-економічне обґрунтування проекту та термін окупності.
11. Висновки.

Обсяг: 15-25 с.

Термін подачі: 16-й тиждень.

Оцінюється повнота та точність розрахунків, оформлення роботи.

Література та навчальні матеріали

Основна література:

1. Закон України «Про енергетичну ефективність будівель».- 2118-VII. – К.: ВВР, 2017, №3, с.5, стаття 359.
2. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища». – [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12>
3. Енергетична стратегія України на період до 2035 р. «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність». – Схвал. розпорядженням КМУ від 18.08.2017 р. №605-р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/publish/article?art_id=245234085
4. ДБН В. 2.5 – 67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування». – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово – комунального господарства України, 2013. – 113 с.
5. ДСТУ-Н Б В.1.1 – 27:2010 «Будівельна кліматологія». – К.: Мінрегіонбуд, 2010. – 123 с.
6. ДСТУ Б А.2.2 – 12 :2015 «Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні». – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово – комунального господарства України, 2015. – 140 с.
7. Technology Bases of Combined Photovoltaic Systems / R. Zaitsev, M. Kirichenko, K. Minakova, G. Khryunov, V. Nikitin - Transactions on Physics & Math in Engineering Science, Ser.A, Vol. 1, Kharkiv: NTU "KhPI", 2023. - 240 p.
8. Комбіновані фотоенергетичні системи / Р.В. Зайцев, Г.С. Хрипунов, М.В. Кіріченко, А.В. Меріуц - Харків: Стиліздат, 2020. – 324 с.
9. High Concentrator Photovoltaics / ed. by Pedro Pérez-Higueras, Eduardo F. Fernández - Springer, 2015. - 477 p.
10. Handbook of Photovoltaic Science and Engineering / ed. by Antonio Luque, Steven Hegedus - John Wiley & Sons, 2010. - 1132 p.
11. Handbook of Solar Thermal Technologies / ed. by Clifford K Ho - World Scientific Book, 2022. - 452 p.

Додаткова література:

1. Забарний Г. М. Енергетичний потенціал нетрадиційних джерел енергії України. НАН України. Ін-т техн. теплофізики. - К., 2002. - 210 с.

2. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії України. Під редакцією Кудрі. С.О. – Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАН України, 2020. – 82 с.
3. Адаменко О.М. Альтернативні палива та інші нетрадиційні джерела енергії: [монографія] / О.М. Адаменко. - Івано-Франківськ: ІМЕ, 2010. - 432 с.
4. Альтернативна енергетика / М. Д. Мельничук, В. О., Дубровін, В. Г. Мироненко та ін. - Київ: Аграр Медіа Груп, 2012. -244 с.
5. Альтернативні палива та інші нетрадиційні джерела енергії: підручник / О. Адаменко, В. Височанський, В. Лютко, М. Михайлів. - Івано-Франківськ: Полум'я, 2000. - 256 с.

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

Підсумкова оцінка складається із наступних обов'язкових частин:

1. Звіти за результатами розрахунків практичних занять 2-7 - 10 балів кожний (60%).
2. Звіт за результатами індивідуальної РГР - 40 балів (40%).

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено

28.08.23



Завідувач кафедри
Роман ЗАЙЦЕВ

28.08.23



Гарант ОП
Костянтин МАХОТІЛО