

Міністерство освіти та науки України
 Криворізький національний університет
 Електротехнічний факультет
 Кафедра автоматизованих електромеханічних систем
 в промисловості та транспорті



ЗАТВЕРДЖУЮ”
 Ректор
 М.І. Ступнік
 09 2019 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

“ Енергоефективність систем та комплексів ”

за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
 за третім (освітньо-науковим) рівнем вищої освіти
 на здобуття ступеня доктора філософії

факультет: електротехнічний

Форма навчання	Курс	Семестр	Всього годин за планом	Кількість кредитів	Аудиторних годин				Самостійна робота (годин)	Розрахунково-графічна робота	Форма контролю
					Всього	Лекції	Лабораторні	Практичні			
Денна	1	2	120	4,0	48	32		16	72		екзамен
Заочна	1	2	120	4,0	12	8		4	108		екзамен

Кривий Ріг
 2019 р.

Робоча програма складена на оснві освітньо-наукової програми третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань 14 Електрична інженерія зі спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / О.М. Сінчук, Ю.Б. Філіпп: Криворізький національний університет. Кривий Ріг : КНУ, 2019. -18 с.

Розробники:

Сінчук О.М. – проф., д.т.н.

Філіпп Ю.Б. - доц., канд. техн. наук.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри автоматизованих електромеханічних систем в промисловості та транспорті
протокол № 1 від 27.08. 2019р.

Завідувач кафедри АЕСПТ  проф., д.т.н. Сінчук О.М.

Схвалено вченою радою електротехнічного факультету
протокол № 1 від 11.09 2019р

Голова ради ЕТФ  к.т.н. Федотов В.О.

Гарант освітньої програми – проф., д.т.н. Сінчук О.М.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4,0	Галузь знань <u>14</u> (шифр і назва) <u>Електрична інженерія</u>	За вибором ВНЗ	
Модулів - 2	Спеціальність 141 <u>”Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”</u>	Рік підготовки:	
Змістових модулів - 2		1- й	1- й
Індивідуальне науково-дослідне завдання <hr/> (назва)		Семестр	
Загальна кількість годин - 120		2 - й	2 - й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних - 3 самостійної роботи аспіранта – 4,5	Ступінь вищої освіти: <u>Доктор філософії</u>	Лекції	
		32 год.	8 год.
		Практичні, семінарські	
		16 год.	4 год.
		Лабораторні	
		0 год.	0 год.
		Самостійна робота	
		72 год.	108 год.
Індивідуальні завдання: год.			
Вид контролю: екзамен			

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 48/72/0;

для заочної форми навчання – 12/108/0.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни «Енергоефективність систем та комплексів» є набуття високого рівня професійної підготовки в галузі побудови енергоефективних систем та комплексів споживачів електроенергії на підприємствах.

Предметом вивчення курсу є системи електропостачання сучасних промислових підприємств, методи забезпечення і оцінювання енергоефективності систем та комплексів; аналіз енергетичних характеристик електроприводів; використання методів і засобів забезпечення високих енергетичних показників електроприводів; методи розрахунку та оцінки енергоефективності обладнання електромеханічних систем.

Основні завдання курсу полягають у формуванні теоретичних знань про методологічні основи проектування систем електропостачання промислових об'єктів, виявлення комплексу вимог до енергоефективних виробничих систем та комплексів, визначення енергетичних характеристик і показників електроприводів, аналіз впливу якості електроенергії на енергетику електропривода, особливості проектування сучасних електромеханічних систем, що відповідає зазначеним вимогам енергетичної ефективності електроприводів виробничих комплексів в різних галузях промисловості.

Курс «Енергоефективність систем та комплексів» базується на знаннях, одержаних аспірантами під час вивчення наступних дисциплін: «Теоретичні основи електротехніки», «Способи поліпшення якості електроенергії в мережах живлення», «Електропостачання», «Математичні задачі електроенергетики», «Ресурсоенергозбереження засобами електропривода».

Програма містить перелік тем та питань, які розглядаються на лекціях, а також перелік практичних робіт. Програмою передбачено нормативний об'єм самостійної роботи аспірантів та контроль за її виконанням. Наведено список основної та допоміжної літератури, рекомендованої для вивчення дисципліни «Енергоефективність систем та комплексів».

В результаті вивчення курсу «Енергоефективність систем та комплексів» аспірант має:

знати:

- механізми забезпечення і методи оцінювання енергоефективності об'єктів;
- енергетичні характеристики і показники промислових електроприводів;
- технічні засоби забезпечення зазначених показників енергоефективності;
- методи розрахунку і вибору електротехнічного обладнання для забезпечення необхідного рівня енергоефективності;

вміти:

- виконати аналіз енергетичних характеристик і показників промислових електроприводів з асинхронним двигуном і перетворювачем частоти;
- визначати ступінь впливу перетворювача частоти на живлячу мережу і на асинхронний двигун;
- використовувати енергоефективні перетворювачі частоти і асинхронні двигуни в електромеханічних системах;

- розраховувати параметри і вибирати енергоефективні перетворювачі частоти і асинхронні двигуни в промислових електроприводах.

набути згідно освітньо-наукової програми:

загальних компетентностей:

- **K02.** Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.
- **K04.** Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

спеціальних компетентностей:

- **СК2.** Здатність застосовувати системний підхід до вирішення науково-технічних завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.
- **СК6.** Здатність застосовувати комплексний підхід до вирішення експериментальних завдань з застосуванням засобів інформаційно-вимірjuвальної техніки та прикладного програмного забезпечення.

та результатів навчання:

- **ПР07.** Уміти виконувати аналіз інженерних продуктів, процесів і систем за встановленими критеріями, обирати і застосовувати найбільш придатні аналітичні, розрахункові та експериментальні методи для проведення досліджень, інтерпретувати результати досліджень.
- **ПР12.** Володіти сучасними методами та розробленими методиками проектування і дослідження, а також аналізу отриманих результатів.

Результати вивчення курсу «Енергоефективність систем та комплексів» представляються у формі екзамену.

Місце дисципліни в структурно-логічній схемі підготовки фахівця

Перелік дисциплін, на які безпосередньо спирається вивчення даної дисципліни	Перелік дисциплін, вивчення яких безпосередньо спирається на дану дисципліну
Філософія науки та інновації, Ідентифікація та моделювання складних електромеханічних систем, Організація та реалізація досліджень здобувача наукового ступеня доктора філософії	Вибіркові дисципліни: 1.Компенсація реактивної потужності та електромагнітна сумісність електротехнічного обладнання; 2. Електромеханічні системи з відновлювальними джерелами енергії.

3. Програма навчальної дисципліни

Заліковий модуль 1

Змістовий модуль 1 “ Методи обґрунтування та оцінювання енергоефективності електромеханічних систем та комплексів “

Тема 1. Нормативна документація в галузі енергозбереження і енергоефективності

Закон України «Про енергозбереження», ДСТУ2155-93 «Енергозбереження. Методи визначення економічної ефективності заходів енергозбереження», Положення про Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України.

Тема 2. Обґрунтування та оцінка енергоефективності електротехнічних систем та комплексів

Вимоги до енергоефективності систем та комплексів. Показники енергоефективності, клас енергетичної ефективності, сертифікація енергоефективності. Техніко-економічне обґрунтування ефективності використання електроенергії регульованими електроприводами.

Тема 3. Енергетичні характеристики електромеханічних систем підприємств

Структура енергетичного каналу. Баланс потужностей потоків енергії. Коефіцієнти корисної дії, потужності і навантаження, втрати потужності в силових елементах систем та комплексах.

Тема 4. Показники якості електроенергії в мережах живлення

Характеристики зниження рівня електромагнітної сумісності живлячої мережі і електродвигунів змінного струму. Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загального призначення.

Тема 5. Електромагнітна сумісність систем електропостачання і перетворювачів електроенергії

Вплив змін напруги і частоти на енергетичні показники. Повільні та швидкі зміни напруги живлення і їх вплив на коефіцієнт корисної дії. стандарт якості електричної енергії.

Тема 6. Електромагнітна сумісність перетворювачів електроенергії і електродвигунів

Вплив несинусоїдальної напруги та її несиметрії на параметри електродвигунів. Втрати потужності в перехідних режимах електродвигунів.

Тема 7. Використання енергоефективних перетворювачів електроенергії в електромеханічних системах

Використання активних випрямлячів в перетворювачах частоти. Активні фільтри в системах живлення перетворювачів.

Тема 8. Вплив вищих гармонік струму на механічне обладнання електроприводів

Вплив несинусоїдальної напруги на строк експлуатації двигунів. Виникнення резонансних явищ в мережах живлення з перетворювачами частоти. Нагрівання підшипників струмами вищих гармонік. Хвильові процеси в кабелях на виході перетворювачів частоти.

Заліковий модуль 2

Змістовий модуль 2 “ Методи і технічні засоби забезпечення необхідних енергетичних характеристик і показників енергоефективності систем і комплексів “

Тема 9. Класифікація методів і технічних засобів забезпечення електромагнітної сумісності мереж живлення і електромеханічних систем

Використання енергоефективних електродвигунів і перетворювачів. Використання статичних компенсуючі і фільтрокомпенсуючих пристроїв.

Тема 10. Використання енергоефективних силових елементів в перетворювачах частоти

Використання енергоефективних напівпровідникових елементів в комутаторах перетворювачів. Використання високочастотних транзисторів в автономних інверторах перетворювачів .

Тема 11. Використання енергоефективних алгоритмів керування перетворювачами електроенергії

Алгоритм широтно-імпульсної модуляції і методи підвищення його ефективності. Алгоритм просторово-векторної модуляції і методи підвищення його ефективності.

Тема 12. Методики розрахунку параметрів і вибору перетворювача частоти і електродвигуна

Методи вибору і перевірки асинхронних електродвигунів для різних режимів роботи. Вибір і перевірка напівпровідникового перетворювача частоти і гальмівного резистора.

Тема 13. Енергоефективні режими роботи електроприводів підйомних установок

Напрямки енергозбереження засоби промислового електропривода. Економія електроенергії при роботі шахтних підйомних установок.

Тема 14. Енергоефективні режими роботи електроприводів турбомеханізмів

Фактори, які впливають на енергетичні показники електроприводів турбомеханізмів. Заходи по підвищенню енергетичної ефективності електроприводів турбомеханізмів.

Тема 15. Енергоефективні режими роботи електроприводів конвеєрів

Шляхи економії електроенергії при роботі електроприводів конвеєрного транспорту. Обмеження режимів роботи електроприводу з малим навантаженням і виключенням режимів холостого ходу.

Тема 16. Використання нерегульованих і регульованих компенсуючих пристроїв

Конденсаторні установки для компенсації реактивної потужності. Вибір потужності пристроїв для компенсації реактивної потужності. Визначення параметрів фільтрів вищих гармонік струму.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин												
	денна форма						заочна форма						
	усього	у тому числі					усього	у тому числі					
		лк	пз	лб	інд	с.р.		лк	пз	лб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Заліковий модуль № 1													
Змістовий модуль 1. <u>Методи обґрунтування та оцінювання енергоефективності електромеханічних систем та комплексів.</u>													
Тема 1. Нормативна документація в галузі енергозбереження і енергоефективності	7	2	-	-	-	5	7	-	-	-	-	7	
Тема 2. Обґрунтування	8	2	2	-	-	4	8	1	1	-	-	6	

та оцінка енергоефективності електротехнічних систем та комплексів.													
Тема 3. Енергетичні характеристики електро-механічних систем підприємств.	8	2	-	-	-	6	8	-	-	-	-	-	8
Тема 4. Показники якості електроенергії в мережах живлення.	7	2	2	-	-	3	7	1	1	-	-	-	5
Тема 5. Електромагнітна сумісність систем електропостачання і перетворювачів електроенергії.	7	2	-	-	-	5	7	-	-	-	-	-	7
Тема 6. Електромагнітна сумісність перетворювачів електроенергії і електродвигунів.	8	2	2	-	-	4	8	1	-	-	-	-	7
Тема 7. Використання енергоефективних перетворювачів електроенергії в електромеханічних системах	7	2	-			5	7	-	-				7
Тема 8. Вплив вищих гармонік струму на механічне обладнання електроприводів	8	2	2			4	8	1	-				7
Всього за заліковим модулем №1	60	16	8	-	-	36	60	4	2	-	-	-	54
Заліковий модуль № 2													
<u>Змістовий модуль 2 “ Методи і технічні засоби забезпечення необхідних енергетичних характеристик і показників енергоефективності систем і комплексів “</u>													
Тема 9. Класифікація методів і технічних засобів забезпечення електромагнітної сумісності мереж живлення і електромеханічних систем	7	2	-			5	7	1	1				5
Тема 10. Використання енергоефективних силових елементів в перетворювачах частоти	8	2	2			4	8	1	1				6
Тема 11. Використання енергоефективних алгоритмів керування перетворювачами електроенергії	7	2	-			5	7	1	-				6
Тема 12. Методики розрахунку параметрів і	8	2	2			4	8	-	-				8

вибору перетворювача частоти і електродвигуна												
Тема 13. Енергоефективні режими роботи електроприводів підйомних установок	8	2	-			6	8	-	-			8
Тема 14. Енергоефективні режими роботи електроприводів турбомеханізмів	7	2	2			3	7	1	-			6
Тема 15. Енергоефективні режими роботи електроприводів конвеєрів	7	2	-			5	7	-	-			7
Тема 16. Використання нерегульованих і регульованих компенсуючих пристроїв	8	2	2			4	8	-	-			8
Всього за заліковим модулем №2	60	16	8	-	-	36	60	4	2	-	-	54
Усього годин	120	32	16	-	-	72	120	8	4	-	-	108

5. Теми семінарських занять

Не передбачено навчальним планом.

6. Теми практичних занять

Практичні роботи аспіранти виконують самостійно і захищають в бесіді з викладачем. При підготовці до практичної роботи аспірант повинен:

а) зрозуміти мету роботи та основні теоретичні положення, що використовуються в ній; для самоконтролю у методичних вказівках до роботи приведені контрольні питання;

б) заготовити усі необхідні для виконання роботи матеріали: схеми, таблиці, папір для графіків тощо; це прискорює та полегшує оформлення роботи, яке рекомендується здійснювати під час практичних занять в аудиторії.

Недоцільно відкладати оформлення роботи на тривалий строк. Слід прагнути так організувати роботу на практичних заняттях, щоб оформити звіт під час занять.

Усі виникаючі питання з теорії, практичних робіт слід записувати і одержати на них відповідь у час найближчої консультації.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	2	3	4
Пз.1	Розрахунки техніко-економічна оцінка ефективності використання регульованих електроприводів	2	-

Пз.2	Розрахунок економії електроенергії і термін окупності регульованого електроприводу при заміні їм системи дроселювання	2	1
Пз.3	Розрахунок енергетичної та економічної ефективності від застосування частотно-регульованого електроприводу	2	-
Пз.4	Розрахунок і оцінка енергоефективності газоперекачувальних агрегатів і системної ефективності компресорних цехів	2	-
Пз.5	Визначення коефіцієнта корисної дії асинхронного двигуна при роботі з різним ступенем навантаження	2	1
Пз.6	Визначення струмів трансформатора і коефіцієнта корисної дії при різних ступенях навантаження	2	1
Пз.7	Визначення коефіцієнта корисної дії регульованого електроприводу при роботі приводного асинхронного двигуна з різним ступенем навантаження	2	1
Пз.8	Розрахунок коефіцієнта корисної дії і коефіцієнта потужності приводного асинхронного двигуна при роботі двигуна з перетворювачем частоти	2	-
	Разом:	16	4

7. Теми лабораторних занять

Не передбачено навчальним планом

8. Самостійна робота

Організація і контроль самостійної роботи аспірантів зорієнтовані на використання кредитно-модульної системи організації навчального процесу (КМСОНП). Обсяг самостійної роботи та порядок її організації, а також система контролю та оцінювання результатів доводяться до аспірантів на одному з перших занять семестру.

Вивчення аспірантами дисципліни «Енергоефективність систем та комплексів» у позааудиторний час складається з повторення та засвоєння теорії по підручнику та конспекту. Ця робота повинна виконуватися систематично, безпосередньо за лекціями. Розуміння та засвоєння пройденого матеріалу дозволяє активно засвоювати нові теоретичні положення, зменшує витрати часу на виконання лабораторних робіт. У свою чергу, такі форми роботи допомагають краще зрозуміти теорію та сприяють придбанню практичних навичок.

Перелік тем та обсяг часу для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Тема 1. Нормативна документація в галузі енергозбереження і енергоефективності	5	6

2	Тема 2. Обґрунтування та оцінка енергоефективності електротехнічних систем та комплексів.	4	6
3	Тема 3. Енергетичні характеристики електромеханічних систем підприємств.	6	8
4	Тема 4. Показники якості електроенергії в мережах живлення.	3	7
5	Тема 5. Електромагнітна сумісність систем електропостачання і перетворювачів електроенергії.	5	6
6	Тема 6. Електромагнітна сумісність перетворювачів електроенергії і електродвигунів.	4	8
7	Тема 7. Використання енергоефективних перетворювачів електроенергії в електромеханічних системах	5	6
8	Тема 8. Вплив вищих гармонік струму на механічне обладнання електроприводів	4	7
9	Тема 9. Класифікація методів і технічних засобів забезпечення електромагнітної сумісності мереж живлення і електромеханічних систем	5	5
10	Тема 10. Використання енергоефективних силових елементів в перетворювачах частоти	4	6
11	Тема 11. Використання енергоефективних алгоритмів керування перетворювачами електроенергії	5	6
12	Тема 12. Методики розрахунку параметрів і вибору перетворювача частоти і електродвигуна	4	8
13	Тема 13. Енергоефективні режими роботи електроприводів підйомних установок	6	7
14	Тема 14. Енергоефективні режими роботи електроприводів турбомеханізмів	3	7
15	Тема 15. Енергоефективні режими роботи електроприводів конвеєрів	5	7
16	Тема 16. Використання нерегульованих і регульованих компенсуючих пристроїв	4	8
	Разом:	72	108

До самостійної роботи аспірантів також відноситься робота по критичному огляду та аналізу відкритих літературних джерел, спрямовану на визначення напрямку подальших досліджень відповідно темі дисертації на здобування третього ступеня вищої освіти. Вказана робота повинна закінчуватися опублікуванням статті в рецензованому журналі за фахом дисертації. В результаті аналізу літературних джерел повинні бути з'ясовані стан та проблеми досліджень за темою дисертації, та визначений подальший напрямок досліджень аспіранта. Природно, у подальшому при успішному виконанні цього етапу досліджень автоматично з'явиться новизна досліджень. Матеріали досліджень аспірант повинен представити на міжнародних конференціях.

Наступною вагомою задачею для аспіратів повинна бути аналіз та побудування математичного опису системи, що досліджується в дисертації, що необхідно для побудування необхідного для аспіранту інструменту для подальших наукових досліджень програмної моделі системи, виконаної на будь-яких програмному пакеті або оболонці (Matlab, Turbopascal та ін.). Природно, цей етап самос-

тійної роботи повинен закінчуватися публікацією фахової статті, в якій, крім викладу структури та параметрів моделі, обов'язково повинні наводитися докази адекватності отриманих на моделі результатів.

Після виконання вищевказаних етапів самостійної роботи аспірантом повинні бути сформульовані об'єкт та предмет дослідження, мета та задачі досліджень, методи досліджень, які він буде використовувати в своїх подальших дослідженнях

9. Індивідуальні завдання

Не передбачено навчальним планом.

10. Методи навчання

У процесі викладання дисципліни «Енергоефективність систем та комплексів» використовуються різні методи та форми викладання і навчання.

За джерелами знань використовуються такі методи навчання: словесні – розповідь, пояснення, лекція, інструктаж; наочні – демонстрація, ілюстрація; практичні – лабораторна робота.

За характером логіки пізнання використовуються такі методи: аналітичний, синтетичний, аналітико – синтетичний, індуктивний, дедуктивний.

За рівнем самостійної розумової діяльності використовуються методи: проблемний, частково – пошуковий, дослідницький.

Основним видом навчальних занять з дисципліни «Енергоефективність систем та комплексів» є лекції. У процесі засвоєння матеріалу надзвичайно важливо засвоїти не тільки кінцеві результати у вигляді розрахункових формул та методів, а й забезпечити формування електротехнічного мислення, розуміння фізичних процесів.

Важливу роль при вивченні дисципліни відіграють практичні заняття. На практичних заняттях аспіранти під керівництвом викладача особисто проводять розрахунки з метою практичного підтвердження основних теоретичних положень дисципліни, набувають практичних навичок роботи з розробці заходів з енергоефективності систем та комплексів.

У процесі індивідуального захисту практичних робіт кожен аспірант отримує відповідну рейтингову оцінку з урахуванням, активності про виконанні роботи, якості її оформлення та захисту.

Види занять з дисципліни: *лекції, практичні заняття, самостійна робота.*

11. Методи оцінювання успішності навчання.

Для оцінювання успішності аспірантів використовується модульно - рейтингова система, яка передбачає розподіл балів за виконання усіх запланованих видів робіт. Максимальну кількість 100 балів за опановану дисципліну аспірант отримує при умові його бездоганного виконання. Ця сума складається з балів, які аспірант поступово накопичує за виконання поточних практичних і контрольних робіт, а також складання підсумкового екзамену.

У практичному модулі максимальна кількість балів при захисті практичних робіт наведена у таблиці:

Вид робіт	Денна форма	Заочна форма
Якість самостійної підготовки до виконання практичної роботи	2	10
Якість виконання практичної роботи	2	10
Якість підготовки та захисту звіту з практичної роботи	2	10
Всього:	6	30

Розподіл максимальної кількості балів (100) при контролі знань наступний:

- 60 балів для оцінки роботи аспіранта у семестрі;
- 40 балів для оцінки на екзамені.

Розподіл максимальної кількості балів при виконанні модульної контрольної роботи наведений у таблиці:

Вид робіт	Денна форма	Заочна форма
Повнота відповідей на питання білету модульної контрольної роботи	5	10
Логічність та аргументованість відповідей	5	10
Наведення рисунків та графіків	4	8
Всього:	14	28

Розподіл максимальної кількості балів по складовим блокам наведений у таблицях:

Денна форма

Блоки контролю	Модулі, номери неділь, бали																Всього
	Змістовий модуль №1,2																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Практичний	-	4	-	4	-	4	-	4	-	4	-	4	-	4	-	4	32
Модульний	-	-	-	-	-	-	-	14	-	-	-	-	-	-	-	14	28
Разом:																	60
Екзамен																	40
Всього:																	100

Заочна форма

Блоки контролю	Модулі, номери неділь, бали																Всього
	Змістовий модуль №1,2																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Практичний	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32
Модульний	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28	28
Разом:																	60
Екзамен																	40
Всього:																	100

Семестровий контроль здійснюється в письмовій формі по білетах. Зміст і структура екзаменаційних білетів та критерії оцінювання обговорюються та визначаються рішенням кафедри.

Зміст питань комплексу екзаменаційних білетів (контрольних завдань) має повністю охоплювати робочу навчальну програму дисципліни або її частину, яка виноситься на семестровий контроль, та забезпечувати перевірку всіх знань, на-

вичок і умінь відповідного рівня, що передбачені програмою. Кількість екзаменаційних білетів для усного екзамену має перевищувати кількість аспірантів у навчальній групі не менше, ніж на 5.

Критерії оцінювання екзамену (відповіді аспіранта) мають враховувати, насамперед, її повноту і правильність, а також здатність аспіранта: узагальнювати отримані знання; застосовувати правила, принципи, закони в конкретних ситуаціях; аналізувати та оцінювати факти, інтерпретувати схеми, графіки; викладати матеріал чітко, логічно, послідовно.

Складові оцінювання відповіді аспіранта на екзамені при максимальній кількості (40 балів):

- повнота розкриття питань білету – 8 балів;
- логіка викладання, культура мови – 8 балів;
- правильний вибір формул та їх написання – 8 балів;
- обґрунтованість побудови систем керування електроприводом – 8 балів;
- аналітичність міркування, вміння робити порівняння, правильний і обґрунтований висновок – 8 балів.

Семестровий контроль реалізується через визначення кількості набраних балів з дисципліни за семестр та визначення оцінки якості засвоєння дисципліни згідно шкали оцінок (наказ ректора від 26.04.2010 №125).

Шкала оцінок якості засвоєння навчального матеріалу

Національна шкала успішності	Оцінка ECTS	Визначення ECTS	100-бальна система оцінювання
відмінно	<i>A</i>	ВІДМІННО – відмінне виконання лише з незначними помилками	90-100
добре	<i>B</i>	ДУЖЕ ДОБРЕ – вище середнього рівня з кількома помилками	80-89
	<i>C</i>	ДОБРЕ – в цілому правильна робота з певною кількістю грубих помилок	71-79
задовільно	<i>D</i>	ЗАДОВІЛЬНО – непогано, але зі значною кількістю недоліків	61-70
	<i>E</i>	ДОСТАТНЬО – виконання задовольняє мінімальні потреби	50-60
незадовільно	<i>FX</i>	НЕЗАДОВІЛЬНО – із можливістю повторного складання	30-49
	<i>F</i>	НЕЗАДОВІЛЬНО – з обов'язковим повторним вивченням модуля	0-29

Якщо аспірант на момент закінчення останнього проведення контрольного заходу з відповідної дисципліни не набрав необхідної кількості балів, він, за згодою деканату, може здійснити додаткові спроби з їх складання. Кількість додаткових спроб обмежується двома.

Перелік питань для підсумкового контролю знань, умінь та навичок

1. Наведіть перелік заходів щодо енергозбереження в електроенергетиці.
2. Як визначається економічна ефективність заходів енергозбереження.

3. Наведіть основні вимоги до систем та комплексів щодо забезпечення енергоефективності..
4. Наведіть показники енергоефективності електромеханічних систем.
5. Як визначається баланс потужностей потоків енергії?
6. Як визначаються коефіцієнти корисної дії і коефіцієнти потужності?
7. Наведіть фактори впливу на рівень електромагнітної сумісності живлячої мережі і електромеханічних систем?
8. Наведіть основні характеристики напруги живлячої мережі загального призначення?
9. Як впливають зміни напруги мережі на енергетичні показники електромеханічної системи?
10. Наведіть склад показників якості електроенергії?
11. Як впливає несинусоїдальність напруги мережі на коефіцієнти корисної і коефіцієнти потужності двигунів?
12. Як впливають зміни частоти напруги живлячої мережі на коефіцієнти корисної і коефіцієнти потужності двигунів?
13. Яким чином впливає несинусоїдальність напруги живлення на момент асинхронного двигуна?
14. Обґрунтуйте впливу пульсацій моменту від вищих гармонік струму на коефіцієнт корисної дії асинхронного двигуна.
15. Як впливає несинусоїдальність напруги живлення на строк експлуатації асинхронного двигуна?
16. Резонансні явища в електроприводі з перетворювачем частоти і асинхронним двигуном.
17. Вплив перетворювачів частоти на строк служби підшипників асинхронних двигунів.
18. Хвильові процеси в кабелях живлення асинхронного двигуна від перетворювача частоти.
19. Засоби забезпечення електромагнітної сумісності електропривода з живлячою мережею.
20. Використання енергоефективних електродвигунів і перетворювачів частоти в електроприводах.
21. Використання високочастотних транзисторів в автономних інверторах перетворювачів частоти..
22. Використання активних випрямлячів в перетворювачах частоти.
23. Використання активних фільтрів в системах електроживлення електроприводів з перетворювачами частоти.
24. Алгоритм широтно-імпульсної модуляції і методи підвищення його ефективності.
25. Алгоритм просторово-векторної модуляції і методи підвищення його ефективності.
26. Методика вибору і перевірки перетворювача частоти з асинхронним двигуном.
27. Методика розрахунку і вибору гальмівного резистору електроприводу з перетворювачем частоти.

28. Напрямки енергозбереження в електроприводі шахтних підйомних установок.
29. Напрямки енергозбереження в електроприводі турбомеханізмів.
30. Напрямки енергозбереження в електроприводі конвеєрних установок.

13. Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни «**Енергоефективність с систем та комплексів**» для аспірантів спеціальностей 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» всіх форм навчання / Сінчук О.М., Філіпп Ю.Б., 2019 р.
2. Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «**Енергоефективність с систем та комплексів**» для аспірантів спеціальностей 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» всіх форм навчання / Сінчук О.М., Філіпп Ю.Б., 2019 р.
3. Конспект лекцій з дисципліни «**Енергоефективність с систем та комплексів**» для аспірантів спеціальностей 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» всіх форм навчання / Сінчук О.М., Філіпп Ю.Б., 2019 р.

14. Рекомендована література

Базова

1. Жемеров Г.Г. Эффективность систем энергопоставки с напівпровідниковими перетворювачами електроенергії : монографія / Г.Г.Жемеров, Д.В. Тугай. – Харків : ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2018. – 272 с.
2. Васильев Б.Ю. Электропривод. Энергетика электропривода. Учебник. – М.: СОЛОН-Пресс, 2015. – 268 с.
3. Лезнов Б.С. Энергосбережение и регулируемый электропривод в насосных и воздушных установках. – М.: Энергоатомиздат, 2006. – 256 с.
4. Краснов И.Ю. Методы и средства энергосбережения на промышленных предприятиях // Учебное пособие. – Томск. Изд-во ТПУ, 2012. – 186 с.
5. Ильинский, Н.Ф. Электропривод: энерго- и ресурсосбережение / Н.Ф. Ильинский, В.В. Москаленко. – М.: Академия, 2008. – 208 с.
6. Браславский, И.Я. Энергосберегающий асинхронный электропривод / И.Я. Браславский, З.Ш. Ишматов, В.Н. Поляков; под ред. И.Я. Браславского. – М.: Академия, 2004 – 256 с.

Допоміжна

1. Посібник з муніципального енергетичного менеджменту / Є.М. Іншеков, Є.Є.Нікітін, М.В. Тарнавський, А.В. Чернявський. – К.: Поліграф плюс, 2014. – 238 с.
2. Инжиниринг электроприводов и систем автоматизации / М.П. Белов, О.И. Зементов, А.Е. Козярук и др.. – М.: Академия, 2006. – 368 с.

3. Пилипенко Н.В., Сиваков И.А. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности инженерных систем и сетей. Учебное пособие. – СПб: НИУ ИТМО, 2013. – 274 с.

4. Фокин В.М. Основы энергосбережения и энергоаудита. – М.: Изд-во «Машиностроение-1», 2006. – 256 с.

5. Северянин В.С., Черников И.А., Горбачев М.Г. Основы энергосбережения : Курс лекций. – Брест, Изд-во БГТУ, 2003. – 54 с.

Інформаційна

1. Електронна бібліотека. – Режим доступу до електронних ресурсів: <http://rutracker.org/forum/viewtopic.php?t=1746968>.

2. Електронна бібліотека. – Режим доступу до електронних ресурсів: <http://www.booksgid.com/hardware/1305-jelektroprivod-i-avtomatizacija.html>.

3. Електронні книги з електропривода. – Режим доступу до електронних ресурсів: <http://www.electrolibrary.info/books/elprivod.htm>.

4. Електронні книги з електропривода. – Режим доступу до електронних ресурсів: <http://mirknig.com/2008/09/22/sistemy-upravlenija-jelektroprivodov.html>.

5. Електронні книги з електропривода. – Режим доступу до електронних ресурсів: <http://www.twirpx.com/files/tek/emotor/>.

6. Електронна бібліотека. – Режим доступу до електронних ресурсів: <http://www.diagram.com.ua/library/energ-elektroprivod/>.

7. Електронна бібліотека. – Режим доступу до електронних ресурсів: <http://ua.bookfi.org/>.

8. Електронна бібліотека. – Режим доступу до електронних ресурсів: <http://goraknig.org/tehnika/?kniga=OTM3Nzkz>.

9. Електронна бібліотека Криворізького національного університету. – Режим доступу до електронних ресурсів: <http://lib.ktu.edu.ua/>.

15. Доповнення та зміни до робочої програми

п/п	Дата внесення змін	Зміст змін, доповнень	Підстава до внесення змін, доповнень (№ і дата наказу, рішення вченої ради, засідання кафедри, підпис завідуючого кафедрою)	Погодження випускаючої кафедри (№ і дата засідання кафедри, підпис завідуючого кафедрою)

ДОДАТОК 1

Робочий план з дисципліни «Енергоефективність систем та комплексів»

Семестр 2

Вид навчальної роботи	Годин у семестрі/кредити	Тиждень																Вид підсумкового контролю
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Лекційні заняття	32	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	2 ПК	
Лабораторні роботи																		
Практичні заняття	16		2		2		2		2		2		2		2		2	
Самостійна робота	72	5	4	6	3	5	4	5	4	5	4	5	4	6	3	5	4	
Індивідуальна робота (курсова робота)																		
Проміжні форми контрольних заходів									MP1									MP2
Всього годин/ кредитів	120/4,0	7	8	8	7	7	8	7	8	7	8	7	8	8	7	7	8	екзамен

Позначки: ПК - поточний контроль; МР - контрольна модульна робота.

Викладач: канд. техн. наук, доцент Філіпп Ю.Б.