

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ»



Ступінь освіти	магістр
Спеціальність	141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Освітня програма	Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Тривалість викладання	весняний семестр (3, 4 чверті)
Кількість кредитів	4 кредити ЄКТС (120 годин)
Заняття:	
лекції:	2 години
практичні:	1 години
Мова викладання	українська

Електронні ресурси дисципліни:

<https://elprivod.nmu.org.ua/ua/student/disciplines/opeppe.php>

Кафедра, що викладає

Електропривода

Викладач:



Садовой Олександр Валентинович, доктор технічних наук, професор, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки.

співавтор підручника «Моделювання електромеханічних систем» навчального посібника «Спеціальні питання математичного опису і моделювання динаміки складних систем» монографій «Релейні системи оптимального керування електроприводами», «Енергоефективні електромеханічні системи широкого технологічного призначення», «Системи оптимального керування прецизійними електроприводами», «Системи керування асинхронними вентильними каскадами», «Синтез електромеханічних систем методом дискретного часового еквалайзера».

Персональна сторінка:

<https://elprivod.nmu.org.ua/ua/department/sadovoi.php>

E-mail: sadovoi.o.v@nmu.one

1. Анотація до курсу

В процесі перетворення енергії від джерела первинного палива до кінцевого споживача, результатом функціонування якого є продукція різного призначення, виділяють дві принципові стадії. Перша – це генерування, транспортування і розподіл електричної енергії та друга, на якій за рахунок різних типів перетворення електроенергії створюється кінцевий продукт. В циклі гене-

рування електричної енергії присутні втрати на транспортування первинного палива, саме генерування електроенергії, її передачу та розподіл.

Враховуючи, що безпосередньо саме теплове генерування має усереднений коефіцієнт корисної дії (ККД), який коливається в межах 30 – 50% (нижні значення для вугілля, верхні для систем з газовими турбінами), а втрати при передачі та розподілі близько 10%, то еквівалентний ККД не перевищує 25 – 40% без врахування втрат на транспортування первинного палива. Проблема підвищення енергоефективності промисловості та комунального господарства є актуальною і складною в силу обмежень, обумовлених законами фізики.

Вирішення цієї принципової проблеми здійснюється у всіх секторах електроспоживання, але найбільш важливим і перспективним є напрямок, який базується на електромеханічному перетворенні енергії, оскільки частка загальної генерованої енергії, яка перетворюється в світі за допомогою електромеханічних систем, складає близько 40%, а в промисловому секторі - близько 70%. З урахуванням витрат на транспортування первинного палива, економія однієї одиниці електроенергії на рівні споживання дає заощадження до 5 одиниць умовного первинного палива.

За рахунок підвищення енергетичної ефективності електромеханічних систем досягається зниження споживаної ними електроенергії на 20 – 30%, що в середньому становить 10% від усієї генерованої. Такий результат досягається як за рахунок підвищення енергетичної ефективності процесу електромеханічного перетворення енергії, так і, головним чином, за рахунок використання регульованих електроприводів у складі ЕМС технологічних установок, робочих машин, механізмів, з оптимізацією їх функціонування. За експертними оцінками у передових країнах частка регульованого електроприводу в загальному його обсязі перевищує показник 50 – 60%, в той час, як в Україні вона в 3 – 5 разів нижча.

Таким чином, впровадження енергоефективних електромеханічних систем має потенціал зниження споживання електроенергії більший, ніж 10 – 15% від всієї генерованої і є одним з головних напрямків підвищення енергетичної ефективності економіки України.

Мета дисципліни – засвоєння здобувачами вищої освіти методів створення сучасних систем керування електроприводами, які забезпечують мінімізацію споживання електричної енергії, максимальну швидкодію і точність відтворення заданих траєкторій руху.

Завдання курсу:

Навчити здобувачів вищої освіти:

- створенню математичних моделей силової частини електроприводів постійного і змінного струму;
- декомпозиції та лінеаризації математичних моделей електромеханічних перетворювачів енергії в системах координат, орієнтованих за опорним вектором;
- принципам структурної реалізації систем векторного полеорієнтованого керування електроприводами змінного струму;

- формуванню оптимальних режимів перетворення енергії в електроприводах за схемою машини подвійного живлення;
- оптимізації енергетичних показників асинхронного вентиляного каскаду;
- оптимізації позиційних електроприводів за швидкодією;
- оптимізації слідкуючих електроприводів за мінімумом інтегральних квадратичних відхилень.

Дисциплінарні результати навчання:

- формулювати вимоги до процесів автоматизованого електромеханічного перетворення енергії на основі аналізу технологічного процесу і устаткування;
- створювати математичні та фізичні моделі електромеханічних перетворювачів;
- застосовувати аналітичні методи аналізу і синтезу ефективних систем автоматичного керування електроприводами, оптимальних за обраним критерієм;
- здійснювати технічну реалізацію синтезованих алгоритмів оптимального керування;
- застосовувати системний підхід до оптимізації процесів електромеханічного перетворення енергії шляхом інтегрування знань з інших дисциплін;
- оцінювати доцільність та можливість застосування нових методів і технологій в розв'язанні оптимізаційних задач в процесах електромеханічного перетворення енергії.

2. Структура курсу

Лекції

1. Математичні моделі асинхронної машини в системах координат, орієнтованих за векторами потокозчеплення
2. Принципи структурної реалізації систем векторного полеорієнтованого керування асинхронними електроприводами
3. Декомпозиція та лінеаризація математичних моделей асинхронних двигунів
4. Синтез і технічна реалізація лінійних і релейних систем векторного керування асинхронними електроприводами.
5. Математичні моделі асинхронного двигуна з фазним ротором
6. Синтез та реалізація алгоритмів керування асинхронними електроприводами за схемою машини подвійного живлення
7. Формування оптимальних режимів перетворення енергії в електроприводах за схемою машини подвійного живлення
8. Математична модель асинхронного вентиляного каскаду
9. Оптимізація енергетичних показників асинхронного вентиляного каскаду
10. Асинхронний вентиляний каскад з одноканальними системами керування
11. Струмопараметричний асинхронний вентиляний каскад
12. Оптимізація позиційних електроприводів за швидкодією

13. Оптимізація слідкуючих електроприводів за мінімумом інтегральних квадратичних відхилень

Практичні заняття

1. Розрахунок математичних моделей асинхронної машини в системах координат, орієнтованих за векторами потокозчеплення
2. Декомпозиція та лінеаризація математичних моделей асинхронних двигунів
3. Синтез систем векторного керування асинхронними електроприводами
4. Технічна реалізація систем векторного керування асинхронними електроприводами
5. Розрахунок математичних моделей асинхронного двигуна з фазним ротором
6. Синтез та технічна реалізація систем оптимального керування машиною подвійного живлення
7. Синтез та технічна реалізація систем керування позиційними та слідкуючими електроприводами, оптимальних за швидкодією та точністю відтворення заданих траєкторій руху

3. Технічне обладнання та/або програмне забезпечення

Використовується лабораторне та мультимедійне обладнання кафедри електропривода. Дистанційна платформа MOODLE.

4. Система оцінювання та вимоги

4.1. Навчальні досягнення здобувачів вищої освіти за результатами вивчення курсу оцінюватимуться за шкалою, що наведена нижче:

Рейтингова шкала	Інституційна шкала
90 – 100	відмінно
74 – 89	добре
60 – 73	задовільно
0 – 59	незадовільно

Загальні критерії досягнення результатів навчання відповідають описам 7-го кваліфікаційного рівня НРК.

4.2 Здобувачі вищої освіти можуть отримати **підсумкову оцінку** з навчальної дисципліни на підставі поточного оцінювання знань за умови, якщо набрана кількість балів складатиме не менше 60 балів.

Максимальне оцінювання поточного контролю в балах:

Теоретична частина	Практична частина	Разом
58	42	100

Теоретична частина оцінюється за результатами здачі контрольної тестової роботи, яка містить 29 запитань, кожне вагою 2 бали (разом 58 балів).

4.3 Критерії оцінювання практичних занять

Практична частина складається з семи практичних робіт, кожне вагою 6 балів (разом 42 бали). Практичні роботи виконуються та здаються послідовно і повинні бути здані до виконання теоретичної частини.

Правильно виконана **практична робота** оцінюється в 6 балів, причому:

- **6 балів** – повна відповідність суті роботи;
- **4-5 балів** – відповідність суті роботи з незначними відхиленнями та неточностями;
- **3-4 балів** – часткова відповідність суті роботи без повного його розкриття;
- **1-3 бали** – присутні суттєві помилки у виконанні роботи;
- **0 балів** – робота не наведена або не відноситься до теми роботи.

4.4 Критерії оцінювання підсумкової роботи

У випадку якщо здобувач вищої освіти за поточною успішністю отримав менше 60 балів або прагне поліпшити оцінку проводиться **підсумкове оцінювання (залік)** під час сесії.

Залік проводиться у вигляді комплексної контрольної роботи, яка включає запитання з теоретичної та практичної частини курсу. Білет складається з трьох теоретичних відкритих тестів та двох практичних відкритих тестів (задач) кожен вагою 20 балів (**разом 100 балів**).

Причому:

- **20 балів** – повна відповідність суті питання;
- **15 балів** – відповідність суті питання з незначними відхиленнями та неточностями;
- **10 балів** – часткова відповідність суті питання без повного його розкриття;
- **5 балів** – присутні суттєві помилки у виконанні тесту;
- **0 балів** – відповідь не наведена або не відноситься до теми питання.

5. Політика курсу

5.1. Політика щодо академічної доброчесності

Академічна доброчесність здобувачів вищої освіти є важливою умовою для опанування результатами навчання за дисципліною і отримання задовільної оцінки з поточного та підсумкового контролів. Академічна доброчесність базується на засудженні практик списування (виконання письмових робіт із залученням зовнішніх джерел інформації, крім дозволених для використання), плагіату (відтворення опублікованих текстів інших авторів без зазначення авторства), фабрикації (вигадування даних чи фактів, що використовуються в освітньому процесі). Політика щодо академічної доброчесності регламентується положенням "Положення про систему запобігання та виявлення плагіату у Національному технічному університеті "Дніпровська політехніка". (https://www.nmu.org.ua/ua/content/activity/us_documents.pdf).

У разі порушення здобувачем вищої освіти академічної доброчесності (списування, плагіат, фабрикація), робота оцінюється незадовільно та має бути виконана повторно. При цьому викладач залишає за собою право змінити тему завдання.

5.2. Комунікаційна політика

Здобувачі вищої освіти повинні мати активовану університетську пошту.

Усі письмові запитання до викладачів стосовно курсу мають надсилатися на університетську електронну пошту.

5.3. Політика щодо перескладання

Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання відбувається із дозволу деканату за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

5.4 Політика щодо оскарження оцінювання

Якщо здобувач вищої освіти не згоден з оцінюванням його знань він може опротестувати виставлену викладачем оцінку у встановленому порядку.

5.5. Відвідування занять

Для здобувачів вищої освіти денної форми відвідування занять є обов'язковим. Для здобувачів вищої освіти, які отримують освітні послуги за Дуальною формою навчання передбачається індивідуальний розклад занять. Поважними причинами для неявки на заняття є хвороба, участь в університетських заходах, академічна мобільність, які необхідно підтверджувати документами. Про відсутність на занятті та причини відсутності здобувач вищої освіти має повідомити викладача або особисто, або через старосту.

За об'єктивних причин (наприклад, академічна мобільність) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням з керівником курсу.

6 Рекомендовані джерела інформації

6.1 Методичне забезпечення

1. Конспект лекцій з дисципліни «Оптимізація процесів електромеханічного перетворення енергії»/Укладач Садовой О.В. –Дніпро. НУ «Дніпровська політехніка», 2021. – 83 с.

2. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Оптимізація процесів електромеханічного перетворення енергії» для здобувачів вищої освіти третього (доктор філософії) рівня спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка/ Укладач Садовой О.В -Дніпро. НУ «Дніпровська політехніка», 2021.

6.2 Рекомендована література

1. Спеціальні питання математичного опису і моделювання динаміки складних систем: навчальний посібник/О.В.Садовой, О.Л.Дерець. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2014. – 206 с. ISBN 978-966-175-104-9.

2. Метод N-і перемикачів у задачах оптимізації за швидкістю/О.Л.Дерець, О.В.Садовой: під ред.О.В.Садового. – Кам'янське: ДДТУ, 2021. – 252 с. ISBN 978-966-175-215-2.

3. Синтез електромеханічних систем методом дискретного часового еквайзера/О.І.Шеремет, О.В.Садовой, Ю.В.Сохіна. – Кам'янське: ДДТУ, 2019. – 266 с. ISBN 978-966-175-192-6.

4. Енергоефективні електромеханічні системи широкого технологічного призначення/Загірняк М.В., Клепиков В.Б., Ковбаса С.М., Михальський В.М., Пересада С.М., Садовой О.В., Шаповал І.А. – Київ, Інститут електродинаміки НАН України, 2018. – 310 с. ISBN 978-966-02-8403-6

5. Системи керування асинхронними вентильними каскадами. Монографія/Клюєв О.В., Садовой О.В., Сохіна Ю.В. – Кам'янське: ДДТУ, 2018.-294 с.

6.3 Інформаційні ресурси

Література на сайті кафедри електропривода:

<http://elprivod.nmu.org.ua/ua/books/converters.php>