

Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій
ім. С.З. Гжицького
Факультет механіки, енергетики та інформаційних технологій
Кафедра електротехнічних систем



ЗАТВЕРДЖЕНО

Гарант освітньо-професійної програми
«Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
к.т.н., доцент

 Сергій КОРОБКА

**СИЛАБУС
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Електричні машини та апарати»**

освітньо-професійна програма
«Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика»,
спеціальність 145 «Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика»,
перший (бакалаврський) рівень вищої освіти

ВИКЛАДАЧ



Гречин Дмитро Петрович

Електронна пошта:

dmitrogrecin@gmail.com

Телефон

+380965909093

Доцент кафедри електротехнічних систем Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького, кандидат технічних наук, доцент. Викладач із понад 30-річним досвідом, автор та співавтор понад 100 наукових та навчально-методичних розробок.

Сфера наукових інтересів: математичне моделювання процесів та систем у задачах електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

Опис дисципліни

Галузь знань 14 «Електрична інженерія»

Спеціальність 145 «Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика»

Освітньо-професійна програма «Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика»

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський) рівень

Кількість кредитів – 7

Рік підготовки (семестр) – 3 рік (V семестр), 3 рік (VI семестр)

Компонента освітньої програми: обов'язкова

Мова викладання: українська

Анотація навчальної дисципліни

Дисципліна «Електричні машини та апарати» є обов'язковою складовою підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 145 «Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика». Курс спрямований на формування у студентів системи теоретичних знань та практичних навичок, необхідних для розуміння принципів роботи, будови, експлуатації й вибору електричних машин та апаратів, що застосовуються в електроенергетичних системах, зокрема у сфері відновлюваної енергетики.

У процесі вивчення дисципліни студенти ознайомлюються з фізичними законами, які лежать в основі перетворення енергії, набувають знань про класифікацію, конструктивні особливості, принцип дії та характеристики трансформаторів, машин постійного та змінного струму, а також електричних комутаційних апаратів. Особлива увага приділяється практичному застосуванню отриманих знань під час моделювання, аналізу та експлуатації електротехнічних систем, що забезпечують ефективну роботу установок відновлюваної та гідроенергетики.

Вивчення курсу сприяє розвитку професійних компетентностей майбутніх фахівців, зокрема здатності до інженерного аналізу, проектування, діагностики технічного стану обладнання, дотримання вимог техніки безпеки та енергоефективної експлуатації електричних машин і апаратів у сучасних енергетичних комплексах.

Метою навчальної дисципліни «Електричні машини та апарати» є формування у студентів цілісної системи теоретичних знань та практичних навичок, необхідних для розуміння принципів роботи, конструкцій, експлуатації й вибору електричних машин та апаратів, що застосовуються у системах відновлюваної енергетики та гідроенергетики. Забезпечення здатності аналізувати та ефективно використовувати ці пристрої у процесах перетворення, передачі та розподілу електричної енергії.

Завдання навчальної дисципліни передбачають:

❖ надати знання про фізичні основи роботи електричних машин і апаратів, їхні електромагнітні процеси та закономірності енергетичних перетворень;

- ❖ ознайомити студентів із класифікацією, будовою, принципом дії та характеристиками основних типів електричних машин і апаратів;
- ❖ сформулювати вміння аналізувати режими роботи машин постійного та змінного струму, трансформаторів і комутаційних апаратів;
- ❖ розвинути практичні навички вимірювання параметрів, діагностики технічного стану та експлуатації електричних машин і апаратів;
- ❖ навчити застосовувати знання при вирішенні інженерних задач у сфері відновлюваної енергетики, зокрема у виборі, проектуванні та обслуговуванні енергетичного обладнання.
- ❖ сприяти формуванню професійних компетентностей щодо дотримання вимог техніки безпеки, охорони праці та надійної експлуатації електротехнічних систем формування навичок застосування техніко-економічних критеріїв під час вибору параметрів і режимів роботи систем електропостачання.

Пререквізити: для успішного опанування курсу «Електричні машини та апарати» необхідно володіти знаннями із курсів: «Фізика», «Вища математика», «Теоретичні основи електротехніки».

Постреквізити: вивчення дисципліни «Електричні машини та апарати» створює підґрунтя для опанування наступних компонент бакалаврської освітньої програми, зокрема «Вітроенергетика», «Сонячна енергетика», «Гідроенергетика». Отримані знання та компетентності особливо важливі під час виконання бакалаврських кваліфікаційних робіт, проходження практики та розроблення комплексних проєктів.

Відповідно до освітньо-професійної програми «Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика» вивчення дисципліни забезпечує набуття здобувачами таких компетентностей та програмних результатів навчання:

Індекс в матриці ОПП	Програмні компоненти
1	2
Інтегральна компетентність	Здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми під час професійної діяльності в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки або в процесі навчання, що передбачає застосування теорій і методів прикладної фізики та інженерних наук і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.
Фахові (спеціальні) компетентності	СК9. Здатність здійснювати моделювання електротехнічних об'єктів і технологічних процесів виробництва, передачі та розподілу електричної енергії, проводити експерименти з обробкою й аналізом результатів. СК10. Здатність вирішувати проблеми якості в енергетичній галузі. СК13. Здатність застосовувати методики вибору енергетичного обладнання та устаткування об'єктів відновлюваних джерел енергії та гідроенергетики. 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 здійснювати діагностику обладнання та устаткування, організовувати обслуговування і ремонт, проводити сертифікацію й експертизу електроенергетичних та електротехнічних систем об'єктів відновлюваної енергетики.
Програмні результати навчання	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.

Зміст навчальної дисципліни

№ з/п	Назви тем та їх короткий зміст
1	Тема 1. Функції та основні частини електричних апаратів 1.1 Функції електричних апаратів 1.2 Головне коло, коло керування, допоміжне коло, полюс та порт

	1.3 Контакти електричних апаратів 1.4 Дугогасні системи комутаційних апаратів
2	Тема 2. Електромеханічні комутаційні апарати низької напруги 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
3	Тема 3. Електромеханічні комутаційні апарати середньої напруги 3.1 Відмикачі 3.2 Роз'єднувачі та перемикачі уземлення 3.3 Вимикачі-роз'єднувачі 3.4 Запобіжники 3.5 Комбінації із запобіжниками 3.6 Контактори
4	Тема 4 Загальні поняття про машини постійного струму. 4.1 Історія розвитку електричних машин. 4.2 Конструкція машини постійного струму. Принцип дії і будова. 4.3 Режим роботи, принцип зворотності. 4.4 Електрорушійна сила та електромагнітний момент
5	Тема 5 Генератори постійного струму 5.1 Класифікація за способом збудження. 5.2 Характеристики генераторів з різним збудженням.
6	Тема 6 Двигуни постійного струму. 6.1 Загальні відомості про двигуни постійного струму. 6.2 Пуск двигунів постійного струму. 6.3 Регулювання швидкості обертання двигунів постійного струму
7	Тема 7 Колекторні машини змінного струму 7.1 Однофазні колекторні машини 7.2 Багатофазні колекторні машини
8	Тема 8 Загальні відомості про трансформатори. 8.1 Принцип дії та види трансформаторів 8.2 Магнітопроводи трансформаторів 8.3 Обмотки трансформаторів 8.4 Схеми і групи з'єднання обмоток трансформаторів 8.5 Елементи конструкції і способи охолодження трансформаторів
9	Тема 9 Робота трансформаторів під навантаженням 9.1 Фізичні умови роботи, векторні та енергетичні діаграми 9.2 Змінювання напруги трансформатора 9.3 Регулювання напруги трансформатора 9.4 Коефіцієнт корисної дії трансформатора 9.5 Паралельна робота трансформаторів
10	Тема 10 Різновиди трансформаторів 10.1 Триобмоткові трансформатори 10.2 Автотрансформатори 10.3 Трансформатори з плавним регулюванням напруги 10.4 Інші різновиди трансформаторів
11	Тема 11 Класифікація і загальна характеристика машин змінного струму. 11.1 Види машин змінного струму. 11.2 Будова і принцип дії асинхронної машини. Режим роботи.

12	Тема 12 Способи пуску асинхронного двигуна 12.1 Прямий пуск 12.2 Реакторний пуск 12.3 Автотрансформаторний пуск 12.4 Пуск перемиканням «зірка-трикутник» 12.5 Пуск двигунів з фазним ротором
13	Тема 13 Регулювання швидкості обертання 13.1 Зміною ковзання 13.2 Зміною кількості пар полюсів 13.3 Зміною частоти живлення
14	Тема 14 Принцип дії і будова синхронної машини 14.1 Будова синхронної машини 14.2 Принцип дії синхронної машини
15	Тема 15 Характеристики синхронних генераторів. 15.1 Характеристика неробочого ходу 15.2 Характеристика короткого замикання 15.3 Зовнішня характеристика 15.4 Регульовальна характеристика 15.5 Навантажувальна характеристика

Методи навчання. Система контролю та оцінювання результатів навчання

Навчання з дисципліни «Електричні машини та апарати» здійснюється із застосуванням сучасних інтерактивних та практикоорієнтованих методів, які поєднують словесні (лекція, пояснення, дискусія), наочні (демонстрація, робота з мультимедійними матеріалами) форми. Використання методів проблемно-орієнтованих і дослідницьких підходів сприяє розвитку критичного та креативного мислення, уміння працювати в команді й приймати ефективні управлінські рішення. Ефективність забезпечується залученням сучасних цифрових інструментів, програмних засобів для планування й контролю, а також роботи з професійною літературою та науковими публікаціями.

Оцінювання результатів навчання студентів здійснюється проведенням поточного та підсумкового контролю.

Поточний контроль здійснюється під час практичних занять і має на меті перевірку рівня підготовленості студента до виконання відповідних завдань. Форми проведення поточного контролю – усне та письмове опитування, тестовий контроль.

Підсумковий контроль проводиться з метою оцінювання результатів навчання на завершальному етапі вивчення дисципліни. Підсумковий контроль у 5 семестрі здійснюється у формі заліку, а в 6 семестрі у формі екзамену.

Оцінювання здійснюється за національною шкалою – «відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно» та за шкалою ECTS.

Критерії оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практи-	для заліку

		ки	
90 - 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно	не зараховано

Остаточна оцінка за курс розраховується наступним чином:

Для заліку

Поточне тестування та самостійна робота (разом 100 балів)							Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	100
12	18	20	13	13	24		

Для екзамену

Поточне тестування та самостійна робота (разом 50 балів)								Підсумковий тест	Сума
T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	іспит	100
7	7	7	7	7	7		8	50	

T1, T2 ... T15 – теми

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.

Інформаційні ресурси

1. Бібліотечно-інформаційні ресурси – [книжковий фонд](#), періодика та фонди на [електронних носіях](#) бібліотеки ЛНУВМБ ім. С.З. Гжицького, державних органів науково-технічної інформації, наукових, науково-технічних бібліотек та інших наукових бібліотек України.
2. Віртуальне навчальне середовище ЛНУВМБ ім. С.З. Гжицького – <https://moodle.lnup.edu.ua/course/view.php?id=10954> .
3. Електронні інформаційні ресурси мережі інтернет з переліком сайтів:
 - 3.1. Electrical4U: Learn Electrical & Electronics Engineering: сайт-блог із великою кількістю статей на тему електротехніки, в тому числі електричних машин і апаратів URL: <https://www.electrical4u.com> .
 - 3.2. Fundamentals of Switchgear: How it Works, Types, and Components. (G&W Electric Blog): стаття про вимикаючі апарати, розподільче обладнання URL: <https://www.gwelectric.com/blog/2024/11/22/how-switchgear-works-and-types-of-switchgear> .
 - 3.3. Switchgear: Definition, Function and Types» (Schneider Electric Blog): пояснення ролі апаратури захисту й комутації у електроенергетиці URL: <https://blog.se.com/energy-management-energy-efficiency/electrical-safety/2021/03/01/all-you-need-to-know-about-switchgear-what-is-it-how-does-it-work-and-types> .
 - 3.4. Electrical Engineering Portal (англ.), URL: <https://electrical-engineering-portal.com>
4. Бібліотеки: Львівського ЛНУВМБ ім. С.З. Гжицького м. Дубляни, НУ «Львівська політехніка», Львівська національна наукова бібліотека України ім. В. Стефаника, м. Львів.