

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет електротехнічний
Кафедра автоматизованих електромеханічних систем
в промисловості та транспорті

СИЛАБУС

програма вивчення дисципліни

«Енергоефективність систем та комплексів»

для здобувачів третього рівня (доктор філософії) вищої освіти

Галузь знань: 14 – Електрична інженерія

Спеціальність: 141- Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Викладач дисципліни:

Сінчук Олег Миколайович - завідувач кафедри автоматизованих електромеханічних систем в промисловості та транспорті, доктор технічних наук, професор.

Е-mail: speet@ukr.net

Контактний телефон: (+38) 056 409-17-30 (каф. АЕСПТ).

Кафедра автоматизованих електромеханічних систем в промисловості та транспорті знаходиться у головному корпусі КНУ (Кривий Ріг, вул. Віталія Матусевича 11), ауд. 303.

АНОТАЦІЯ

Питання підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів, в тому числі електричної енергії, мають принципове значення для сталого розвитку економік і зростання внутрішнього валового продукту (ВВП) країн. На прийняття дієвих заходів, що забезпечують ефективне використання електричної енергії, спрямована робота багатьох вчених і науково-дослідних організацій по всьому світу.

Актуальність теми обумовлена, головним чином, сучасними соціально-економічними тенденціями, що приводять до зростання загальної енергоемності промислових і побутових споживачів, пов'язаної, зокрема, з кількісним поширенням різних електротехнічних комплексів і систем, якісними змінами режимів і графіків споживання електричної потужності, а також зі збільшенням протяжності магістральних, промислових і побутових електричних мереж.

В результаті зазначених тенденцій, виникає нестача генерується електростанціями потужності, з'являється необхідність будівництва додаткових станцій, комплексів автономної або систем розподіленої генерації. Це пов'язане з великими економічними витратами і значними екологічними збитками, які можна мінімізувати, а в деяких випадках і повністю виключити, якщо забезпечити підвищення енергоефективності електротехнічних комплексів і систем електропостачання.

Під енергоефективністю електротехнічних комплексів і систем електропостачання в загальному випадку розуміється раціональне і ефективне використання потужності, споживаної від джерел електроенергії, при Щоб зберегти установки якості мережі, яка живить промислових і побутових споживачів.

При вивченні дисципліни аспіранту необхідно освоїти розробку методів і засобів підвищення енергоефективності електротехнічних комплексів і систем електропостачання за рахунок мінімізації втрат при передачі потужності від джерел електроенергії до споживачів, а також за рахунок підвищення показників ефективності електроспоживання та якісних показників електроенергії мережі живлення.

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	Галузь знань <u>14</u> (шифр і назва) <u>Електрична інженерія</u>	Нормативна	
Модулів – 2		Рік підготовки	
Змістових модулів – 2		1	1
РГР – 0		Семестр	
Загальна кількість годин – 120		2	2
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи аспіранта – 4,5	Спеціальність 141 ”Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка” 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.
		Курсова робота	
		-	-
Вид контролю:			
екзамен	екзамен		

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить (%) – 66,7%.

2. Місце дисципліни в структурі освітньо-наукової програми

Дисципліна «Енергоефективність систем і комплексів» включена в блок професійної підготовки нормативних дисциплін освітньо-наукової програми спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка третього рівня (доктор філософії) вищої освіти.

Вхідні знання і вміння, необхідні для вивчення даного курсу, повинні бути сформовані в курсах «Організація та реалізація досліджень здобувача наукового ступеня доктора філософії» та «Ідентифікація та моделювання складних електромеханічних систем».

Основні положення дисципліни повинні бути використані в подальшому при вивченні спеціальних дисциплін, при підготовці тексту дисертації, при публікації наукових статей в журналах, доповідей на науково-дослідних конференціях та семінарах а також підготовці грантових заявок для участі в міжнародних проектах.

3. Перелік планованих результатів навчання, співвіднесених з планованими результатами освоєння освітньої-наукової програми

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

Завдання вивчення дисципліни - 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.

Необхідно навчити аспіранта системному підходу до аналізу енергоефективності електроприводів виробничих систем та комплексів, залучити до технічної творчості і самостійної роботи розробки засобів підвищення енергоефективності, стимулювати бажання навчатися цікавій спеціальності дослідника у сфері енергоефективності впродовж всього життя.

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

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»

Після вивчення курсу аспірант повинен

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.

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

Дисципліна спрямована на формування:

загальних компетентностей:

- **К02.** Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.
- **К04.** 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-виміральної 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.

4. Тематичний план дисципліни

Змістовий модуль №1 (60 годин/2,0 кредита.)

« 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. Те-

хніко-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.

Змістовий модуль 2 (60 годин/2,0 кредита)

“ 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 компенсуючих і фільтрокомпенсуючих пристроїв.

Тема 10. Використання енергоефективних силових елементів в перетворювачах частоти

Використання енергоефективних напівпровідникових елементів в комута-
торах перетворювачів. Використання високочастотних транзисторів в автономних
інверторах перетворювачів .

Тема 11. Використання енергоефективних алгоритмів керування перетво-
рювачами електроенергії

Алгоритм широтно-імпульсної модуляції і методи підвищення його ефекти-
вності. Алгоритм просторово-векторної модуляції і методи підвищення його ефе-
ктивності.

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

Методи вибору і перевірки асинхронних електродвигунів для різних режи-
мів роботи. Вибір і перевірка напівпровідникового перетворювача частоти і галь-
мівного резистора.

Тема 13. Енергоефективні режими роботи електроприводів підйомних
установок

Напрямки енергозбереження засоби промислового електропривода. Еконо-
мія електроенергії при роботі шахтних підйомних установок.

Тема 14. Енергоефективні режими роботи електроприводів турбомеханіз-
мів

Фактори, які впливають на енергетичні показники електроприводів турбо-
механізмів. 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 при-
строїв

Конденсаторні установки для компенсації реактивної потужності. Вибір по-
тужності пристроїв для компенсації реактивної потужності. Визначення парамет-
рів фільтрів вищих гармонік струму.

5. Тематика практичних занять

№ занять	Теми занять	Кількість годин	
		денна	заочна
1.	Розрахунки техніко-економічна оцінка ефективності ви- користання регульованих електроприводів	2	-
2.	Розрахунок економії електроенергії і термін окупності регульованого електроприводу при заміні ім системи дросселювання	2	-
3.	Розрахунок енергетичної та економічної ефективності від	2	1

	застосування частотно-регульованого електроприводу живильного насоса		
4.	Розрахунок і оцінка енергоефективності газоперекачувальних агрегатів і системної ефективності компресорних цехів	2	-
5.	Визначення коефіцієнта корисної дії асинхронного двигуна при роботі з різним ступенем навантаження	2	1
6.	Визначення струмів трансформатора і коефіцієнта корисної дії при різних ступенях навантаження	2	1
7.	Визначення коефіцієнта корисної дії регульованого електроприводу при роботі приводного асинхронного двигуна з різним ступенем навантаження	2	1
8.	Розрахунок коефіцієнта корисної дії і коефіцієнта потужності приводного асинхронного двигуна при роботі двигуна з перетворювачем частоти	2	-
	Всього:	16	4

6. Тематика самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна	Заочна
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 конвєсєрів	5	7
16	Тема 16. Використання нерегульованих і регульованих компенсуючих пристроїв	4	8
	Разом:	72	108

7. Політика і процедури

При вивченні дисципліни «Енергоефективні системи та комплекси» прошу дотримуватися таких правил:

1. Не спізнюватися на заняття.
2. Не пропускати заняття без поважної причини, у разі відсутності прошу попередити та опрацювати матеріал самостійно.
3. Згідно з календарним графіком навчального процесу здавати всі види контролю.
4. Брати активну участь в навчальному процесі.
5. Бути терпимими, відкритими, відвертими і доброзичливими до однокурсників та викладачів.

8. Порядок оцінювання результатів навчання

В результаті освоєння дисципліни аспірант освоює такі компетенції:

Компетенції	Дескриптори - основні ознаки освоєння (показники досягнення результату)	Форми і методи навчання, що сприяють формуванню та розвитку компетенції
К02. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні	– уміє аналізувати предметну область, формалізувати завдання керування та розділяти глобальну задачу на складові	лекції, виконання практичних завдань, огляд і обговорення методологічних статей
К04. Здатність до застосування сучасних інформаційних технологій у науковій діяльності, пошуку та критичного аналізу інформації	– знає і розуміє сучасні методи ведення науково-дослідних робіт, організації та планування експерименту, комп'ютеризованих методів дослідження та опрацювання результатів вимірювань	лекції, виконання практичних завдань, огляд і обговорення методологічних статей
СК2. Здатність застосовувати системний підхід до вирішення науково-технічних завдань	– уміє проводити постановку, формулювання і вирішення завдань у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, що пов'язані з процедурами спостере-	лекції, виконання практичних завдань, огляд і обговорення методологічних статей

Компетенції	Дескриптори - основні ознаки освоєння (показники досягнення результату)	Форми і методи навчання, що сприяють формуванню та розвитку компетенції
електроенергетики, електротехніки та електромеханіки	ження об'єктів, вимірювання, контролю, діагностування і прогнозування з урахуванням важливості соціальних обмежень (суспільство, здоров'я і безпека, охорона довкілля, економіка, промисловість тощо).	
СК6. Здатність демонструвати практичні навички в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки	– володіє сучасними методами теоретичних та експериментальних досліджень з оцінюванням точності отриманих результатів вимірювань.	лекції, виконання практичних завдань, огляд і обговорення методологічних статей

Рівень сформованості кожної компетенції на різних етапах її формування в процесі освоєння даної дисципліни оцінюється в ході поточного та підсумкового контролю успішності та представлений різними видами оціночних засобів.

Сукупний результат визначається як середнє арифметичне значення оцінок за всіма видами поточного контролю. Враховуються також відповіді аспіранта на питання з відповідних видів занять при поточному контролі - співбесіда, групова дискусія.

Критерії оцінювання співбесіди (усного опитування), розбору конкретних ситуацій:

- Оцінки «відмінно» заслуговує аспірант, який повно і розгорнуто відповів на питання.
- Оцінки «добре» заслуговує аспірант, який повно відповів на питання.
- Оцінки «задовільно» заслуговує аспірант, який неповно відповів на питання.
- Оцінки «незадовільно» заслуговує аспірант, не відповів на питання.

Критерії оцінювання групової дискусії, круглого столу:

- Оцінки «відмінно» заслуговує аспірант, який активно брав участь в обговоренні, коректно і точно ставив питання, повно і розгорнуто відповідав на запитання, сформулював і аргументовано відстоював свою точку зору.

- Оцінки «добре» заслуговує аспірант, який активно брав участь в обговоренні, коректно і точно ставив питання, повно і розгорнуто відповідав на запитання, сформулював свою точку зору.
- Оцінки «задовільно» заслуговує аспірант, який брав участь в обговоренні, відповідав на запитання.
- Оцінки «незадовільно» заслуговує аспірант, який не брав участі в обговоренні, не відповідав на запитання.

Порядок визначення підсумкової оцінки за семестр

Підсумкова оцінка аспіранта за семестр визначається наступним чином:

$$O_{\text{підсумкова}} = 0,8 * O_{\text{поточна}} + 0,2 * O_{\text{екзамен}}$$

$O_{\text{екзамен}}$ - бальна оцінка за екзаменаційну роботу (у діапазоні від 0 до 100 балів)

Викладач має можливість додати аспірантові до 10 балів до оцінки за модуль за:

- участь в конкурсі наукових робіт за напрямом «Енергоефективність і енергозбереження»;
- підготовку та публікацію тез доповіді або статті за напрямом «Енергоефективність і енергозбереження».

Набрана сума балів переводиться в національну 4-балову та в шкалу за системою ECTS у такий спосіб

За шкалою ECTS	За національною шкалою	За бальною шкалою викладача
A	Відмінно (зараховано) *	90-100
B	Дуже добре (зараховано) *	80-89
C	Добре (зараховано) *	71-79
D	Задовільно (зараховано) *	61-70
E	Достатньої (зараховано) *	50-60
FX	Незадовільно з можливістю повторного складання (незараховано)*	30-49
F	Незадовільно з обов'язковим повторним курсом (незараховано) *	0-29

Зразок екзаменаційного білету

Білет № 5

1. Показники енергоефективності систем та комплексів.

2. Використання активних випрямлячів в перетворювачах частоти і їх вплив на енергоефективність систем.

3. Алгоритм широтно-імпульсної модуляції і методи підвищення його ефективності.

Типові контрольні завдання, що необхідні для оцінки знань, умінь, навичок в процесі освоєння ОНП

Змістовий модуль №1

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?

Змістовий модуль №2

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?

8. Методичне забезпечення

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

9. Рекомендована література

Базова

1. Жемеров Г.Г. Эффективность систем энергопоставки с полупроводниковыми преобразователями электроэнергии : монография / Г.Г.Жемеров, Д.В. Тугай. – Харьков : 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.С.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.

10. Інформаційні ресурси

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-jelektropriwod-i-avtomatizacija.html>.
3. Електронні книги з електропривода. – Режим доступу до електронних ресурсів: <http://www.electrolibrary.info/books/elpriwod.htm>.
4. Електронні книги з електропривода. – Режим доступу до електронних ресурсів: <http://mirknig.com/2008/09/22/sistemy-upravlenija-jelektropriwodov.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-elektropriwod/>.
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/>.

КАФЕДРА АЕСІТТ