



Силабус освітнього компонента Програма навчальної дисципліни



Системи накопичення енергії

Шифр та назва спеціальності

141 -«Електроенергетика, електротехніка, та електромеханіка»

Інститут

ІНІ енергетики, електроніки та електромеханіки

Освітня програма

Електроенергетика, електротехніка, та електромеханіка

Кафедра

Електричні станції (130)

Рівень освіти

Доктор філософії

Тип дисципліни

Вибіркова

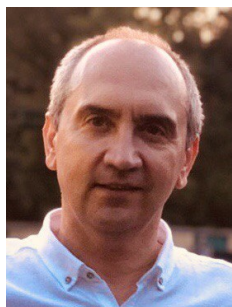
Семестр

3

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники



Мельников Георгій Ігорович

Heorhii.Melnykov@khp.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 пристроїв накопичення та зберігання енергії, а також з 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 систем накопичення енергії та методів розрахунку потужності і їх впливу на функціонування електроенергетичних систем.

Формат занять

Лекції, практичні заняття, консультації. Підсумковий контроль - екзамен

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 відновлювальних 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 відновлювальної енергетики.

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

«Теоретичні основи електротехніки», «Промислова електроніка», «Моделювання електромеханічних та електроенергетичних систем та пристроїв», «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 систем накопичення 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 систем накопичення енергії в наш час.

Тема 1. Вступ.

Загальна характеристика дисципліни. Надійність відновлювальних джерел електроенергії.

Балансування потужності в енергосистемах. Методи та шляхи вирішення проблеми.

Графіки навантаження. Системи накопичення енергії та їх застосування з відновлювальними джерелами енергії.

Тема 2. Види систем накопичення енергії.

Історія розвитку. Порівняльна характеристика різних систем накопичення енергії та області їх застосування. Основні параметри для порівняння.

Тема 3. Системи накопичення енергії в електроенергетичних системах.

Світовий досвід використання різних систем накопичення енергії та їх потенціал. Ефективне використання систем накопичення енергії. Проблеми та переваги використання перед іншими засобами регулювання балансу активної потужності в енергосистемах.

Тема 4. Гідроакумулюючі електричні станції ГАЕС.

Гідроелектростанції в електроенергетичних системах та їх ефективне використання.

Математичне та комп'ютерне моделювання гідроелектростанцій при роботі в системі. Основні параметри ГАЕС. КПД ГАЕС. Переваги та недоліки ГАЕС..

Тема 5. Акумуляування електричної енергії за допомогою суперконденсаторів та індуктивних накопичувачів енергії.

Принципи роботи накопичувачів та їх недоліки та переваги. Світовий досвід використання суперконденсаторів та індуктивних накопичувачів енергії. Підєднання до енергосистем.

Перспективи розвитку.

Тема 6. Електрохімічні системи накопичення енергії в електроенергетичних системах.

Світовий досвід використання та потенціал. Особливості підключення електрохімічних балансуючих станцій до електроенергетичних систем та керування ними.

Тема 7. Регулювання активної та реактивної потужності та напруги в системі.

Засоби регулювання активної та реактивної потужності при використанні накопичувачів енергії.

Математичне та комп'ютерне моделювання роботи електрохімічних балансуючих станцій в електроенергетичних системах.

Змістовий модуль 2. Проблеми та перспективи розвитку систем накопичення енергії та їх застосування в енергосистемах.

Тема 8. Системи акумуляування на основі використання кінетичної механічної енергії.

Способи їх підключення до енергосистем та методи використання. Основні параметри та характеристики таких систем. Переваги та недоліки.

Тема 9. Системи акумуляування на основі використання потенціальної механічної енергії.

Способи їх підключення до енергосистем та методи використання. Основні параметри та характеристики таких систем. Переваги та недоліки.

Тема 10. Системи акумуляування на основі використання енергії стисненого повітря.

Способи їх підключення до енергосистем та методи використання. Основні параметри та характеристики таких систем. Переваги та недоліки.

Тема 11. Економічні аспекти використання систем накопичення енергії в електроенергетичних системах.

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

Тема 12. Воднева енергетика.

Воднева енергетика, як засіб накопичення надлишкових енергоресурсів з наступним використанням. Способи використання потенціалу водню. Перспективи впровадження та широкого розповсюдження. Переваги та недоліки енергетики з використанням водню.

Тема 13. Виробництво енергоносіїв, як засіб накопичення надлишкової енергії.

Виробництво енергоносіїв, як засіб накопичення надлишкової енергії з відновлювальних джерел з наступним використанням в різноманітних технологічних процесах. Прогнозування виробництва енергії на основі відновлювальних джерел.

Тема 14. Концепція використання збалансованих енерговузлів для побудови енергосистем.

Створення комплексних енерговузлів з потрібними параметрами на основі відновлювальних джерел енергії та акумулюючих балансуючих електростанцій. «Розумні електричні мережі» та сучасне обладнання для їх реалізації. Склад та функціонування комплексних енерговузлів. Проблеми їх проектування та розвитку. «Розумні електричні мережі» та їх застосування для вирішення проблем впровадження відновлювальної енергетики.

Тема 15. Системи накопичення теплової енергії.

Види систем накопичення теплової енергії. Системи накопичення теплової енергії з її наступним використанням та їх застосування в побуті та промисловості. Переваги та недоліки. Проблеми використання.

Теми практичних занять

Тема 1. Світовий досвід використання систем накопичення енергії в електроенергетичних системах.

Основні параметри систем накопичення енергії. Вартість, вага, об'єм, час використання, кількість циклів перезаряду. Деградація параметрів накопичувачів енергії.

Тема 2. Розрахунок параметрів накопичувачів.

Розрахунок параметрів електрохімічних та конденсаторних систем накопичення енергії з заданими характеристиками.

Тема 3. Регулювання активної та реактивної потужності та напруги в системі з електрохімічними та конденсаторними накопичувачами енергії.

Підключення до споживачів енергії або до енергосистеми. Засоби керування потужністю. Вплив на якість електроенергії та на напругу. Комп'ютерне моделювання систем накопичення енергії.

Тема 4. Механічні системи накопичення енергії.

Розрахунок параметрів систем накопичення механічної енергії та енергії стисненого повітря з заданими характеристиками.

Тема 5. Використання водню, як джерела енергії.

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

Теми лабораторних робіт

Лабораторні роботи в рамках навчальної дисципліни не передбачені

Самостійна робота

Курс передбачає виконання індивідуального розрахункового завдання з моделювання відновлювальних 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.

2. Шелест М. Б., Гайда П. І. Основи будови та експлуатації акумуляторних батарей : навч. посіб. Суми: Сум. держ. ун-т, 2014, 210 с.

3. Study of the effectiveness of an advanced adiabatic pneumatic accumulation system / Performance Study of an Advanced Adiabatic Compressed Air Energy Storage System. Hamidreza Mozayenia, Michael Negnevitskya, Xiaolin Wanga, Feng Caob, Xueyuan Pengb. 2017.

4. Virtual energy storage systems for smart grids. June 2016/ Virtual Energy Storage System for Smart Grids. Meng Cheng, Saif Sabah Sami, Jianzhong Wu. June 2016.

5. Xuesong Z, Yitong L, Youjie M. The overview of energy storage technology, Presented at: 2015 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation (ICMA).

6. Tian X, Muyi L, Peng Z, Liting T, Xiaohui Q, Ning A, Modeling and Simulation of Battery Energy Storage System (BESS) Used in Power System, Presented at: 2015 5th International Conference on Electric Utility Deregulation and Restructuring and Power Technologies (DRPT).

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>

5. Електроний ресурс Української асоціації відновлюваної енергетики <https://uare.com.ua/>

6. Електроний ресурс з акумулявання енергії https://energiewetra.at.ua/index/akkumulirovanie_enerгии/

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