



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



Технології акумулювання та маневрування в енергосистемі

Шифр та назва спеціальності

141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Інститут

ННІ Енергетики, електроніки та електромеханіки

Освітня програма

Електроенергетика

Кафедра

Електричні станції (130)

Рівень освіти

Магістр

Тип дисципліни

Спеціальна (фахова), Обов'язкова

Семестр

9

Мова викладання

Українська, англійська

Викладачі, розробники



Івахнов Андрій Віталійович

andrii.ivakhnov@kpi.edu.ua

Асистент кафедри електричні станції

Автор та співавтор більше 20 наукових та методичних праць. Курси: "Технології акумулювання та маневрування в енергосистемі", "Сучасні технології генерування електричної енергії", "Облік та вимірювання параметри в енергоносіїв", "Системи відновлювальної енергетики та вторинні енергоресурси", "Моделювання процесів в енергетиці".

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Дисципліна спрямована на оволодіння теоретичних основ існуючих та перспективних систем акумулювання та маневрування в енергосистемі, методів їх розрахунків та моделювання.

Мета та цілі дисципліни

Формування уявлення про фізичні процеси, що протікають в електричних системах при зміні режимів їх роботи; формування умінь математичного описання і аналізу цих процесів; формування навиків використання обчислювальної техніки для моделювання та детального дослідження об'єктів електроенергетики. Формування вміння аналізувати процеси в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні і відповідних комплексів і систем.

Формат занять

Лекції, лабораторні роботи, практичні роботи, самостійна робота. Індивідуальне завдання реферат. Підсумковий контроль – іспит.

Компетентності

ФК 3. Здатність використовувати базові знання з загальної фізики, вищої математики, теоретичних основ електротехніки та електротехнічних матеріалів для вирішення практичних задач в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ФК 6. Здатність використовувати знання з основ електромеханіки: теорії електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу для вирішення практичних задач в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ФК 8. Здатність використовувати сучасні методи розрахунків, моделювання та аналізу режимів роботи електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання і проектування електроенергетичних та електромеханічних систем.

ФК 12. Здатність до вивчення та аналізу науково-технічної інформації в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ФК 13. Здатність виконувати експериментальні (модельні) дослідження режимів роботи електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання.

ФКс 16. Отримання та використання професійних знань та розумінь, пов'язаних з процесами передачі, розподілу електроенергії і електропостачання з дотриманням заданих параметрів технологічних процесів і якості електроенергії.

Результати навчання

ПР 01. Знаходити варіанти підвищення енергоефективності та надійності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання й відповідних комплексів і систем.

ПР 03. Опанувати нові версії або нове програмне забезпечення, призначене для комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах.

ПР 05. Аналізувати процеси в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні і відповідних комплексах і системах.

ПР 07. Володіти методами математичного та фізичного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах.

ПР 10. Презентувати матеріали досліджень на міжнародних наукових конференціях та семінарах, присвячених сучасним проблемам в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ПР 14. Дотримуватися принципів та напрямів стратегії розвитку енергетичної безпеки України.

ПР 16. Дотримуватися принципів та правил академічної доброчесності в освітній та науковій діяльності.

ПР 20. Виявляти основні чинники та технічні проблеми, що можуть заважати впровадженню сучасних методів керування електроенергетичними, електротехнічними та електромеханічними системами.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредитів ECTS): лекції – 32 год., лабораторні роботи – 16 год., практичні роботи 16 год., самостійна робота – 56 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Дисципліни підготовки рівня бакалавр за спеціальністю 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка".

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій. На практичних заняттях використовується проєктний підхід до навчання, акцентується увага на застосуванні інформаційних технологій. Навчальні матеріали доступні студентам через OneNote Class Notebook.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1. Вступ. Маневрування в електроенергетичній мережі

Поняття балансу. Необхідний простір для маневрування. Ринки електричної енергії. Інноваційні технології акумулювання електричної енергії.

Тема 2. Маневрування традиційних електростанцій (ТЕС, ГЕС, АЕС)

Визначення традиційної генерації. Характеристика регулюючих можливостей різних типів електростанцій. Інерційність. Маневреність АЕС. Маневреність ТЕС. Маневреність ГЕС.

Тема 3. Газотурбінні установки

Загальні відомості про ГТУ. Схема роботи ГТУ із згорянням палива при постійному тиску. Майбутнє ГТУ.

Тема 4. Технології акумулювання, їх різновиди

Види систем накопичення. Системні накопичувачі електроенергії. Паливні комірочки. Проточні редокс акумулятори. Суперконденсатори. Гідроакумулюючі електростанції. Пневмоакумулятори. Індуктивні напівпровідникові накопичувачі. Можливості застосування. Гібридні системи накопичення.

Тема 5. Механічні накопичувачі Гідроакумулюючі електростанції

Принципові схеми роботи. Основні енергетичні параметри. Режими роботи в об'єднаній енергосистемі.

Тема 6. Механічні накопичувачі Пневмоакумулятори

Загальні відомості. Основні параметри. Драйвери розвитку. Пілотні проекти. Поточні результати.

Тема 7. Механічні накопичувачі Супермаховики

Загальні відомості. Огляд характеристик та специфіки. Сучасні тенденції розвитку. Поточні результати.

Тема 8. Електромагнітні накопичувачі Індуктивні напівпровідникові накопичувачі.

Енергія котушки індуктивності. Важливість ІНН. Принцип роботи. Поточні результати.

Тема 9, 10. Електрохімічні накопичувачі Акумуляторні батареї

Загальні відомості про хімічні акумулятори. Малодоглядні свинцево-кислотні акумулятори. Відомості про створення літєвих акумуляторів. Акумулятори з металевим літєвим анодом. Літій-іонні акумулятори. Нанотехнології в літій-іонних акумуляторах. Особливості конструкції літєвих акумуляторів. Характеристики літій-іонних акумуляторів. Літєві акумулятори з полімерним електролітом. Утилізація літєвих акумуляторів.

Тема 11. Електрохімічні накопичувачі - Суперконденсатори

Основні відомості. Основні параметри. Пілотні проекти. Драйвери розвитку. Поточні результати.

Тема 12. Електрохімічні накопичувачі - Паливні комірочки

Основні відомості. Що таке паливна комірочка. Принцип дії. Історія розвитку в Україні. Застосування. Автономні паливно-комірочані джерела електричного струму. Властивості паливно-комірочаних АДС.

Тема 13. Електрохімічні накопичувачі - Проточні редокс-акумулятори

Принцип роботи. Використання в світі. Деградація редокс-акумуляторів. Проточна батарея з органічними компонентами.

Теми практичних занять

Тема 1. Аспекти маневрування в енергосистемі

Тема 2. Особливості газотурбінних установок

Тема 3. Фотоелектричні електростанції, розрахунок ефективності використання з та без акумулювання

Тема 4. Порівняння мережевих накопичувачів електроенергії

Тема 5. Розрахунок показників супермаховиків

Тема 6. Розрахунок показників ГАЕС

Тема 7. Дослідження встановлення свинцевих акумуляторів в режим заряду для відновлення його ємності

Тема 8. Дослідження проточних редокс-акумуляторів

Теми лабораторних робіт

Лр-1. Дослідження особливостей технологічного циклу теплової електростанції (ТЕС).

Лр-2. Дослідження ефективності використання фотоелектричної електростанції.

Лр-3. Вивчення будови свинцевих і лужних акумуляторів. Встановити акумулятор в режим заряду для відновлення його ємності.

Лр-4. Дослідження Літійєвих акумуляторів.

Самостійна робота

До самостійної роботи входить: Опрацювання лекційного матеріалу; Підготовка до практичних занять; Виконання індивідуального завдання.

Індивідуальне завдання - реферат. Виконується на задану тему. Студент повинний поглиблено розібратися за темою реферату: Дослідити актуальність питання;

Навести основні принципи роботи пристроїв зазначених в темі; Навести приклади застосування вже існуючих (за наявності) пристроїв зазначених в темі; Зробити самостійний висновок доцільності застосування пристроїв зазначених в темі, з наведенням переваг та недоліків; В кінці оформити, за використаними в роботі цитуваннями, згідно ВАК список використаних джерел інформації. Робота представляється у виді пояснювальної записки на 10-30 сторінок: Титульний аркуш; Зміст; Перелік умовних позначень та скорочень; Вступ; Основна частина; Висновки; Список джерел інформації.

Література та навчальні матеріали

Основна література

1. Advanced Power Generation Systems - 1st Edition [Electronic resource]. URL: <https://www.elsevier.com/books/advanced-power-generation-systems/dincer/978-0-12-383860-5> (accessed: 27.08.2021).
2. Electrochemical Energy Conversion and Storage Systems for Future Susta [Electronic resource]. URL: https://www.routledge.com/Electrochemical-Energy-Conversion-and-Storage-Systems-for-Future-Sustainability/Samantara-Ratha/p/book/9781771888851?utm_source=cjaffiliates&utm_medium=affiliates&cjevent=3fee33a2072511ec801f7db80a180514 (accessed: 27.08.2021).
3. Energy Storage for Power System Planning and Operation | Wiley [Electronic resource] // Wiley.com. URL: <https://www.wiley.com/en-al/Energy+Storage+for+Power+System+Planning+and+Operation-p-9781119189084> (accessed: 27.08.2021).
4. Fundamentals of Thermal and Nuclear Power Generation - 1st Edition [Electronic resource]. URL: <https://www.elsevier.com/books/fundamentals-of-thermal-and-nuclear-power-generation/koizumi/978-0-12-820733-8> (accessed: 27.08.2021).
5. Handbook of Energy Storage - Demand, Technologies, Integration | Michael Sterner | Springer [Electronic resource]. URL: <https://www.springer.com/gp/book/9783662555033> (accessed: 27.08.2021).
6. Mechanical Energy Storage for Renewable and Sustainable Energy Resources | SpringerLink [Electronic resource]. URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-33788-9> (accessed: 27.08.2021).
7. Mechanical Energy Storage Technologies - 1st Edition [Electronic resource]. URL: <https://www.elsevier.com/books/mechanical-energy-storage-technologies/arabkoohsar/978-0-12-820023-0> (accessed: 27.08.2021).
8. Novel Electrochemical Energy Storage Devices: Materials, Architectures, and Future Trends | Wiley [Electronic resource] // Wiley.com. URL: <https://www.wiley.com/en-ae/Novel+Electrochemical+Energy+Storage+Devices%3A+Materials%2C+Architectures%2C+and+Futur e+Trends-p-9783527821068> (accessed: 27.08.2021).
9. Sallam A.A., Malik O.P. Power Grids with Renewable Energy: Storage, integration and digitalization. IET Digital Library, 2020.
10. Renewable energy conversion systems - 1st Edition [Electronic resource]. URL: <https://www.elsevier.com/books/renewable-energy-conversion-systems/kamran/978-0-12-823538-6> (accessed: 27.08.2021).

11. Renewable-Energy-Driven Future - 1st Edition [Electronic resource]. URL: <https://www.elsevier.com/books/renewable-energy-driven-future/ren/978-0-12-820539-6> (accessed: 27.08.2021).
12. Smart Energy Grid Engineering - 1st Edition [Electronic resource]. URL: <https://www.elsevier.com/books/smart-energy-grid-engineering/gabbar/978-0-12-805343-0> (accessed: 27.08.2021).
13. Thermal, Mechanical, and Hybrid Chemical Energy Storage Systems - 1st Edition [Electronic resource]. URL: <https://www.elsevier.com/books/thermal-mechanical-and-hybrid-chemical-energy-storage-systems/brun/978-0-12-819892-6> (accessed: 27.08.2021).

Додаткова література

1. Федорчук С.О. et al. Моделювання розподілених енергетичних систем на базі відновлюваних джерел енергії // Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку - PEMS'17. 2017.
2. Ивахнов А.В., Лазуренко О.П., Федорчук С.О. Моделювання системи накопичення електроенергії як високоманевреної потужності з застосуванням в різних вузлах енерго-системи // Modelling of energy storage systems as highly-maneuvering power by using it in various nodes of power grid. ФОРП Панов А. М., 2018. № 195.
3. Ивахнов А.В., Лазуренко А.П. Підвищення резервів балансуєчих потужностей енергосистеми за рахунок застосування електричних акумуляторів. Национальный техниче-ский университет "Харьковский политехнический институт," 2017. Vol. Частина 2.
4. Лазуренко А.П., Кругол Н.М., Ивахнов А.В. Повышение резервов балансирующих мощностей энергосистемы Украины за счет применения электрических аккумуляторов. Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт," 2017.
5. Ивахнов А.В., Федорчук С.О., Лазуренко О.П. Системи акумуляування електроенергії, аналіз можливостей та їх поєднання для застосування в енергосистемі // Power storage systems, opportunities analysis and their combinations for use in the power system. Національ-ний технічний університет "Харківський політехнічний інститут," 2018. № №10(1286).
6. Fedorchuk S. et al. Optimization of Storage Systems According to the Criterion of Minimizing the Cost of Electricity for Balancing Renewable Energy Sources // 2020 IEEE KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek). 2020. P. 519–525.

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

Опис структури підсумкової оцінки, обов'язкових завдань та процедури нарахування балів, особливо звертаючи увагу на самостійну роботу та індивідуальні завдання.

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
Галина ОМЕЛЯНЕНКО