



Стан та перспективи розвитку електроенергетики та електромеханіки

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

| | |
|---|--|
| Рівень вищої освіти | <i>Другий (магістерський)</i> |
| Галузь знань | <i>14 «Електрична інженерія»</i> |
| Спеціальність | <i>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</i> |
| Освітня програма | <i>Електроенергетика та електромеханіка</i> |
| Статус дисципліни | <i>Обов'язкова (нормативна)</i> |
| Форма навчання | <i>Очна (денна)</i> |
| Рік підготовки, семестр | <i>I курс, осінній семестр</i> |
| Обсяг дисципліни | <i>150 годин / 5 кредитів ECTS (36 годин – лекцій, 36 годин – практик, 78 годин СРС)</i> |
| Семестровий контроль/ контрольні заходи | <i>Екзамен/МКР</i> |
| Розклад занять | <i>http://roz.kpi.ua</i> |
| Мова викладання | <i>Українська</i> |
| Інформація про керівника курсу / викладачів | <i>Лектори: д.т.н. Шаповал Іван Андрійович к.т.н. Баженов Володимир Андрійович Практичні заняття: д.т.н. Шаповал Іван Андрійович</i> |
| Розміщення курсу | <i>https://classroom.google.com/c/NTUxNzU1MTA0NTg3?cjc=2lxryhi</i> |

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Програму навчальної дисципліни «Стан та перспективи розвитку електроенергетики та електромеханіки» складено відповідно до освітньо-наукової програми «Електроенергетика та електромеханіка» підготовки магістрів спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів бази теоретичних знань, умінь, навичок та компетентностей необхідних для розуміння стану та перспектив розвитку електроенергетики та електромеханіки.

Предмет навчальної дисципліни – історія розвитку та сучасного стану наукових знань за спеціальністю; основні концепції оптимізації розвитку електроенергетичних та електромеханічних систем; теоретичні та практичні проблеми в електроенергетичних та електромеханічних системах; концептуальні та методологічні засади в галузі енергетики та електромеханіки щодо підвищення ефективності розвитку та експлуатації складних електротехнічних та електротехнологічних установок і систем.

Програмні компетентності:

ЗКОБ. Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями.

ФК03. Здатність планувати, організовувати та проводити наукові дослідження в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ФК17. Здатність до усвідомлення сучасного стану та розуміння перспектив розвитку електроенергетики та електромеханіки.

Програмні результати навчання:

ПРН01. Знаходити варіанти підвищення енергоефективності та надійності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання й відповідних комплексів і систем.

ПРН11. Обґрунтовувати вибір напряму та методики наукового дослідження з урахуванням сучасних проблем в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ПРН21. Аналізувати поточний стан електроенергетики та електромеханіки, розуміти та оцінювати напрямки та перспективи їх розвитку.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Пререквізити. *Дисципліна «Стан та перспективи розвитку електроенергетики та електромеханіки» є першою в структурно-логічній схемі освітньої програми. Для успішного засвоєння дисципліни необхідні також знання, отримані на бакалаврському рівні в рамках спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.*

Постреквізити. *Компетенції, знання та уміння, одержані в процесі вивчення дисципліни є необхідними для подальшого вивчення дисциплін «Моделювання та оптимізація електроенергетичних та електромеханічних систем» та «Міждисциплінарне проектування електроенергетичних та електромеханічних систем».*

3. Зміст навчальної дисципліни

Тема1. Електроенергетичні системи. Загальні положення. Особливості сучасної електроенергетики України. Тенденції та закономірності розвитку електроенергетики та електромеханіки.

Тема2. Критерій оптимальності розвитку енергосистем. Математичні моделі для оптимізації розвитку електроенергетичних систем.

Тема3. Задачі оптимізації розвитку генеруючих потужностей та електричних мереж енергосистем. Лінійні моделі оптимізації потужностей..

Тема4. Характеристика симплекс-методу рішення задачі лінійного програмування. Основні етапи рішення - відшукання опорного й оптимального планів

Тема5. Сучасний стан та перспективи розвитку вітроенергетики, сонячної енергетики та гідроелектроенергетики.

Тема6. Океанічні та геотермальні відновлювальні енергетичні системи.

Тема7. Паливні елементи та їх застосування в енергетичних системах.

Тема8. Перспективні технології розподіленої генерації.

Тема9. Перспективні технології підвищення якості електроенергії.

Тема10. Застосування гнучких систем передачі змінного струму (FACTS) у SmartGrid.

Тема11. Системи генерування електроенергії на базі машини подвійного живлення.

Тема12. Функції та структура автоматизованого електроприводу.

Тема13. Тенденції розвитку асинхронного електроприводу.

Тема14. Тенденції розвитку синхронного електроприводу.

Тема15. Сучасний стан та перспективи розвитку систем керування електроприводом.

Тема16. Сучасний стан та перспективи розвитку електричного автомобільного транспорту.

Тема17. Тягові електродвигуни для електричних транспортних засобів.

Тема18. Сучасний стан та перспективи розвитку інфраструктури автомобільного електротранспорту.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базові джерела:

1. Баженов В. А., Шаповал І. А. Стан та перспективи розвитку електроенергетики та електромеханіки. Електронне мережне навчальне видання. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 100 с.
2. Відновлювані джерела енергії / За заг. ред. С.О. Кудрі. Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАН України, 2020, 392 с.
3. Видмиш А.А., Ярошенко Л.В.. Основи електропривода. Теорія та практика. Частина 1. Навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ, 2020. 387 с.+ Василега П.О. Електропривод робочих машин : підручник / П. О. Василега. – Суми : Сумський державний університет, 2022. – 290 с.
4. Комплекси генерування електроенергії з функціями компенсації реактивної потужності та активної фільтрації на базі машини подвійного живлення. Монографія / Шаповал І.А., Михальський В.М., Артеменко М.Ю., Поліщук С.Й., Чопик В.В. Київ, Інститут електродинаміки НАН України, 2020, 241 с.

Додаткові джерела:

1. Основи вітроенергетики: підручник / Г. Півняк, Ф. Шкрабець, Н. Нойбергер, Д. Ципленков ; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. Д.: НГУ, 2015. 335 с.
2. Енергетична електроніка: навчальний посібник / О.О. Шавьолкін, К. : КНУТД, 2017, 396 с.
3. Михальський В.М. Засоби підвищення якості електроенергії на вході і виході перетворювачів частоти та напруги з широтно-імпульсною модуляцією. Київ, Інститут електродинаміки НАН України, 2013, 340 с.
4. Thomas Valone The Future of Energy: Challenges, Perspectives, and Solutions. Nova Science Publishers, Inc. 2020, 323 p.
5. Сиротюк С.В., Боярчук В.М., Гальчак В.П. Альтернативні джерела енергії. Енергія вітру: навч. посіб. Львів : Магнолія 2006, 2018. 182 с.
6. Єрохов В.Ю. Альтернативна енергетика з використанням сонячних елементів : навч. вид. Нац. ун-т "Львів. політехніка". Львів : Сполом, 2015. 116 с.
7. Нетрадиційні джерела енергії: теорія і практика : монографія. Й.С. Мисак, І.М. Озарків, М.Г. Адамовський та ін. ; за ред. Й.С. Мисака, І.М. Озарківа ; М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. ун-т "Львів. політехніка", Нац. лісотехн. ун-т України. Л. : НВФ "Укр. технології", 2013. 356 с.
8. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи. За ред. М.Г. Поповича. К.: Либідь, 2005. 672 с.
9. Толочко О.І. Моделювання електромеханічних систем. Математичне моделювання систем асинхронного електроприводу: навчальний посібник. Київ, НТУУ «КПІ», 2016. 150 с.
10. Баженов В.А. Моделі оптимального розвитку енергосистем. Навчальний посібник. Рекомендовано Методичною радою КПІ імені Ігоря Сікорського (протокол №5 від 26.05.2022р.) для здобувачів ступеня бакалавра спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, Київ, 2022, 70с.

Інтернет-ресурси:

1. Гаднадь І. Тар К., Молнар Й. Сучасний стан та перспективи розвитку вітрової енергетики у світі, Європі та в Україні, зокрема на Закарпатті. Український географічний журнал. 2020. № 1. С. 59-70. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/UGJ_2020_1_10.

2. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України [Електронний ресурс]. URL: <https://sae.gov.ua>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Лекційні заняття

| № з/п | Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела) |
|-------|---|
| 1 | Тема 1. Електроенергетичні системи. Загальні положення. Особливості сучасної електроенергетики України. Тенденції та закономірності розвитку електроенергетики та електромеханіки. Література[1] - [6]. |
| 2 | Тема 2. Критерій оптимальності розвитку енергосистем. Математичні моделі для оптимізації розвитку електроенергетичних систем. Література [1] - [5], [8]. |
| 3 | Тема 3. Задачі оптимізації розвитку генеруючих потужностей та електричних мереж енергосистем. Лінійні моделі оптимізації потужностей. Література [1] - [4], [7]. |
| 4 | Тема 4. Характеристика симплекс-методу рішення задачі лінійного програмування. Основні етапи рішення - видшукування опорного й оптимального планів. Література [1] - [4], [7]. |
| 5 | Тема 5. Сучасний стан та перспективи розвитку вітроенергетики Сучасний стан та перспективи розвитку сонячної енергетики Сучасний стан та перспективи розвитку гідроелектроенергетики. Література [1] - [4], [8]. |
| 6 | Тема 6. Океанічні та геотермальні відновлювальні енергетичні системи. Література[1] - [4], [7], [8]. |
| 7 | Тема 7. Паливні елементи та їхнє застосування в енергетичних системах. Література [7], [8]. |
| 8 | Тема 8. Перспективні технології розподіленої генерації. Література [1] - [4], [7], [8]. |
| 9 | Тема 9. Перспективні технології підвищення якості електроенергії. Література [1] - [4], [7], [8]. |
| 10 | Тема 10. Застосування гнучких систем передачі змінного струму (FACTS) у SmartGrid. Література [1] - [4], [7], [8]. |
| 11 | Тема 11. Системи генерування електроенергії на базі машини подвійного живлення. Література [1] - [4], [7], [8]. |
| 12 | Тема 12. Функції та структура автоматизованого електроприводу. Література [1] - [4], [7], [8]. |
| 13 | Тема 13. Тенденції розвитку асинхронного електроприводу. Література [1] - [4], [7], [8]. |
| 14 | Тема 14. Тенденції розвитку синхронного електроприводу. Література [1] - [4], [7], [8]. |
| | Тема 15. Сучасний стан та перспективи розвитку систем керування |

| | |
|----|---|
| 15 | <i>електроприводом. Література [1] - [4], [7], [8].</i> |
| 16 | Тема 16. <i>Сучасний стан та перспективи розвитку електричного автомобільного транспорту. Література [1] - [4], [7], [8].</i> |
| 17 | Тема 17. <i>Тягові електродвигуни для електричних транспортних засобів. Література [1] - [4], [7], [8].</i> |
| 18 | Тема 18. <i>Сучасний стан та перспективи розвитку інфраструктури автомобільного електротранспорту. Література [1] - [4], [7], [8].</i> |

Практичні заняття

| <i>№ з/п</i> | <i>Назва теми заняття та перелік основних питань</i> |
|--------------|---|
| 1 | <i>Практичне заняття No 1. Лінійна модель оптимізації структури генеруючих потужностей. Лінійна модель структури генеруючих потужностей. Суть оптимізації структури генеруючих потужностей.</i> |
| 2 | <i>Практичне заняття No 2. Симплекс-метод. Основні поняття та положення симплекс-методу.</i> |
| 3 | <i>Практичне заняття No 3. Симплекс-метод. Приклад оптимізації структури генеруючих потужностей за допомогою симплекса-методу</i> |
| 4 | <i>Практичне заняття No 4. Симплекс-метод. Приклад оптимізації структури генеруючих потужностей за допомогою симплекса-методу</i> |
| 5 | <i>Практичне заняття No 5. Розрахунок кінетичної енергії вітрового потоку. Основні поняття та залежності з розрахунку кінетичної енергії вітрового потоку.</i> |
| 6 | <i>Практичне заняття No 6. Розрахунок вітрогенератора. Основні поняття. Вихідні дані. Послідовність розрахунку.</i> |
| 7 | <i>Практичне заняття No 7. Розрахунок енергетичного потенціалу приливної енергії океанічного басейну. Основні залежності. Енергетичний потенціал приливної енергії.</i> |
| 8 | <i>Практичне заняття No 8. Розрахунок експлуатаційних витрат вітро дизельної установки. Основні поняття. Розрахунок експлуатаційних витрат вітро дизельної установки.</i> |
| 9 | <i>Практичне заняття No 9. Розрахунок параметрів сонячної електростанції баштового типу. Параметри сонячної електростанції. Розрахунок параметрів. МКР1.1.</i> |
| 10 | <i>Практичне заняття No 10. Побудова природної механічної характеристики асинхронного двигуна. Залежності для побудови характеристики. Характерні точки механічної характеристики.</i> |
| 11 | <i>Практичне заняття No 11. Побудова енергетичної діаграми асинхронного двигуна. Енергетична діаграма. Вихідні дані. Розрахунок енергетичної діаграми двигуна.</i> |
| 12 | <i>Практичне заняття No 12. Визначення перевантажувальної здатності синхронного генератора. Основні залежності. Перевантажувальна здатність синхронного генератора.</i> |

| | |
|----|--|
| | <i>Послідовність визначення перевантажувальної здатності.</i> |
| 13 | <i>Практичне заняття No 13. Розрахунок силової частини перетворювача. Частина 1. Основні характеристики перетворювача. Основні залежності для розрахунку.</i> |
| 14 | <i>Практичне заняття No 14. Розрахунок силової частини перетворювача. Частина 2. Послідовність розрахунку силової частини перетворювача.</i> |
| 15 | <i>Практичне заняття No 15. Вітроенергетична установка з синхронним генератором на постійних магнітах. Основні характеристики вітроустановки з синхронним генератором на постійних магнітах.</i> |
| 16 | <i>Практичне заняття No 16. Модель мережевої системи сонячних батарей. Основні характеристики сонячних батарей. Модель мережевої системи сонячних батарей.</i> |
| 17 | <i>Практичне заняття No 17. Модель мікромережі. Основні поняття, характеристики та властивості мікромережі. Модель мікромережі.</i> |
| 18 | <i>Практичне заняття No 18. Модель роботи електромобіля. Основні характеристики електромобіля. Моделі роботи електромобіля. МКР1.2.</i> |

Модульна контрольна робота

Метою модульної контрольної роботи є закріплення та перевірка теоретичних знань із дисципліни, набуття студентами практичних навичок самостійного вирішення задач. Одна модульна контрольна робота (МКР) розбивається на дві контрольні роботи тривалістю в одну годину кожна. Контрольні роботи проводяться у середовищі Google Classroom. Кожен студент отримує індивідуальне завдання, на яке необхідно надати письмові відповіді та надіслати у Google Classroom.

6. Самостійна робота студента

| <i>№з/п</i> | <i>Вид самостійної роботи</i> | <i>Кількість годин СРС</i> |
|-------------|--|----------------------------|
| 1 | <i>Підготовка до лекцій</i> | 18 |
| 2 | <i>Підготовка до практичних занять</i> | 27 |
| 3 | <i>Підготовка до МКР</i> | 3 |
| 4 | <i>Підготовка до екзамену</i> | 30 |
| | <i>Всього:</i> | 78 |

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- правила відвідування занять: відповідно до Наказу 1-273 від 14.09.2020 р. заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО цієї дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях.

• *правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський здійснюється за умови вказівки викладача;*

• *політика дедлайнів та перескладань: якщо студент не проходив або не з'явився на МКР (без поважної причини), його результат оцінюється у 0 балів. Перескладання результатів МКР не передбачено;*

• *політика щодо академічної доброчесності: Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» <https://kpi.ua/files/honorcode.pdf> встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в університеті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі під час вивчення та складання контрольних заходів з дисципліни «Стан та перспективи розвитку електроенергетики та електромеханіки»;*

• *у разі використання цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соцмережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.*

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль: робота на лекційних і практичних заняттях, МКР.

Календарний контроль: провадиться двічі за семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: екзамен.

Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг більше 25 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

| Кількість балів | Оцінка |
|-----------------|--------------|
| 95-100 | Відмінно |
| 85-94 | Дуже добре |
| 75-84 | Добре |
| 65-74 | Задовільно |
| 60-64 | Достатньо |
| Менше 60 | Незадовільно |
| Менше 25 | Не допущено |

Загальна рейтингова оцінка студента після завершення семестру складається з балів, отриманих:

- на лекціях;
- на практичних заняттях;
- за виконання модульної контрольної роботи (МКР).

| Робота на лекціях | Робота на практичних заняттях | МКР | Rc | Рекз | R |
|-------------------|-------------------------------|-----|----|------|-----|
| 18 | 18 | 14 | 50 | 50 | 100 |

Робота на лекційних заняттях

Ваговий бал 1.

Максимальна кількість балів на всіх лекціях –
1 бал * 18 = 18 балів.

Критерії оцінювання

- конспект лекції, представлений впродовж тижня після заняття – 1;
- конспект лекції, представлений із запізненням понад тиждень – 0,5;
- неопрацьована лекція – 0.

Робота на практичних заняттях

Ваговий бал 1.

Максимальна кількість балів за роботу на всіх практичних заняттях –
1 балів * 18 = 18 балів.

Критерії оцінювання

- робота на практичному занятті – 0,5;
- виконання індивідуального завдання у поставлений термін – 0,5;
- на практичному не працював – 0;
- невиконання індивідуального завдання у поставлений термін – 0;

Модульна контрольна робота

Ваговий бал МКР – 7х2=14.

Максимальний бал за МКР – 14.

Критерії оцінювання

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 14 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними помилками – 8-13 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 4-7 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь або відсутність під час проведення роботи – 0 балів.

Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу студента не менше 50% від максимально можливого на час атестації.

Форма семестрового контролю – екзамен

Екзаменаційна робота складається з двох теоретичних запитань та одного практичного.

Критерії оцінювання екзамену

Максимальний рейтинг екзамену Рекз = 50 балів. Теоретичні запитання оцінюються у 17 балів кожне, а практичне – у 16 балів.

Система оцінювання теоретичних питань:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 16-17 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 13-15 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 9-12 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на 9 балів) – 0 балів.

Система оцінювання практичного завдання:

- «відмінно», повне безпомилкове розв'язування завдання – 15-16 балів;
- «добре», повне розв'язування завдання з несуттєвими неточностями – 12-14 балів;

- «задовільно», завдання виконано з певними недоліками – 10-11 балів;
- «незадовільно», завдання не виконано – 0 балів.

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Методика викладання дисципліни полягає у вивченні основ теорії дисципліни під час лекційних занять із застосуванням технологій навчання, закріпленні теоретичних знань на практичних заняттях, самостійному вивченні студентами окремих розділів дисципліни під контролем викладача, періодичному контролі засвоєння матеріалу студентами під час опитувань та модульної контрольної роботи.

Для забезпечення наочності навчальних занять використовуються електронні навчальні посібники, синхронна трансляція на екран лекційного матеріалу, перегляд навчальних кінофільмів, плакатів.

На екзамен виносяться усі теми та приклади, розглянуті протягом семестру.

Сертифікати проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою можуть бути зараховані за умови виконання вимог, наведених у НАКАЗІ № 7-177 від 01.10.2020 ПРО ЗАТВЕРДЖЕННЯ ПОЛОЖЕННЯ ПРО ВИЗНАННЯ В КПІ ІМ. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ, НАБУТИХ У НЕФОРМАЛЬНІЙ/ІНФОРМАЛЬНІЙ ОСВІТІ.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри автоматизації електромеханічних систем та електроприводу факультету електроенерготехніки та автоматики, д.т.н. Шаповалом І.А., доцентом кафедри електричних мереж та систем ФЕА Баженовим В.А.

Ухвалено кафедрою автоматизації електромеханічних систем та електроприводу факультету електроенерготехніки та автоматики (протокол № 11 від 15.06.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету електроенерготехніки та автоматики (протокол № 10 від 22.06.2023 р.)