

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 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
к.т.н., доцент

Віталій ЛЕВОНЮК

**СИЛАБУС
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Релейний захист електротехнічних установок»**

освітньо-професійна програма
«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»,
спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»,
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 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Освітньо-професійна програма «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський) рівень

Кількість кредитів – 4

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

Компонента освітньої програми: обов'язкова

Мова викладання: українська

Анотація навчальної дисципліни

Дисципліна «Релейний захист електротехнічних установок» належить до обов'язкових компонент освітньо-професійної програми «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». 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, а також їхнього місця в структурі електроенергетичних систем;

- ❖ опанування методів аналізу та проектування 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», «Основи проектування електротехнічних установок», «Електроенергетичні системи».

Відповідно до освітньо-професійної програми «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» 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	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики. ❖ Здатність оперативно вживати ефективні заходи в умовах надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах. ❖ Здатність обґрунтовувати вибір методів для аналізу режимів

	роботи електроустановок АПК..
Програмні результати навчання	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Знати і розуміти принципи роботи електричних систем та мереж, силового обладнання електричних станцій та підстанцій, пристроїв захисного заземлення та грозозахисту та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності. ❖ Знати і розуміти теоретичні основи метрології та електричних вимірювань, принципи роботи пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики, мати навички здійснення відповідних вимірювань і використання зазначених пристроїв для вирішення професійних завдань.

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 проекти, 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.

Успішність студента оцінюється шляхом проведення поточного та підсумкового контролю.

Максимальна кількість балів з дисципліни «Теоретичні основи електротехніки», яку може отримати студент протягом семестру за всі види роботи, становить 100, при цьому 50 балів за результатами поточного оцінювання, та 50 – за результатами екзаменаційного контролю.

Результати поточного контролю оцінюються за чотирибальною («2», «3», «4», «5») шкалою. В кінці семестру обчислюється середнє арифметичне значення (САЗ) усіх отриманих студентом оцінок з наступним переведенням його у 50-ти бальну шкалу за формулою: $ПК = 10 \cdot САЗ$

Критерії поточного оцінювання знань студентів

Оцінка	Критерії оцінювання
5 («відмінно»)	У повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно, самостійно та аргументовано його викладає, глибоко і всебічно розкриває зміст, використовуючи обов'язкову та додаткову літературу. Правильно вирішив 90% тестових завдань.

4 («добре»)	Достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає, в основному розкриває зміст завдань, використовуючи обов'язкову літературу. При викладанні окремих питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються несуттєві неточності й незначні помилки. Правильно вирішив більшість тестових завдань.
3 («задовільно»)	У цілому володіє навчальним матеріалом, викладає його основний зміст, але без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, допускаючи окремі суттєві неточності та помилки. Правильно вирішив близько половини тестових завдань.
2 («незадовільно»)	Не в повному обсязі володіє навчальним матеріалом. Викладає матеріал фрагментарно та поверхово, без аргументації й обґрунтування, недостатньо розкриває зміст теоретичних і практичних завдань, допускає суттєві неточності. Правильно вирішив меншість тестових завдань.

Критерії оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, диференційованого заліку, курсового проєкту (роботи), практики	для заліку
90–100	A	відмінно	зараховано
82–89	B	добре	
74–81	C		
64–73	D	задовільно	
60–63	E		
35–59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0–34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

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. Козярський Д. П., Майструк Е. В., Козярський 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=10723>
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.