



Енергозбереження у електромеханічних системах-1. Енергозбереження засобами електроприводу

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>14 Електрична інженерія¹</i>
Спеціальність	<i>141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</i>
Освітня програма	<i>Інжиніринг автоматизованих електротехнічних комплексів</i>
Статус дисципліни	<i>Обов'язкова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, весняний семестр;</i>
Обсяг дисципліни	<i>3 кредита 90 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік</i>
Розклад занять	<i>Вт. 10:25; 12:20.</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>асистент, Мугенов Данііл Джалільович, тел. 063-519-56-58, email: danila8902@gmail.com²</i> Практичні / Семінарські: <i>асистент, Мугенов Данііл Джалільович, тел. 063-519-56-58, email: danila8902@gmail.com</i>
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/u/0/c/Mjk0NDU5NDQ1Mzg1

Програма навчальної дисципліни

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

Навчальна дисципліна «Енергозбереження у електромеханічних системах-1. Енергозбереження засобами електроприводу» відноситься до циклу дисциплін професійної та практичної підготовки в межах нормативної частини навчального плану підготовки спеціалістів з освітньо-кваліфікаційним рівнем бакалавр за спеціальністю 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Метою навчальної дисципліни є формування компетентностей, що пов'язані з використанням енергозберігаючих технологій в електромеханічних системах, відповідно до освітньо-професійної програми.

¹ В полях Галузь знань/Спеціальність/Освітня програма:

Для дисциплін професійно-практичної підготовки зазначається інформація відповідно до навчального плану. Для соціально-гуманітарних дисциплін вказується перелік галузей, спеціальностей, або «для всіх».

² Електронна пошта викладача або інші контакти для зворотного зв'язку, можливо зазначити прийомні години або години для комунікації у разі зазначення контактних телефонів. Для силабусу дисципліни, яку викладає багато викладачів (наприклад, історія, філософія тощо) можна зазначити сторінку сайту де представлено контактну інформацію викладачів для відповідних груп, факультетів, інститутів.

Предметом навчальної дисципліни є енергозбереження засобами електроприводу.

Завдання дисципліни – формування теоретичних знань та практичних навичок у майбутніх фахівців.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати: основні поняття, визначення та терміни енергозбереження, засоби і пристрої, що забезпечують енергозбереження;

вміти: оцінювати вплив енергозберігаючих систем електропривода та комплексів на якісні показники виробництва, вірно визначати схемотехнічні рішення, які забезпечують економію енергоресурсів та енергоносіїв;

мати навички розв'язання задач, пов'язаних з використанням енергозберігаючих технологічних процесів та електроприводів, аналізу впливу впроваджених рішень на кількісні та якісні показники виробництва.

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

Навчальна дисципліна «Енергозбереження у електромеханічних системах-1. Енергозбереження засобами електроприводу» викладається на основі знань та умінь, одержаних студентами під час вивчення кредитних модулів таких дисциплін як: «Електричні машини» та дисципліни «Електропривод».

Успішне засвоєння програми кредитного модуля дає можливість студенту виявити свої навички та здібності, закласти фундамент як для подальшого освоєння спеціальних дисциплін на старших курсах, так і майбутньої діяльності.

3. Зміст навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна «Енергозбереження у електромеханічних системах-1. Енергозбереження засобами електроприводу» складається з 2 розділів:

- Розділ 1. Загальні питання енергозбереження:

Тема 1.1. Значення енергозбереження для народного господарства України.

Тема 1.2. Споживачі електричної енергії та графіки споживання.

Тема 1.3. Шляхи реалізації енергозбереження засобами промислового електроприводу.

Тема 1.4. Системи енергозберігаючого електроприводу змінного та постійного струму.

- Розділ 2. Засоби покращення енергетичних показників:

Тема 2.1. Економія електроенергії технологічними установками застосуванням електропривода.

Тема 2.2. Методи і засоби покращення енергетичних показників перетворювачів енергії.

Тема 2.3. Використання накопичувачів енергії в промислових системах електроприводу і комплексах.

4. Навчальні матеріали та ресурси

4.1. Базова література:

1. Закладний О.М., Праховник А.В., Соловей О.І. Енергозбереження засобами промислового електропривода.-К.: Кондор, 2005.-408с.

2. Энергосбережение в электроприводе/ Н.Ф.Ильинский, Ю.В.Рожанковский, А.О.Гарнов.- М.: Высш.шк., 1989.-127с.

3. Накопители энергии: Учебн.пособие для вузов/ Д.А.Бут, Б.Л.Алчевский, С.Р.Мизюрин,Ю П.В.Васюкевич/Под.ред.Д.А.Бута.-М.: Энергоатомиздат, 1991.-400с.

4. Кашкалов В.И., Половинкин Б.И. Улучшение энергетических показателей управляемых выпрямителей.-К.: Техніка, 1988.-159с.

5. Маевский О.А. Энергетические показатели вентиляных преобразователей.-М.: Энергоатомиздат, 1978.-320с.

6. Зимин Е.Н., Яковлев В.Н. Автоматическое управление электроприводами.- М.: Высш.шк., 1979.-318с.
7. Веников В.А., Путятин Е.В. Введение в специальность: Электроэнергетика: Учебн.для вузов/Под.ред. В.А.Веникова.-2-е изд., перераб.и доп. – М.: Высш.шк.,1988.-239с.
8. Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. – М.: Высш.шк., 1990.-366с.
9. Проскуряков В.М., Самуйлявичюс Р.Й. Эффективность использования топливно-энергетических ресурсов: показатели. Факторы роста, анализ.-М.: Экономика, 1988.-175с.
10. Рациональное использование топливно-энергетических ресурсов/ Егоров А.П., Лисиенко В.Г., Розин С.Е., Щелоков Я.М.-М.: Металлургия, 1990.-149с.
11. Жежеленко И.В. Показатели качества электроэнергии и их контроль на промышленных предприятиях.-2-е изд., перераб. и доп.-М.: Энергоатомиздат, 1986.-168с.
12. ДСТУ 3886-99. Енергозбереження. Системи електроприводу. Метод аналізу та вибору.- Київ: Підприємство “Електромеханіка”, 1999.

4.2. Допоміжна література:

1. Копылов Ю.В., Чуланов Б.А. Экономия электроэнергии в промышленности: Справочник.-М.: Энергия, 1978.-120с.
2. Гусейнов Ф.Г., Мамедяров О.С. Экономичность режимов электрических сетей.-М.: Энергоатомиздат. 1984.-120с.
3. Журнал «Промышленная энергетика»№1-12 за 1998-2009гг.
4. Журнал «Энергетика и электрофикация», №1-12 за 1998-2009гг.
5. Сборник научных трудов Кременчугского государственного политехнического института: Проблемы создания новых машин и технологий за 1998-2009гг.

4.3. Інформаційні ресурси

- <http://www.library.kpi.ua/> – Веб-сайт Бібліотеки НТУУ «КПІ»
<https://auek.kpi.ua> – Веб-сайт кафедри автоматизації управління електротехнічними комплексами

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

<i>Тиждень</i>	<i>Зміст навчальної роботи</i>	<i>Рекомендований час СРС</i>
1-2	<p>Лекція 1. Тема 1.1. Значення енергозбереження для народного господарства України. Значення електроприводу в питаннях енергозбереження</p> <p>Лекція 2. Тема 1.1. Питання енергозбереження при виробництві, передачі, розподілу та використанні електричної енергії.</p> <p>Практичні заняття 1-3. Побудова сумісних характеристик насосного агрегату та мережі</p>	<p>2</p> <p>2</p> <p>3</p>
3-4	<p>Лекція 3. Тема 1.2. Споживачі електричної енергії. Графіки споживання електричної енергії.</p> <p>Лекція 4. Тема 1.2. Показники та характеристики графіків. Енергозбереження та раціональні графіки споживання електричної енергії.</p> <p>Практичні заняття 4-6. Побудова сумісних характеристик вентиляторів та мережі</p>	<p>2</p> <p>2</p> <p>3</p>

5-6	<p>Лекція 5. Тема 1.3. Шляхи реалізації енергозбереження засобами промислового Електропривода</p> <p>Шлях 1. Використання некерованого масового ЕП для забезпечення номінального теплового режиму. Двигун заниженої потужності швидко виходить із ладу, двигун завищеної потужності перетворює енергію з високими втратами.</p> <p>Шлях 2. Підвищення економічності нерегульованого ЕП шляхом переходу на енергозберігаючі двигуни.</p>	2
	<p>Лекція 6. Тема 1.3. Шляхи реалізації енергозбереження засобами промислового Електропривода.</p> <p>Шлях 3. Полягає в усуненні проміжних передач, впровадження однодвигунного та багатодвигунного електропривода.</p> <p>Шлях 4. Економія електроенергії робочими установками і механізмами – підвищення ККД установки: регулювання продуктивності; використання оптимальної циклограми; застосування нових видів електропривода.</p>	2
	<p>Практичні заняття 7-9. Розрахунок потужності турбомеханізмів при різних способах регулювання продуктивності</p>	3
7-8	<p>Лекція 7. Тема 1.3. Шляхи реалізації енергозбереження засобами промислового Електропривода.</p> <p>Шлях 5. Вибір раціональних режимів роботи ЕП:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вибір раціонального способу і діапазону регулювання швидкості ЕП; –підвищення завантаження робочих машин; виключення режиму неробочого ходу; зниження напруги на затисках двигуна; – використання синхронних двигунів та акумуляторів енергії. <p>Шлях 6. Вибір раціонального типу ЕП та перехід від нерегульованого електропривода до регульованого.</p> <p>Шлях 7. Поліпшення якості електроенергії засобами силової перетворювальної техніки регульованого ЕП.</p>	2
	<p>Лекція 8. Тема 1.4. Системи енергозберігаючого ЕП змінного та постійного струму. Вимоги до електроприводу залежно від технологічного процесу.</p>	2
	<p>Модульна контрольна робота 1.</p>	3
9-10	<p>Лекція 9. Тема 1.4. Характеристики систем електроприводу та енергетичні показники. Принципові схеми електроприводу, механічні характеристики електроприводу при регулюванні швидкості обертання.</p>	2
	<p>Лекція 10. Тема 2.1. Економія електроенергії технологічними установками застосуванням електропривода : підйомні установки.</p>	2
	<p>Практичні заняття 10-12. Визначення добових витрат енергії турбомеханізмів при різних способах регулювання продуктивності</p>	3
11-12	<p>Лекція 11. Тема 2.1. Економія електроенергії технологічними установками застосуванням електропривода : насосні та вентиляторні установки; компресорні та конвеєрні установки.</p>	2
	<p>Лекція 12. Тема 2.1. Вибір раціонального способу і діапазону регулювання швидкості електропривода в залежності від технологічних умов роботи машин і механізмів.</p> <p>Регулювання швидкості двигуна при постійному навантаженні та постійній потужності.</p>	2

	Практичні заняття 13-15. Розрахунок параметрів та характеристик електроприводу змінного струму	3
13-14	Лекція 13. Тема 2.2. Методи і засоби покращення енергетичних показників перетворювачів енергії.	2
	Лекція 14. Тема 2.2. Покращення енергетичних показників з використанням перспективних силових схем.	2
	Практичні заняття 16-18. Вибір силових елементів регульованого електроприводу змінного струму системи ТПЧ-АД	3
15-16	Лекція 15. Тема 2.2. Підвищення енергетичних показників з використанням спеціальних законів керування.	2
	Лекція 16. Тема 2.3. Використання накопичувачів енергії в промислових системах електроприводу і комплексах. Види накопичувачів енергії.	2
	Модульна контрольна робота 2.	3
17-18	Лекція 17. Тема 2.3. Характеристика накопичувачів енергії.	2
	Лекція 18. Тема 2.3. Схемотехнічні рішення з накопичувачами енергії в електромеханічних системах.	2

6. Самостійна робота студента

№ з/п	Назви тем і питань, що виносяться на самостійне опрацювання та посилання на навчальну літературу	Кількість годин СРС
1	Втрати потужності та електричної енергії. Контрольні питання: 1. Визначити втрати потужності і ЛЕП. 2. Яка залежність між опором дротів та втратами електроенергії? 3. Які втрати енергії виникають при передачі на змінному струмі? 4. Визначити втрати реактивної потужності. 5. Визначити втрати потужності в трансформаторах. 6. Вкажіть, які втрати енергії виникають у двигунах постійного струму?	6
2	Втрати електроенергії в перехідних процесах електроприводів і механізмів Контрольні питання: 1. Визначити втрати енергії при пуску двигуна без навантаження. 2. Визначити втрати енергії при динамічному гальмуванні двигуна. 3. Визначити втрати енергії двигуна в режимі проти вмикання. 4. Визначити втрати енергії двигуна в режимі реверсу. 5. Вказати втрати енергії при двохступеневого пуску двигуна.	6
3	Електричні характеристики електромеханічних перетворювачів Контрольні питання: 1. Визначити постійні втрати енергії в асинхронному двигуні. 2. Вказати змінні втрати енергії в асинхронному двигуні. 3. Навести залежність ККД двигунів від ступеня навантаження. 4. Визначити залежність коефіцієнта потужності від навантаження двигуна.	6
4	Енергозберігаючі системи регульованого електроприводу	6

	<p>постійного струму</p> <p>Контрольні питання:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. В чому полягає принцип дії електромашинного підсилювача. 2. Наведіть схему електромашинного перетворювача з позитивним зворотним зв'язком за струмом. 3. Наведіть схему електромашинного перетворювача з позитивним зворотним зв'язком за напругою. 4. Наведіть схему електромашинного перетворювача з позитивним зворотним зв'язком за швидкістю. 5. Поясніть сутність системи підпорядкованого регулювання у системі тиристорний перетворювач напруги – двигун постійного струму. 	
5	<p>Регулювання реактивної потужності як засіб зниження втрат електроенергії</p> <p>Контрольні питання:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Вкажіть питомі втрати енергії для статичних низьковольтних конденсаторів та синхронних генераторів. 2. Визначте, яка різниця між поточним та середнім зваженим коефіцієнтом потужності. 3. Визначте особливості деяких пристроїв, що компенсують реактивну потужність. 4. Яким чином втрати енергії залежать від коефіцієнта потужності. 5. Наведіть схему приєднання конденсаторів до шин напругою 380 В. 6. Наведіть схеми вмикання розрядних опорів в комплектних конденсаторних установках. 	6
6	<p>Визначення витрат та економії електроенергії при регулюванні продуктивності турбомеханізму засувкою та швидкістю обертання робочого колеса</p> <p>Контрольні питання:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Наведіть залежність напору турбомеханізму від продуктивності. 2. Визначте номінальний опір вентилятора. 3. Наведіть залежність напору від продуктивності насосу. 4. Визначте витрати втрат при регулюванні продуктивності засувкою. 5. Визначте витрати потужності при регулюванні продуктивності швидкості обертання робочого колеса. 6. Назвіть заходи щодо економії електроенергії у турбомеханізмах. 	6

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Політика навчальної дисципліни «Енергозбереження у електромеханічних системах-1. Енергозбереження засобами електроприводу» заснована на політиці КПІ ім. Ігоря Сікорського.

КПІ ім. Ігоря Сікорського є вільним і автономним центром освіти, що покликаний давати адекватні відповіді на виклики сучасності, плекати й оберігати духовну свободу людини, що робить її спроможною діяти згідно з власним сумлінням; її громадянську свободу, яка є основою формування суспільно відповідальної особистості, та академічну свободу і добросовісність, що є головними рушійними чинниками наукового поступу. Внутрішня атмосфера Університету будується на засадах відкритості, прозорості, гостинності, повазі до особистості.

Вивчення навчальної дисципліни «Енергозбереження у електромеханічних системах-1. Енергозбереження засобами електроприводу» потребує: підготовки до практичних занять; виконання індивідуального завдання згідно з навчальним планом; опрацювання рекомендованої основної та додаткової літератури.

Підготовка та участь у практичних заняттях передбачає: ознайомлення з програмою навчальної дисципліни та планами практичних занять; вивчення теоретичного матеріалу; виконання завдань, запропонованих для самостійного опрацювання.

Результатом підготовки до заняття має бути здобуття вмінь оцінювати вплив енергозберігаючих систем електропривода та комплексів на якісні показники виробництва, вірно визначати схемотехнічні рішення, які забезпечують економію енергоресурсів та енергоносіїв; мати навички розв'язання задач, пов'язаних з використанням енергозберігаючих технологічних процесів та електроприводів, аналізу впливу впроваджених рішень на кількісні та якісні показники виробництва.

Присутність здобувачів вищої освіти на практичних заняттях є обов'язковою. Пропущені з поважних причин заняття мають бути відпрацьовані.

Здобувач вищої освіти повинен дотримувати навчально-академічної етики та графіка навчального процесу; бути зваженим, уважним.

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

1. Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується зі 100 балів, з них 60 бали складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

- роботу на практичних заняттях (18 занять);
- написання модульної контрольної роботи.

2. Критерії нарахування балів:

2.1. Виконання практичних робіт:

- бездоганна робота – 3 бали;
- є певні недоліки у підготовці та/або виконанні роботи – 1-2 бали;
- відсутність на занятті без поважних причин – штрафний –1 бал.

2.2. Виконання модульної контрольної роботи:

- бездоганна робота – 3 бали;
- є певні недоліки у підготовці та/або виконанні роботи – 1-2 бали;
- відсутність на занятті без поважних причин – штрафний –1 бал.

3. Умовою першої атестації є отримання не менше 10 балів та виконання всіх практичних робіт (на час атестації). Умовою другої атестації – отримання не менше 27 балів, виконання всіх практичних робіт (на час атестації).

4. Умовою допуску до іспиту є виконання розрахункового завдання на практичних заняттях, не менше ніж одна позитивна атестація, а також стартовий рейтинг не менше 25 балів. Студенти, які мають нижчий рейтинговий бал, мають усунути причини, які призвели до цього, та підвищити свій рейтинг.

5. На іспиту студенти виконують контрольне завдання. Перелік запитань наведений у Рекомендаціях до засвоєння кредитного модуля. Тестове завдання оцінюється у 40 балів за такими критеріями:

- «відмінно», повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації (повне, безпомилкове розв'язування завдання) – 40 балів;

- «дуже добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) – 38 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь, не менше 65% потрібної інформації або незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) – 36 балів;
- «задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 34 бали;
- «достатньо», неповна відповідь, менше 60% потрібної інформації та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 30-32 бали;
- «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.

6. Сума стартових балів та балів за екзаменаційну контрольну роботу переводиться до кінцевої оцінки згідно з таблицею:

Метод оцінювання	Кількість	Мінімальна оцінка в балах	Максимальна оцінка в балах
Практичні роботи	18	27	54
Модульна контрольна робота	2	3	6
Стартовий рейтинг	1	30	60
Іспит	1	30	40
Підсумковий рейтинг	залік	60	100

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Питання для іспиту з навчальної дисципліни «Енергозбереження у електромеханічних системах-1. Енергозбереження засобами електроприводу».

1. Розкрити багаторівневу структуру сучасного електроприводу.
2. Перелічити шляхи реалізації енергозбереження засобами промислового електропривода.
3. Розкрити суть першого шляху, який стосується найпростішого некерованого масового електропривода і полягає в удосконаленні процедури вибору двигуна для конкретної технологічної установки з метою дотримання номінального теплового режиму двигуна при експлуатації.
4. Розкрити суть другого шляху підвищення економічності масового нерегульованого електропривода
5. Розкрити суть третього шляху, який полягає в усуненні проміжних передач.
6. Розкрити суть четвертого шляху, який полягає в економії електроенергії робочими установками і механізмами за рахунок підвищення ефективності виконання технологічного процесу.
7. Розкрити суть п'ятого шляху, який полягає у виборі раціональних режимів роботи й експлуатації електропривода.

8. Розкрити суть шостого шляху, який полягає у виборі раціонального типу електропривода для конкретної технологічної установки і переході від нерегульованого електропривода до регульованого.

9. Розкрити суть сьомого шляху, який полягає в поліпшенні якості електроенергії засобами силової перетворювальної техніки регульованого електропривода.

10. Структура енергетичного каналу електропривода.

11. Баланс потужностей потоків енергії силового каналу.

12. Коефіцієнт корисної дії електроприводу.

13. Узагальнений критерій енергетичної ефективності силового каналу.

14. Особливості перевірки двигунів по нагріванню при різних теплових режимах роботи.
Тривалий режим роботи

15. Особливості перевірки двигунів по нагріванню при різних теплових режимах роботи.
Короткочасний режим роботи.

16. Особливості перевірки двигунів по нагріванню при різних теплових режимах роботи.
Повторно-короткочасний режим роботи.

17. Особливості перевірки двигунів по нагріванню при різних теплових режимах роботи.
Додаткові режими роботи.

18. Економія електроенергії технологічними установками і механізмами. Підйомні установки.

19. Економія електроенергії технологічними установками і механізмами. Вентиляторні установки.

20. Економія електроенергії технологічними установками і механізмами. Водовідливні установки.

21. Економія електроенергії технологічними установками і механізмами. Компресорні установки.

22. Економія електроенергії технологічними установками і механізмами. Конвеєрні установки.

23. Коефіцієнт потужності електропривода.

24. Регульований електропривод із ДПС незалежного збудження.

25. Регульований електропривод з АД.

26. Енергетичні характеристики механічних перетворювачів у статичних режимах.

27. Перевірка двигунів по нагріванню непрямыми методами. Метод середніх втрат.

28. Перевірка двигунів по нагріванню непрямыми методами. Метод еквівалентних величин.

29. Розкрити структуру силової частини електроприводу.

30. Узагальнений критерій енергетичної ефективності силового каналу.

31. Статичні перетворювачі на напівкерованих електронних приладах (тиристорах).

32. Статичні перетворювачі на керованих електронних приладах.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: асистент кафедри автоматизації управління електротехнічними комплексами, Мугенов Данііл Джалільович

Ухвалено: кафедрою АУЕК (протокол № 17 від 17.06.20 р.)

Погоджено: Методичною комісією факультету³ (протокол №8 від 23.06.20 р.)

³ Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.