

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
«Релейний захист електротехнічних установок»**

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

ВИКЛАДАЧ



Левонюк Віталій Романович

Електронна пошта: vitaliy_levoniuk@ukr.net

Профіль у Scopus ID: 57200150731

Профіль у Google Scholar <https://scholar.google.com.ua/citations?user=xVREBaYAAAAJ&hl=ua>

Телефон +380680095428 (Viber)

+380669764568

Завідувач кафедри електротехнічних систем Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького, кандидат технічних наук, доцент. Викладач з 10-річним досвідом, автор та співавтор понад 100 наукових статей, 30 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 – 4

Рік підготовки (семестр) – 4 рік, (VIII семестр)

Компонента освітньої програми: за вибором

Мова викладання: українська

Анотація навчальної дисципліни

Дисципліна «Релейний захист електротехнічних установок» належить до обов'язкових компонент освітньо-професійної програми «Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика» зі спеціальності 145 «Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика». Її вивчення спрямоване на формування у здобувачів вищої освіти системних знань і практичних навичок із побудови, налаштування та експлуатації систем релейного захисту та автоматики, що забезпечують надійну й безпечну роботу об'єктів електроенергетики.

У межах курсу розглядаються загальні принципи функціонування пристроїв релейного захисту, види пошкоджень і ненормальні режими роботи електричних установок, захист ліній електропередач, трансформаторів, генераторів, двигунів, шин і конденсаторних батарей, а також основи побудови систем автоматичного резервування, повторного ввімкнення, частотного розвантаження та протиаварійної автоматики.

Здобувачі набувають умінь аналізувати режими роботи електричних систем, обирати оптимальні схеми захисту, виконувати розрахунки та налаштування релейних пристроїв, а також використовувати сучасні цифрові термінали та програмні комплекси у професійній діяльності.

Метою вивчення освітньої компоненти «Релейний захист електротехнічних установок» є формування у здобувачів вищої освіти цілісного уявлення про принципи побудови, функціонування та проєктування систем релейного захисту й автоматики в електроенергетичних установках, розвиток умінь аналізувати режими роботи електричних мереж і приймати технічно обґрунтовані рішення щодо вибору, налаштування та експлуатації пристроїв захисту з урахуванням сучасних цифрових технологій, вимог надійності, селективності та безпеки електропостачання.

Завдання навчальної дисципліни передбачають:

❖ формування теоретичної бази знань щодо принципів побудови, дії та класифікації систем релейного захисту й автоматики.

❖ опанування методів аналізу та проєктування схем релейного захисту ліній електропередач, трансформаторів, генераторів, електродвигунів, шин, конденсаторних батарей та інших електротехнічних установок;

❖ вивчення конструкцій і характеристик первинних вимірювальних перетворювачів струму та напруги, їхньої ролі у забезпеченні точності та надійності функціонування захисних пристроїв;

❖ набуття практичних навичок роботи з пристроями релейного захисту, включаючи класичні електромеханічні реле, мікропроцесорні термінали та сучасні цифрові системи автоматики;

❖ ознайомлення з принципами роботи систем автоматичного резервування, повторного ввімкнення, частотного розвантаження та протиаварійної автоматики, спрямованих на підвищення надійності електропостачання;

❖ формування компетентностей у виборі, налаштуванні та перевірці пристроїв релейного захисту відповідно до вимог стандартів, технічних умов і нормативних документів галузі;

❖ розвиток здатності до технічного мислення та самостійного прийняття інженерних рішень при аналізі аварійних режимів і розробленні заходів з підвищення стійкості та безпеки електроенергетичних систем.

Пререквізити: для успішного опанування курсу «Релейний захист електротехнічних установок» необхідно володіти знаннями із курсів: «Фізика», «Теоретичні основи електротехніки», «Електричні машини та апарати», «Основи електропостачання», «Вітроенергетика», «Сонячна енергетика».

Постреквізити: результати опанування дисципліни використовуються під час виконання кваліфікаційної роботи та у професійній діяльності фахівців в галузі відновлювальної та гідроенергетики.

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 у галузі відновлюваних джерел енергії та гідроенергетики або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів фізики та інженерних наук і характеризуються комплексністю та невизначеністю умов.
Загальні компетентності	❖ Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ❖ Здатність до адаптації та дій в новій ситуації. ❖ Здатність приймати обґрунтовані рішення.
Фахові (спеціальні) компетентності	❖ Здатність застосовувати відповідні методи математики, природничих та технічних наук і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань з відновлюваних джерел енергії та гідроенергетики. ❖ Здатність розуміти і застосовувати фізичні принципи і математичні методи, необхідні в галузі відновлюваних джерел енергії та гідроенергетики. ❖ Здатність здійснювати моделювання електротехнічних об'єктів і технологічних процесів виробництва, передачі та розподілу електричної енергії, проводити експерименти з обробкою й аналізом результатів. ❖ Здатність забезпечувати якість енергії, ефективне та надійне функціонування обладнання відновлюваних джерел енергії та гідроенергетики

Програмні результати вивчення	❖ Використовувати сучасні інформаційні технології та спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язання складних задач професійної діяльності. ❖ Обирати та використовувати придатні методи та засоби вимірювань для визначення значень технологічних параметрів процесів та режимів роботи енергетичного обладнання відповідно до стандартів і вимог метрологічної служби України.
--------------------------------------	---

Зміст навчальної дисципліни

№ з/п	Назви тем та їх короткий зміст
1	Тема 1. Вступ. Загальні положення 1.1 Призначення релейного захисту 1.2 Вимоги до виконання релейного захисту 1.3 Призначення та основні характеристики реле 1.4 Вимоги до пристроїв релейного захисту
2	Тема 2. Захист запобіжниками та автоматичними вимикачами 2.1 Основні характеристики запобіжників 2.2 Вибір запобіжників 2.3 Основні характеристики автоматичних вимикачів 2.4 Вибір автоматичних вимикачів
3	Тема 3. Первинні вимірювальні перетворювачі струму та напруги 3.1 Призначення первинних вимірювальних перетворювачів струму 3.2 Умовне та позиційне позначення трансформаторів струму 3.3 Призначення первинних вимірювальних перетворювачів напруги 3.4 Умовне та позиційне позначення трансформатора напруги
4	Тема 4. Захист ліній електропередавання 4.1 Пошкодження та особливі режими ліній електропередавання 4.2 Струмові захисти ліній з одностороннім живленням 4.3 Максимальний струмовий захист
5	Тема 5. Захист трансформаторів і автотрансформаторів 5.1 Основні види пошкоджень та особливі режими роботи трансформаторів і автотрансформаторів 5.2 Струмові захисти трансформаторів від міжфазних КЗ 5.3 Струмовий захист нульової послідовності від однофазних КЗ на землю на стороні низької напруги трансформатора
6	Тема 6. Автоматичне вмикання резервного живлення та обладнання 6.1 Загальні відомості 6.2 Основні вимоги до схем АВР 6.3 Схеми пристроїв АВР
7	Тема 7. Автоматичне повторне ввімкнення 7.1 Призначення, вимоги, класифікація 7.2 Узгодження дії пристроїв АПВ та релейного захисту 7.3 Принцип будови пристроїв АПВ лінії з одностороннім живленням
8	Тема 8. Автоматичне частотне розвантаження

	8.1 Загальні відомості 8.2 Основні вимоги до пристроїв АЧР 8.3 Статичні частотні характеристики ЕЕС 8.4 Динамічні частотні характеристики енергосистем 8.5 Схеми пристроїв АЧР
9	Тема 9. Автоматичне регулювання частоти та активної потужності 9.1 Основні вимоги до регулювання частоти та активної потужності 9.2 Турбіна як об'єкт регулювання частоти і потужності 9.3 Автоматичні регулятори частоти обертання турбін
10	Тема 10. Протиаварійна автоматика 10.1 Призначення та види протиаварійної автоматики 10.2 Аналіз аварійних ситуацій 10.3 Способи дії на режим роботи ЕЕС в аварійних ситуаціях

Методи навчання. Система контролю та оцінювання результатів навчання

Навчання з дисципліни «Релейний захист електротехнічних установок» здійснюється із застосуванням сучасних інтерактивних та практикоорієнтованих методів, які поєднують словесні (лекція, пояснення, дискусія), наочні (демонстрація, робота з мультимедійними матеріалами) та активні форми (групові проєкти, семінари-дискусії, моделювання ситуацій, аналіз кейсів). Використання методів мозкового штурму, 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 здійснюється 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), практики	для заліку
90 - 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
75-81	C	задовільно	
64-74	D		
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно	не зараховано

Остаточна оцінка за курс розраховується наступним чином:

Поточне тестування та самостійна робота (разом 50 балів)										Екзамен	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	50	50
20	5	5	10	5	5						

T1, T2 ... T10 – теми

Рекомендована література**Базова**

1. Голота А. Д. Автоматика в електроенергетичних системах: навч. посіб. Київ: Вища школа, 2006. 67 с.

2. Кідиба В. П. Релейний захист електроенергетичних систем. Львів: В-во НУ«ЛП», 2013. 533 с.

3. Панченко С. В., Блиндюк В. С., Баженов В. М. Релейний захист і автоматика: навч. посібник. Харків: УкрДУЗТ, 2020. Ч. 1. 250 с.

Допоміжна

4. Яндульський О. С., Дмитренко О. О. Релейний захист. Цифрові пристрої релейного захисту, автоматики та управління електроенергетичних систем: навч. посіб. Київ: НТУУ «КПІ», 2016. 102 с

5. Козярьський Д. П., Майструк Е. В., Козярьський І. П. Основи релейного захисту та автоматизації енергосистем: навчальний посібник. Чернівці: Чернівецький нац. ун., 2019. 133 с

6. Сокол Є. І., Сендерович Г. А., Гриб О. Г. Релейний захист електроенергетичних систем: підручник. Харків: ФОП Бровін О. В., 2020. 306 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=10923>
3. Електронні інформаційні ресурси мережі інтернет з переліком сайтів:
 - 3.1. Національний стандарт України (ДСТУ, ПУЕ, ПБЕЕС), електронна база нормативних документів URL: <https://online.budstandart.com> .
 - 3.2. Міненерго України, офіційний сайт Міністерства енергетики URL: <https://www.mev.gov.ua> .
 - 3.3. Безкоштовні онлайн-курси з енергетики, сталого розвитку, Smart Grid-технологій URL: <https://prometheus.org.ua>
 - 3.4. Електротехнічний портал ELEKS Energy, візуальні матеріали, електричні схеми, бази знань з електропостачання та енергетики URL: <https://dakar.eleks.com> .
 - 3.5. 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.