



## Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



# Відновлювана енергетика

### Шифр та назва спеціальності

141 -«Електроенергетика, електротехніка, та електромеханіка»

### Інститут

ННІ енергетики, електроніки та електромеханіки

### Освітня програма

Електроенергетика, електротехніка, та електромеханіка

### Кафедра

Електричні станції (130)

### Рівень освіти

Доктор філософії

### Тип дисципліни

Вибіркова

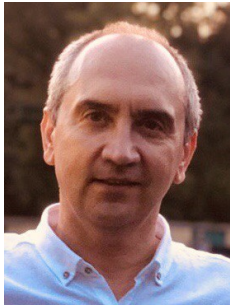
### Семестр

3

### Мова викладання

Українська

## Викладачі, розробники



### Мельников Георгій Ігорович

[Heorhii.Melnykov@khpi.edu.ua](mailto:Heorhii.Melnykov@khpi.edu.ua)

Кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри «Електричні станції»

Автор понад 50 наукових публікацій та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Моделювання електроенергетичних та електромеханічних пристроїв та систем», «Якість електроенергії та керування якістю», «Проектування електроенергетичних систем та пристроїв», «Сучасні енергоефективні технології».

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

## Загальна інформація

### Анотація

Дисципліна спрямована на ознайомлення з останніми досягненнями в галузі виробництва електричної енергії з відновлюваних джерел, перспективами та труднощами їх широкого застосування та моделювання їхньої роботи в електроенергетичних системах

### Мета та цілі дисципліни

Виробити у аспіранта теоретичні уявлення та практичні навички щодо можливостей отримання електричної енергії з відновлюваних джерел та методів розрахунку їх потужності та впливу на функціонування електроенергетичних систем.

### Формат занять

Лекції, практичні заняття, 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.

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

СК6. Здатність розробляти й реалізовувати наукові та/або інноваційні проекти у сфері електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

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

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 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 з використанням відновлюваних джерел енергії з урахуванням технічних, економічних, правових, соціальних та екологічних аспектів.

РН3. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у сфері електроенергетики, електротехніки, електромеханіки для розв'язування складних задач професійної діяльності в галузі відновлюваної енергетики.

РН7. Будувати й досліджувати фізичні, математичні й комп'ютерні моделі об'єктів та процесів відновлюваної електроенергетики.

РН10. Дотримуватися принципів та напрямів стратегії сталого розвитку енергетики, забезпечення енергетичної безпеки та переходу до відновлюваної енергетики в Україні, ЄС та світі.

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

РНс1.2. Визначати оптимальні технології, параметри обладнання та способи управління роботою систем акумулювання енергії для маневрування й підтримання балансу в енергетичних системах з відновлюваними джерелами енергії.

РНс1.3. Планувати побудову та управління роботою ефективних енергетичних установок та станцій на основі технологій розподіленої відновлюваної генерації та розумних мереж.

РНс1.4. Планувати побудову та управління роботою надійних і безпечних електроенергетичних систем з великою часткою відновлюваних джерел енергії на основі технологій цифровізації електроенергетики.

## **Обсяг дисципліни**

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредити ECTS): лекції – 30 год., практичні заняття – 10 год., самостійна робота – 80 год.

## **Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)**

«Вища математика», «Теоретичні основи електротехніки», «Промислова електроніка»,

«Моделювання електромеханічних та електроенергетичних систем та пристроїв»

«Електрообладнання електричних станцій та підстанцій», «Електромагнітні та електромеханічні перехідні процеси в електроенергетичних системах», «Системи відновлюваної енергетики та вторинні енергоресурси», «Екологічні аспекти енергетики»

## Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції відбуваються в інтерактивному режимі з застосуванням мультимедійних технологій, засобів комп'ютерного та математичного моделювання. На практичних заняттях використовується проектний підхід до навчання та ігрові методи. Робиться акцент на застосуванні інформаційних технологій при проектуванні відновлюваних джерел енергії. Навчальні матеріали та спілкування доступні аспірантам за допомогою технологій OneDrive, OneNote, Teams фірми Майкрософт при застосуванні корпоративного пакету Microsoft 365.

## Програма навчальної дисципліни

### Теми лекційних занять

**Змістовий модуль 1. Найбільш поширені види відновлюваної енергетики.**

**Тема 1. Вступ**

Загальна характеристика дисципліни. Види відновлюваних джерел енергії. Вторинні енергетичні ресурси та їх використання.

**Тема 2. Відновлювані джерела енергії. Гідроенергетика**

Потенціал гідроенергетики в Україні та світі. Види ГЕС. Особливості використання. Переваги та недоліки.

**Тема 3. Математичне та комп'ютерне моделювання гідроелектростанцій при роботі в системі.**

Гідроелектростанції в електроенергетичних системах та їх ефективне використання.

**Тема 4. Сонячна енергетика та її потенціал в Україні та світі.**

Види СЕС. Особливості використання. Переваги та недоліки.

**Тема 5. Математичне та комп'ютерне моделювання сонячних електростанцій при роботі в системі.**

Сонячні фотоелектричні станції в електроенергетичних системах та їх ефективне використання.

**Тема 6. Вітроенергетика.**

Потенціал вітроенергетики в Україні та світі. Особливості використання. Перспективи ВЕС.

**Тема 7. Математичне та комп'ютерне моделювання ВЕС.**

Вітроелектростанції в електроенергетичних системах та їх ефективне використання.

**Змістовий модуль 2. Проблеми та перспективи розвитку відновлюваної енергетики.**

**Тема 8. Відновлювані джерела енергії. Енергія біомаси**

Енергія біомаси та потенціал її використання в Україні та світі. Застосування для виробництва електроенергії.

**Тема 9. Проблеми енергетичних систем на основі відновлюваних джерел енергії та засоби їх вирішення.**

Надійність відновлюваних джерел електроенергії. Балансування потужності в енергосистемах. Методи та шляхи вирішення проблеми.

**Тема 10. Геотермальна енергетика.**

Особливості використання геотермальної енергії. Переваги та недоліки. Методи використання та її потенціал в Україні та світі.

**Тема 11. Енергетика доквілля (теплові насоси).**

Потенціал в Україні та світі. Особливості використання. Переваги та недоліки. Вплив на електроенергетичні системи.

**Тема 12. Воднева енергетика.**

Способи використання потенціалу водню. Перспективи впровадження та широкого розповсюдження. Переваги та недоліки енергетики з використанням водню.

**Тема 13. Створення математичних та комп'ютерних моделей функціонування відновлюваних джерел енергії.**

Прогнозування виробництва енергії на основі відновлюваних джерел. Застосування статистичних даних та створення математичних та комп'ютерних моделей на їх основі.

**Тема 14. Комплексні енергосистеми на базі відновлюваних джерел енергії.**

Створення комплексних енергетичних систем з потрібними параметрами на основі відновлюваних джерел енергії. Склад та функціонування комплексних енергосистем. Проблеми їх проектування та розвитку.

**Тема 15. «Розумні електричні мережі» та їх застосування для вирішення проблем впровадження відновлюваної енергетики.**

Надійність систем електропостачання з використанням відновлюваних джерел енергії та засоби її підвищення. «Розумні електричні мережі» та сучасне обладнання для їх реалізації.

### **Теми практичних занять**

**Тема 1. Моделювання сучасних ГЕС.**

Дослідження роботи ГЕС в різних умовах за допомогою бібліотеки SPS пакету MATLAB.

**Тема 2. Вибір та розрахунок параметрів фотоелектричних СЕС.**

Вибір типу та місця розташування СЕС. Розрахунок проектних параметрів СЕС та вибір обладнання СЕС. Техніко-економічне обґрунтування будівництва СЕС.

**Тема 3. Моделювання сучасних ВЕС.**

Комп'ютерне моделювання ВЕС різного типу та їх особливості роботи. Дослідження роботи ВЕС в різних умовах за допомогою бібліотеки SPS пакету MATLAB.

**Тема 4. Використання водню, як джерела енергії.**

Комп'ютерне моделювання за допомогою бібліотеки SPS пакету MATLAB паливних комірок на основі використання водню та особливості їх роботи. Визначення необхідного ресурсу енергоносія на основі водню для забезпечення роботи енергетичної установки.

**Тема 5. Застосування теплового насоса для тепlopостачання будівель..**

Визначення необхідних параметрів теплового насоса та теплоносія для забезпечення потреб у тепловій енергії. Визначення необхідних параметрів теплового насоса та теплоносія для забезпечення потреб у тепловій енергії

### **Теми лабораторних робіт**

Лабораторні роботи в рамках навчальної дисципліни не передбачені

### **Самостійна робота**

Курс передбачає виконання індивідуального розрахункового завдання з моделювання відновлюваних джерел енергії та підключення їх до енергосистеми. Результати розрахунків, опис моделей та результати експериментів з розробленою моделлю надаються в письмовому звіті.

## **Література та навчальні матеріали**

Основна література

1. Anzalchi, Arash, "Advanced Solutions for Renewable Energy Integration into the Grid Addressing Intermittencies, Harmonics and Inertial Response" (2017). FIU Electronic Theses and Dissertations. 3506.
2. Забезпечення стійкості енергосистем та їх об'єднань: За заг. ред. акад. НАН України О.В. Кириленка / Інститут електродинаміки НАН України. – К.: Ін-т електродинаміки НАН України, 2018. – 320 с.
3. Фотоэлектрические системы : учеб. пособие / Д. М. Косатый, И. Н. Кудрявцев, К. В. Махотило. - Х. : [НТМТ], 2014. - 399 с.
4. Conceptual survey of Generators and Power Electronics for Wind Turbines L. H. Hansen, L. Helle, F. Blaabjerg, E. Ritchie, S. MunkNielsen, H. Bindner, P. Sørensen and B. Bak-Jensen. Risø National Laboratory, Roskilde, Denmark December 2001 P.105.

Додаткова література

- 1 European Network of Transmission System Operators for Electricity Supporting Document for the Network Code on Load-Frequency Control and Reserves 2013 P. 156.
2. Handbook of Power Quality John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex PO19 8SQ, England 2008, 618p.
3. <https://www.mathworks.com/help/sps/renewable-energy.html>
4. <https://www.mathworks.com/help/sps/power-grids.html>

## Система оцінювання

### Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

Бали нараховуються за наступним співвідношенням:

- практичні заняття: 20% семестрової оцінки;
- модульні контрольні: 20% семестрової оцінки;
- самостійна робота: 30% семестрової оцінки за виконання розрахункового завдання;
- іспит: 30% семестрової оцінки

Іспит - письмове завдання (два теоретичних питання та одне практичне) та усна доповідь.

### 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

Дата погодження, підпис

Завідувач кафедри  
Олександр ЛАЗУРЕНКО

Дата погодження, підпис

Гарант ОП  
Олександр СЕРЕДА