

Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет природокористування
Факультет механіки, енергетики та інформаційних технологій
Кафедра електротехнічних систем

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Проректор з НВР
професор Віталій Боярчук

“ ” 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Електричні машини та апарати»

(назва навчальної дисципліни)

спеціальність 145 «Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика»

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський) рівень

Львів 2024

Робоча програма навчальної дисципліни «Електричні машини та апарати» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня освіти ОП «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціальності 145 «Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика».

Розробники: к.т.н., доцент Дмитро Гречин

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри електротехнічних систем

Протокол № 2 від “ 29 ” серпня 2024 року

Завідувач кафедри електротехнічних систем _____ (Віталій Левонюк)

Робочу програму схвалено на засіданні методичної комісії факультету механіки, енергетики та інформаційних технологій

Протокол № 1 від “ 29 ” серпня 2024 року

Голова методичної комісії факультету _____ (Степан Ковалишин)

1 Опис навчальної дисципліни

Галузь знань, спеціальність, рівень освіти

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський) рівень

Галузь знань 14 «Електрична інженерія»

Спеціальність 145 «Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика»

Характеристика навчальної дисципліни:

Обов'язкова

Кількість кредитів – 4

Загальна кількість годин – 120

Вид контролю: іспит (V семестр).

Тижневих аудиторних годин для денної форми навчання – 4

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить (%):

для денної форми навчання – 87;

для заочної форми навчання – .

2 Програма навчальної дисципліни

Розділ 1 Електричні апарати

Тема 1. Функції та основні частини електричних апаратів

2.1 Функції електричних апаратів

2.2 Головне коло, коло керування, допоміжне коло, полюс та порт

2.3 Контакти електричних апаратів

2.4 Дугогасні системи комутаційних апаратів

Тема 2. Електромеханічні комутаційні апарати

2.1 Запобіжники

2.2 Роз'єднувачі, вимикачі та комбінації із запобіжниками

2.3 Відмикачі промислового застосування

2.4 Відмикачі для побутових та аналогічних електроустановок

2.5 Відмикачі, керовані різницевиими струмами

2.6 Контактори та пускачі

2.7 Апарати кіл керування

2.8 Електромагнітні реле

Розділ 2 Машини постійного струму

Тема 3 Загальні відомості про електричні машини.

3.1 Історія розвитку електричних машин.

3.2 Електротехнічні матеріали, що використовуються для виготовлення машин.

3.3 Конструкція машини постійного струму. Принцип дії і будова.

3.4 Режим роботи, принцип зворотності.

3.5 Електрорушійна сила та електромагнітний момент

Тема 4 Генератори постійного струму

4.1 Класифікація за способом збудження.

4.2 Характеристики генераторів з різним збудженням.

Тема 5 Двигуни постійного струму.

5.1 Загальні відомості про двигуни постійного струму.

5.2 Пуск двигунів постійного струму.

5.3 Регулювання швидкості обертання двигунів постійного струму

Розділ 3 Трансформатори

Тема 6 Загальні відомості про трансформатори.

6.1 Принцип дії та види трансформаторів

6.2 Магнітопроводи трансформаторів

6.3 Обмотки трансформаторів

6.4 Схеми і групи з'єднання обмоток трансформаторів

6.5 Елементи конструкції і способи охолодження трансформаторів

Тема 7 Різновиди трансформаторів

7.1 Триобмоткові трансформатори

7.2 Автотрансформатори

7.3 Трансформатори з плавним регулюванням напруги

7.4 Інші різновиди трансформаторів

Розділ 4 Асинхронні машини

Тема 8 Класифікація і загальна характеристика машин змінного струму.

8.1 Види машин змінного струму.

8.2 Будова і принцип дії асинхронної машини. Режими роботи.

Тема 9 Способи пуску асинхронного двигуна

9.1 Прямий пуск

9.2 Реакторний пуск

9.3 Автотрансформаторний пуск

9.4 Пуск перемиканням «зірка-трикутник»

9.5 Пуск двигунів з фазним ротором

Тема 10 Регулювання швидкості обертання

10.1 Зміною ковзання

10.2 Зміною кількості пар полюсів

10.3 Зміною частоти живлення

10.4 Зменшенням напруги живлення

Розділ 5 Синхронні машини

Тема 11 Принцип дії і будова синхронної машини

11.1 Будова синхронної машини

11.2 Принцип дії синхронної машини

Тема 12 Синхронні двигуни та компенсатори

12.1 Застосування синхронних двигунів

12.2 Способи пуску синхронних двигунів

12.3 Синхронні компенсатори

Розділ 6 Колекторні машини

Тема 13 Колекторні машини змінного струму

13.1 Однофазні колекторні машини

13.2 Багатофазні колекторні машини

3 Структура навчальної дисципліни

Назви тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с. р.		л	п	лаб.	інд.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1 Електричні апарати												
	Рік підготовки 3 Семестр 5											
Тема 1	10	4		4		2						
Тема 2	6	2		2		2						
Розділ 2 Машини постійного струму												
Тема 3	6	2		2		2						
Тема 4	6	2		2		2						
Тема 5	6	2		2		2						
Розділ 3 Трансформатори												
Тема 6	7	2		2		3						
Тема 7	7	2		2		3						
Розділ 4 Асинхронні машини												
Тема 8	7	2		2		3						
Тема 9	7	2		2		3						
Тема 10	7	2		2		3						
Розділ 5 Синхронні машини												
Тема 11	7	2		2		3						
Тема 12	7	2		2		3						
Розділ 6 Колекторні машини												
Тема 13	7	2		2		3						
Іспит	30					30						
Усього	120	28		28		64						

4 Теми лабораторних занять

№ теми	Назва теми	Кількість годин
1	Вступне заняття. Правила техніки безпеки при виконанні лабораторних робіт з електричних апаратів.	2
	Класифікація електричних апаратів.	2
3	Дослідження електромагнітних реле автоматики та експериментальне визначення основних параметрів.	2
4	Вивчення конструкції та принципу дії електричних машин постійного струму.	2
5	Дослідження генераторів постійного струму незалежного і паралельного збудження засобами середовища <i>Matlab</i>	2
7	Вивчення конструкції трансформаторів.	2

	Дослідження робочих характеристик однофазного трансформатора.	2
9	Вивчення конструкції асинхронних електричних машин.	2
	Дослідження з'єднань обмоток асинхронних двигунів	2
10	Дослідження асинхронного двигуна під час живлення його від однофазної електричної мережі.	2
11	Частотне регулювання швидкості трифазного асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором.	2
12	Дослідження характеристик трифазного синхронного генератора засобами програмного середовища <i>Matlab</i> .	2
	РАЗОМ	28

5 Теми, винесені на самостійне вивчення

№ з/п	№ теми
1	Історія розвитку електричних апаратів.
2	Електротехнічні матеріали.
3	Магнітні системи електричних апаратів.
4	Комутаційні апарати низької напруги.
5	Апарати захисту від імпульсних завад грозових розрядів.
6	Силова взаємодія провідників зі струмом.
7	Комутаційні апарати високої напруги.
8	Варистори.
9	Геркони і герсикони.
10	Захист силових транзисторів.
11	Польові і IGBT транзистори.
12	Ключовий режим роботи транзистора.
13	Типи тиристорів і симісторів.
14	Шляхові і кінцеві вимикачі.
15	Лічильники електричної енергії.
16	Реле часу.
17	Електричні кнопки управління і кнопочні станції.
18	Давачі Холла.
19	Логічні і імпульсні елементи в електричних апаратах.
20	Магнітні системи з постійними магнітами
21	Історія розвитку електричних машин.
22	Електротехнічні матеріали для виготовлення.
23	Колектор машини постійного струму.
24	Типи комутації машини постійного струму.
25	Способи та особливості збудження генератора постійного струму.

26	Характеристики генераторів постійного струму змішаного збудження з різними способами включення обмоток.
27	Способи та особливості збудження двигуна постійного струму.
28	Характеристики двигунів постійного струму змішаного збудження з різними способами включення обмоток.
29	Особливості будови різних типів трансформаторів.
30	Різновидності заступних схем трансформаторів.
31	Заступні схеми трансформатора при неробочому ході та короткому замиканні.
32	Визначення груп сполучень трансформаторів.
33	Паралельна робота трансформаторів з різними напругами короткого замикання.
34	Багатообмоткові трансформатори. Пік- трансформатори.
35	Тип асинхронних машин.
36	Робота асинхронної машини в режимі генератора.
37	Різновидності заступних схем асинхронних машин.
38	Заступні схеми асинхронної машини при неробочому ході та короткому замиканні.
39	Енергетична діаграма асинхронного генератора.
40	Виведення формули електромагнітного моменту.
41	Механічна характеристика двигуна та вимоги до неї.
42	Двигуни з глибоким пазом та подвійною білячою кліткою.
43	Регулювання швидкості обертання асинхронного двигуна з фазним ротором.
44	Конденсаторні асинхронні двигуни.
45	Реакція якоря синхронної машини у режимі генератора та двигуна.
46	Порівняння характеристик синхронних генераторів та машин постійного струму.
47	Векторні діаграми Blondеля і Пот'є.
48	Способи синхронізації.
49	Застосування синхронних двигунів.
50	Використання синхронних компенсаторів.

6 Методи навчання

1. Словесні методи (лекція, пояснення).

2. Наочні методи

- ілюстрація (малюнки, таблиці, моделі тощо);
- демонстрування презентації.

3. Практичні методи: лабораторні та практичні роботи, вправи.

7 Методи контролю

1. Усне опитування (фронтальне, індивідуальне).

2. Письмова аудиторна та поза аудиторна перевірка (розв'язування задач та прикладів, підготовка різних відповідей, рефератів, контрольні роботи (з конкретних питань тощо)).

3. Практична перевірка (виконання практичної роботи, аналіз виробничої інформації, розв'язок професійних завдань).

4. Стандартизований контроль тестовий екзамен (можливе проведення у дистанційній формі).

Види контролю: поточний контроль, проміжна та семестрова атестація.

8 Результати навчання

У результаті засвоєння окремих тем із дисципліни «Електричні машини та апарати» здобувачі набувають знання, уміння та компетентності, що відповідають вимогам ОП «Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика» спеціальності 145 «Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика».

Індекс в матриці ОПП	Програмні компоненти
СК9	Здатність забезпечувати моделювання електротехнічних об'єктів і технологічних процесів виробництва, передачі та розподілу електричної енергії з використанням стандартизованих пакетів і засобів автоматизації інженерних розрахунків, проводити експерименти за заданими методиками з обробкою й аналізом результатів.
СК10	Здатність вирішувати проблеми якості в енергетичній галузі.
СК13	Здатність застосовувати методики вибору енергетичного обладнання відповідно до природних умов.
СК14	Проектувати обладнання відновлюваних джерел енергії, гідроелектростанцій, гідроакумуючих електростанцій.
СК15	Здатність вирішувати практичні задачі, пов'язані з роботою електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високих напруг.
СК16	Здатність вирішувати практичні задачі, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики.
СК17	Здатність вирішувати практичні задачі, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу.
СК19	Здатність дотримання вимог правил техніки безпеки, охорони праці та норм виробничої санітарії на підприємствах електроенергетичного та електромеханічного комплексів.
СК20	Здатність застосовувати методи діагностики стану обладнання та устаткування відновлюваної енергетики, проводити сертифікацію та експертизу об'єктів відновлюваної енергетики.
ПРН7	Знання і розуміння наукових принципів, що лежать в основі енергетичної галузі, навички застосування сучасних математичних, фізичних та інженерних методів для розв'язання складних задач професійної діяльності.
ПРН8	Систематизовані знання і розуміння ключових аспектів та концепцій в галузі відновлюваної енергетики та гідроенергетики, технології

	виробництва, передачі, розподілу і використання енергії.
ПРН11	Розробляти проекти згідно із визначеними та описаними вимогами до конструкцій, технологічних схем, режимів роботи обладнання, характеристик енергетичних ресурсів, відповідних матеріалів, що застосовуються при аналізі процесів і проектуванні енергетичних установок і апаратів перетворення відновлюваних джерел енергії та гідроенергетики, а також технічними умовами та іншими нормативними документами.
ПРН13	Експлуатувати енергетичне обладнання у відповідності до виробничих цілей, законодавства і нормативних документів, зокрема, технічних регламентів та правових норм в галузі охорони здоров'я людей і забезпечення безпеки інженерної діяльності.
ПРН15	Вміти виконувати енергетичні розрахунки енергетичних об'єктів відновлюваної енергетики та гідроенергетики, вибирати тип і розміри основного і допоміжного обладнання.
ПРН17	Знати існуючі підходи до проектування, виготовлення, випробувань та експлуатації обладнання та устаткування відновлюваної енергетики та гідроенергетики.
ПРН20	Знати методи і порядок проектування об'єктів відновлюваної енергетики та гідроенергетики.
ПРН21	Знати існуючі конструкції обладнання та устаткування призначеного для перетворення енергії відновлюваних джерел в електричну та інші види енергій.
ПРН22	Знати заходи підтримки та зміни режимів роботи систем електроживлення, об'єктів відновлюваної енергетики, систем блискавкозахисту та захисту від перенапруг.
ПРН23	Знати фактори, що призводять до виникнення незворотних процесів в устаткуванні та обладнанні електричних станцій та об'єктів відновлюваної енергетики та гідроенергетики.

9 Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота (разом 100 балів)													Екз	Сума
P1		P2			P3		P4			P5		P6		
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13		
5		5	5	5		8		8	5	5	4		50	100

P1 – P6 – розділи; T1, T2 ... T13 – теми змістовних модулів.

10 Методичне забезпечення

1. Гречин Д. П., Герман А. Ф., Дробот І. М. Електричні машини та апарати: методичні рекомендації для виконання лабораторних робіт здобувачами першого (бакалаврського) рівня освіти зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Дубляни: ЛНАУ, 2016. 126 с.

11 Рекомендована література

Базова

1. Яцун М. А. Електричні машини: навчальний посібник. Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2004. 428 с.
2. Клименко Б. В. Електричні апарати. Електромеханічна апаратура комутації, керування та захисту. Харків: Вид-во «Точка», 2012. 340 с.
3. Белікова Л. Я., Шевченко В. П. Електричні машини: навч. посіб. Одеса: Наука і техніка, 2012. 480 с.
4. Осташевський М. О., Юр'єва О. Ю. Електричні машини і трансформатори. Київ: Каравела, 2018. 452 с.
5. Лесько В. О., Комар В. О., Кравчук С. В., Сікорська О. В. Електричні апарати. Вінниця: ВНТУ, 2018. 102 с.

Допоміжна

6. Паранчук Я. С., Шабатура Ю. В., Чумакевич В. О. Електричні машини та трансформатори комплексів озброєння. Львів: АСВ, 2013. 378 с.
7. Загірняк М. В. Електричні машини: підручник. Київ: Знання, 2009. 399 с.
8. Андрієнко В. М. Електричні машини. Київ: НУХТ, 2010. 366 с.
9. Куценко Ю. М., Яковлев В. Ф. Електричні машини і апарати: навчальний посібник. Київ: Аграрна освіта, 2013. 449 с.

12 Інформаційні ресурси

1. Бібліотечно-інформаційні ресурси – [книжковий фонд](#), періодика та фонди на [електронних носіях](#) бібліотеки ЛНУП, державних органів науково-технічної інформації, наукових, науково-технічних бібліотек та інших наукових бібліотек України.

2. Електронні інформаційні ресурси мережі Інтернет.

2.1 https://vue.gov.ua/%D0%9A%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D0%BE%D1%80%D1%96%D1%8F:%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D1%96_%D0%BC%D0%B0%D1%88%D0%B8%D0%BD%D0%B8_%D0%B9_%D0%B0%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B8

2.2 https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v08_2330-04#Text

2.3 <http://univer.nuczu.edu.ua/e-books/326/490.html>

2.4 <https://danube.pto.org.ua/index.php/component/k2/item/190-tema-7-3-zagalni-vidomosti-pro-elektrichni-mashini>