

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ енергетики, електроніки та інформаційних технологій
КАФЕДРА електротехніки та енергоефективності

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету енергетики, електроніки та інформаційних технологій

_____ (підпис)

_____ (ініціали і прізвище)

“ ____ ” _____ 2019 р.

«ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ЗАСОБАМИ ПРОМИСЛОВОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ»
(назва навчальної дисципліни)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Підготовки бакалавра
(назва освітнього ступеня)

спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(шифр та назва спеціальності)

освітньо-професійна програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(назва)

Укладач

Левченко С.А., к.т.н., доцент
(ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада)

Обговорено та ухвалено на засіданні кафедри електротехніки та енергоефективності

Ухвалено науково-методичною радою факультету енергетики, електроніки та інформаційних технологій

Протокол № _____ від _____ 2019 р.

Протокол № _____ від _____ 2019 р.

Завідувач кафедри факультету електротехніки та енергоефективності

Голова науково-методичної ради енергетики, електроніки та інформаційних технологій

_____ (підпис)

_____ (ініціали прізвище)

_____ (підпис)

_____ (ініціали прізвище)

2019

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань <u>14 «Електрична інженерія»</u> (шифр і назва)	Вибіркова	
Розділів – 2	Спеціальність <u>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</u> (шифр і назва)	<u>Цикл дисциплін професійної підготовки</u>	
Загальна кількість годин – 120		Рік підготовки	
		4-й	5-й
		Лекції, год	
		32	8
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4; самостійної роботи студента – 6	Освітньо-професійна програма <u>Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</u>	Практичні роботи, год	
		16	4
	Лабораторні роботи, год		
	-	-	
	Самостійна робота, год		
	Рівень вищої освіти <u>бакалаврський</u>	72	138
		Вид підсумкового контролю: <u>T1, T2, екзамен</u>	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни формування у студентів системи знань з питань принципів побудови та практики використання автоматизованих електроприводів, технологічних комплексів та механізмів використовуваних в енергетичній промисловості.

Завданням вивчення дисципліни є оволодіння навичками побудови та практики використання автоматизованих електроприводів, технологічних комплексів та механізмів використовуваних в енергетичній промисловості.

Результати навчання:

Загальні компетентності (ЗК):

- Здатність застосовувати знання на практиці.
- Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
- Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Фахові компетентності (ФК):

- Здатність до теоретичного обґрунтування прийнятих рішень в процесі виконання проектно-конструкторських та дослідницьких робіт.
- Здатність використовувати професійні знання з електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високих напруг для вирішення практичних задач в галузі електроенергетики.
- Здатність складати і оформлювати оперативну та іншу документацію, передбачену правилами експлуатації устаткування і організації роботи на об'єктах електроенергетики, електромеханіки.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- основи професійно-орієнтованих дисциплін спеціальності в області електричних кіл постійного та змінного струму;
- теорії електромагнітного поля, електричних машин, електроприводу, автоматичного керування;
- методи аналізу електричних мереж, процесів виробництва, перетворення і транспортування енергії, схемотехніки, інформаційних технологій, аналізу систем, ефективного енерговикористання;
- основні засади охорони праці та безпеки життєдіяльності.

вміти:

- застосовувати знання і розуміння для ідентифікації, формулювання і вирішення технічних задач спеціальності, використовуючи відомі методи;
- застосовувати знання і розуміння для розв'язування задач синтезу та аналізу в системах, які характерні обраній спеціалізації.

Міждисциплінарні зв'язки: дисципліна базується на знаннях, які отримані при вивченні дисципліни «Фізика», «Математика», «Спеціальні розділи теоретичних основ електротехніки» та сама є базою для виконання випускної роботи бакалавра.

3. Програма навчальної дисципліни

Розділ 1. Енергетичні властивості електроприводів

Тема 1. Тенденції розвитку і підходи до енергозбереження в електроприводах

Основні поняття і тенденції розвитку енергозбереження. Багаторівнева структура сучасного електропривода. Стан і перспективи розвитку силових напівпровідникових елементів регульованого електропривода. Шляхи реалізації енергозбереження засобами промислового електропривода.

Тема 2. Типові структури перетворювачів електроенергії

Енергетичний канал електропривода. Енергетичні особливості і характеристики енергетичної ефективності статичних перетворювачів електроенергії.

Типові структури перетворювачів електроенергії. Енергетичні характеристики електромеханічних перетворювачів (нерегульованого електропривода) у статичному режимі.

Тема 3. Енергетичні характеристики регульованих електроприводів

Регульований електропривод із ДПС незалежного збудження. Регульований електропривод з АД. Енергетичні характеристики механічних перетворювачів у статичних режимах.

Втрати електроенергії в перехідних процесах електропривода і способи їхнього зниження.

Тема 4. Розрахунок потужності і теплові режими роботи електропривода

Розрахунок потужності і вибір електродвигунів. Перевірка двигунів по нагріванню прямим методом. Метод середніх втрат. Метод еквівалентних величин.

Особливості перевірки двигунів по нагріванню при різних теплових режимах роботи: тривалий, короткочасний, повторно-короткочасний.

Тема 5. Вибір раціональних режимів роботи електропривода

Економія електроенергії технологічними установками і механізмами. Вибір раціонального способу і діапазону регулювання швидкості електропривода.

Вибір раціонального типу електропривода.

Розділ 2. Енергозберігаючі системи регульованого електропривода

Тема 6. Частотно-регульований електропривод з асинхронними двигунами

Принцип частотного регулювання. Схеми частотно-регульованих електроприводів.

Тема 7. Асинхронний електропривод з фазовим керуванням

Принцип фазового керування. Схеми електроприводів з фазовим керуванням.

Тема 8. Електропривод з векторним керуванням

Принцип векторного керування. Схеми електроприводу з векторним керуванням

Тема 9. Генерування вищих гармонік вентильними перетворювачами

Нормування гармонік. Гармоніки мережного струму мостових перетворювачів і силових трансформаторів.

Втрати потужності від вищих гармонік. Вплив вищих гармонік на силові установки, системи релейного захисту, автоматики і зв'язку.

Тема 10. Зменшення впливу на мережу електроприводів з вентильними перетворювачами

Силові резонансні фільтри енергетичного призначення.

Розрахунок параметрів фільтрів для забезпечення електромагнітної сумісності вентильного перетворювача з мережею й електродвигуном.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	Всього	у тому числі					Всього	у тому числі				
		л	пр	лр	ін	ср		л	пр	лр	ін	ср
Розділ 1. Енергетичні властивості електроприводів												
Тема 1. Тенденції розвитку і підходи до енергозбереження в електроприводах	6	2	-	-	-	4						
Тема 2. Типові структури перетворювачів електроенергії	12	4	-	-	-	8						
Тема 3. Енергетичні характеристики регульованих електроприводів	12	4	-	-	-	8						
Тема 4. Розрахунок потужності і теплові режими роботи електропривода	20	4	8	-	-	8						
Тема 5. Вибір раціональних режимів роботи електропривода	22	4	2	-	-	10						
Всього, годин	66	18	10	-	-	38	82	4	2	-	-	76
Розділ 2. Енергозберігаючі системи регульованого електропривода												
Тема 6. Частотно-регульований електропривод з асинхронними двигунами	8	2	-	-	-	6						
Тема 7. Асинхронний електропривод з фазовим керуванням	8	2	-	-	-	6						
Тема 8. Електропривод з векторним керуванням	8	2	-	-	-	6						

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	Всього	у тому числі					Всього	у тому числі				
л		пр	лр	ін	ср	л		пр	лр	ін	ср	
Тема 9. Генерування вищих гармонік вентильними перетворювачами	16	4	4	-	-	8						
Тема 10. Зменшення впливу на мережу електроприводів з вентильними перетворювачами	14	4	2	-	-	8						
Всього, годин	54	14	6	-	-	34	68	4	2	-	-	62
Разом, годин	120	32	16	-	-	72	150	8	4	-	-	138

5. Темы лекційних занять

№ теми з/прог.	Назва теми	Кількість годин	
		Денна	Заочна
1	Тема 1. Тенденції розвитку і підходи до енерго- збереження в електроприводах	2	2
2	Тема 2. Типові структури перетворювачів електроенергії Енергетичний канал електропривода. Енергетичні особливості і характеристики енергетичної ефективності статичних перетворювачів електроенергії.	2	
3	Типові структури перетворювачів електроенергії. Енергетичні характеристики електромеханічних перетворювачів (нерегульованого електропривода) у статичному режимі.	2	
4	Тема 3. Енергетичні характеристики регульованих електроприводів Регульований електропривод із ДПС незалежного збудження. Регульований електропривод з АД. Енергетичні характеристики механічних перетворювачів у статичних режимах.	2	
5	Втрати електроенергії в перехідних процесах електропривода і способи їхнього зниження.	2	
6	Тема 4. Розрахунок потужності і теплові режими роботи електропривода Розрахунок потужності і вибір електродвигунів. Перевірка двигунів по нагріванню прямим методом. Метод середніх втрат. Метод еквівалентних величин	2	2
7	Особливості перевірки двигунів по нагріванню при різних теплових режимах роботи: тривалий, короткочасний, повторно-короткочасний.	2	

8	Тема 5. Вибір раціональних режимів роботи електропривода Економія електроенергії технологічними установками і механізмами. Вибір раціонального способу і діапазону регулювання швидкості електропривода.	2	
9	Вибір раціонального типу електропривода.	2	
10	Тема 6. Частотно-регульований електропривод з асинхронними двигунами.	2	2
11	Тема 7. Асинхронний електропривод з фазовим керуванням	2	
12	Тема 8. Електропривод з векторним керуванням	2	
13	Тема 9. Генерування вищих гармонік вентильними перетворювачами Нормування гармонік. Гармоніки мережного струму мостових перетворювачів і силових трансформаторів	2	2
14	Втрати потужності від вищих гармонік. Вплив вищих гармонік на силові установки, системи релейного захисту і автоматики.	2	
15	Тема 10. Зменшення впливу на мережу електроприводів з вентильними перетворювачами Силові резонансні фільтри енергетичного призначення.	2	
16	Розрахунок параметрів фільтрів для забезпечення електромагнітної сумісності вентильного перетворювача з мережею й електродвигуном.	2	
Разом		32	8

6. Теми практичних робіт

№ теми з/прог.	Назва теми	Кількість годин, форма	
		денна	заочна
1	П.Р. № 1. Розрахунок потужності електродвигунів методами середніх втрат та еквівалентних величин.	2	-
2	П.Р. № 2. Перевірка двигуна по нагріванню при тривалому режиму роботи.	2	-
3	П.Р. № 3. Перевірка двигуна по нагріванню при короткочасному режиму роботи.	2	-
4	П.Р. № 4. Перевірка двигуна по нагріванню при повторно-короткочасному режиму роботи.	2	-
5	П.Р. №5. Вибір раціонального способу і діапазону регулювання швидкості електропривода.	2	2
6	П.Р. №6. Розрахунок коефіцієнту несинусоїдності та коефіцієнтів гармонічних складових напруги.	2	-
7	П.Р. №7. Розрахунок збитків від несинусоїдності напруги.	2	2
8	П.Р. №8. Розрахунок силового фільтро-резонансного фільтра	2	-
Разом		16	4

7. Самостійна робота

№ теми з/прог.	Назва теми	Кількість годин	
		Денна	Заочна
1	Тема 1. Тенденції розвитку і підходи до енерго- збереження в електроприводах	4	8
2	Тема 2. Типові структури перетворювачів електроенергії Енергетичний канал електропривода. Енергетичні особливості і характеристики енергетичної ефективності статичних перетворювачів електроенергії.	4	8
3	Типові структури перетворювачів електроенергії. Енергетичні характеристики електромеханічних перетворювачів.	4	8
4	Тема 3. Енергетичні характеристики регульованих електроприводів Регульований електропривод із ДПС незалежного збудження. Регульований електропривод з АД. Енергетичні характеристики механічних перетворювачів у статичних режимах.	4	10
5	Втрати електроенергії в перехідних процесах електропривода і способи їхнього зниження.	4	8
6	Тема 4. Розрахунок потужності і теплові режими роботи електропривода Перевірка двигунів по нагріванню прямим методом. Метод середніх втрат. Метод еквівалентних величин	4	8
7	Особливості перевірки двигунів по нагріванню при різних теплових режимах роботи: тривалий, короткочасний, повторно-короткочасний.	4	8
8	Тема 5. Вибір раціональних режимів роботи електропривода Економія електроенергії технологічними установками і механізмами. Вибір раціонального способу і діапазону регулювання швидкості електропривода.	6	10
9	Вибір раціонального типу електропривода.	4	8
10	Тема 6. Частотно-регульований електропривод з асинхронними двигунами.	6	10
11	Тема 7. Асинхронний електропривод з фазовим керуванням	6	10
12	Тема 8. Електропривод з векторним керуванням	6	10
13	Тема 9. Генерування вищих гармонік вентилями перетворювачами Нормування гармонік. Гармоніки мережного струму мостових перетворювачів і силових трансформаторів	4	8
14	Втрати потужності від вищих гармонік. Вплив вищих гармонік на силові установки, системи релейного захисту і автоматики.	4	8
15	Тема 10. Зменшення впливу на мережу електроприводів з вентилями перетворювачами Силові резонансні фільтри енергетичного призначення.	4	8
16	Розрахунок параметрів фільтрів для забезпечення електромагнітної сумісності вентиляного перетворювача з мережею й електродвигуном.	4	8
Разом		72	138

8. Методи навчання

Для проведення аудиторних лекцій, практичних робіт, виконання самостійної роботи та консультацій студентів залучаються матеріали, що знаходяться на сайті ЗНУ (Moodle).

9. Види контролю і система накопичення балів

У ході виконання завдань студенту пропонується:

- вивчити теоретичний матеріал ;
- виконати та захистити практичні та самостійні роботи;
- здійснити перевірку отриманих знань шляхом комп'ютерного тестування.

Передбачаються такі контрольні заходи:

1. У рамках поточного контролю у кожному розділі передбачено виконання і здача практичних робіт, самостійної роботи та тестування з перевірки теоретичних знань матеріалу розділу. Розподіл балів наведений у таблиці.

№ Зах.	Назва	Кількість балів
1	Захист ПР № 1-4	10
2	Виконання самостійної роботи з тем 1-4	10
3	Тест у Moodle з 1 розділу	10
4	Захист ПР № 5-8	10
5	Виконання самостійної роботи з тем 5-8	10
6	Тест у Moodle з 2 розділу	10
Разом		60

2. Передбачено проведення екзамену після 2 семестру у формі підсумкового тесту у системі Moodle (максимальна оцінка – 20) балів та співбесіди зі студентом (максимальне сумарне значення оцінки – 20 балів).

3. Критерії оцінювання:

1) Тест у системі Moodle оцінюється автоматично системою (у системі вказана максимальна кількість балів).

2) За повністю і в строк правильно виконане завдання та правильні відповіді на всі запитання нараховується 100% від вказаної максимальної кількості балів.

3) За виконане невчасно або з незначними помилками виконане завдання та відповіді на запитання нараховується 80% балів.

4) За виконані з затримками (2-3 тижні) завдання або завдання вимагає суттєвої переробки і виправлення та відповіді на питання зі значними помилками, нараховується 60% балів від максимальної можливої кількості балів.

5) Неправильно виконані завдання не приймаються і не оцінюються. За виконане зі значними затримками завдання (більше 3 тижнів) нараховується 40% балів від максимальної кількості.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

За шкалою ECTS	За шкалою університету	За національною шкалою	
		Екзамен	Залік
A	90 – 100 (відмінно)	5 (відмінно)	Зараховано
B	85 – 89 (дуже добре)	4 (добре)	
C	75 – 84 (добре)		
D	70 – 74 (задовільно)	3 (задовільно)	
E	60 – 69 (достатньо)		
FX	35 – 59 (незадовільно – з можливістю повторного складання)	2 (незадовільно)	Не зараховано
F	1 – 34 (незадовільно – з обов'язковим повторним курсом)		

9. Рекомендована література

Основна

1. Закладний О.М., Праховник А.В., Соловей О.І. Енергозбереження засобами промислового електропривода: Навчальний посібник. - К: Кондор, 2005. - 408 с.
2. Ильинский Н. Ф. и др. Энергосбережение в электроприводе - М.: Высшая школа, 1989. - 127с.
3. Мамалига В.М. Энергосбережение в системах электропривода. -Київ.: Энергетический центр ЕС в Києве, 1995. - 86 с.

Допоміжна

1. Москаленко В.В. Автоматизированный электропривод. -М.: Энергоатомиздат, 1986. - 416 с.
2. Москаленко В.В. Электрический привод. - М.: Высш. шк., 1991. - 430 с.
3. Некрасов В.Г. Внутриводской транспорт с инерционным аккумулярованием энергии. / Промышленная энергетика: Энергосбережение. - М.,1985. №3. С. 46-48.

10. Інформаційні ресурси

1. [Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України](http://saee.gov.ua/uk/ae) [Електронний ресурс]. - Режим доступа <http://saee.gov.ua/uk/ae>
2. Портал Энергоэффективность и энергосбережение. Возобновляемая энергия. «Зелёное» сознание. Новые технологии [Электронный ресурс]. - Режим доступа <http://energefficiency.in.ua>
3. Комплекс підручників "Енергетика. Довкілля. Енергозбереження" у 7 книгах [Електронний ресурс]. - Режим доступа <http://www.kdpu-nt.gov.ua/work/kompleks-pidruchnikiv-energetika-dovkillya-energozberezhennva-u-7-kpi-gakh>
4. Держане підприємство «Енергоринок» [Електронний ресурс] - Режим доступу <http://www.er.energy.gov.ua>
5. Національна енергетична компанія «Укренерго» [Електронний ресурс] - Режим доступу <https://ua.energy>
6. Національна комісія з регулювання в енергетиці [Електронний ресурс] - Режим доступу <http://www.nerc.gov.ua>
7. Маляренко В.А. Введение в инженерную экологию энергетике. Учебное пособие. - Второе издание- Х.: Издательство САГА, 2008. - с. 185. [Электронный ресурс]. - Режим доступу http://eprlnts.kname.edu.ua/6049/1/ecolog_energy.pdf

Погоджено

з навчальним відділом

«_____»