

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

«Релейний захист електротехнічних установок»

(назва навчальної дисципліни)

спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський) рівень

Робоча програма навчальної дисципліни «Релейний захист електротехнічних установок» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня освіти ОП «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Розробник: к.т.н., доцент Віталій Левонюк

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 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Характеристика навчальної дисципліни:

Обов'язкова

Кількість кредитів – 4

Загальна кількість годин – 120

Вид контролю: екзамен

Тижневих аудиторних годин для денної форми навчання – 5

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

для денної форми навчання – 100 %;

для заочної форми навчання – 13 %.

2 Програма навчальної дисципліни

Розділ 1. Релейний захист елементів електротехнічних систем пересилання енергії

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

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

Тема 3. Первинні вимірювальні перетворювачі струму та напруги

3.1 Призначення первинних вимірювальних перетворювачів струму

3.2 Умове та позиційне позначення трансформаторів струму

3.3 Призначення первинних вимірювальних перетворювачів напруги

3.4 Умове та позиційне позначення трансформатора напруги

Тема 4. Захист ліній електропересилання

4.1 Пошкодження та особливі режими ліній електропересилання

4.2 Струмові захисти ліній з одностороннім живленням

4.3 Максимальний струмовий захист

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

Розділ 2. Автоматичне керування електротехнічними системами пересилання енергії

Тема 6. Автоматичне вмикання резервного живлення та обладнання

- 6.1 Загальні відомості
- 6.2 Основні вимоги до схем АВР
- 6.3 Схеми пристроїв АВР

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

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

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

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

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. Релейний захист елементів електротехнічних систем пересилання енергії												
Тема 1	15	2		12		1	15			2		13
Тема 2	8	2		4		2	8			1		7
Тема 3	7	2		2		3	7	1				6
Тема 4	10	4		4		2	10			1		9
Тема 5	7	2		2		3	7	1		1		5
Розділ 5. Автоматичне керування електротехнічними системами пересилання енергії												
Тема 6	9	2		4		3	9	1		1		7
Тема 7	7	2				5	7	1				6
Тема 8	9	4				5	9	1				8
Тема 9	11	2		8		1	11			2		9
Тема 10	7	2				5	7	1				6
Іспит	30					30	30					30
Усього	120	24		36		60	120	6		8		106

4 Теми лабораторних занять

№ теми	Назва теми лабораторної роботи	Кількість годин
1	Вступне заняття. Інструктаж з техніки безпеки	2
	Умовно графічні позначення елементів релейного захисту	2
	Растосування програмного комплексу <i>CADe SIMU</i> для проектування релейного захисту та автоматики електротехнічних установок	4
	Застосування схемного симулятора <i>CircuitMaker 6 Student</i> та програмного середовища <i>MathCAD</i> у проектуванні електротехнічних систем керування	2
	Синтез принципів схем у середовищі наскрізного проектування <i>CircuitMaker 6 Student</i> : симуляція підсилювача з загальним емітером	2
2	Випробування релейного захисту високовольтного електродвигуна	4
3	Дослідження схем ввімкнення вторинних обмоток трансформаторів струму	2
4	Випробування максимального струмового захисту із застосуванням індукційного струмового реле	4
5	Логічні пристрої електроавтоматики. Основні логічні функції. Перехід від схем на релейно-контактних елементах до схем на логічних елементах.	2
6	Дослідження надійності систем електропостачання. Керування джерелами безперебійного живлення	4
9	Керування напругою мережі компенсацією реактивної потужності навантаження	4
	Керування напругою зміною реактивного опору мережі	4
	Усього	36

5 Теми винесені на самостійне вивчення

№ з/п	Назва теми	Примітка
1	Принцип дії та особливості виконання реле	
2	Структурно-функціональна схема пристрою релейного захисту	
3	Розрахункова схема та векторна діаграма трансформатора струму	
4	Похибка трансформатора струму	
5	Схеми з'єднань обмоток трансформаторів струму	
6	Перевірка трансформаторів струму	
7	Електромагнітні трансформатори напруги	
8	Конденсаторні трансформатори напруги	
9	Джерела оперативного струму	
10	Струмова відсічка без витримки часу	

11	Неселективна струмова відсічка без витримки часу	
12	Струмова відсічка з витримкою часу	
13	Особливості вибору часу спрацювання МССЗ у кільцевих мережах	
14	Високочастотні захисти ліній	
15	Захист ліній від однофазних замикань на землю в мережах з ізольованими та компенсованими нейтраліями	
16	Диференційний захист трансформаторів та автотрансформаторів	

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 доповідей, рефератів, контрольні роботи (з конкретних питань тощо)).

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

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

Види контролю: поточний контроль, проміжна та семестрова атестація.

8 Результати навчання

У результаті засвоєння окремих тем із дисципліни «Релейний захист електротехнічних установок» здобувачі набувають знання, уміння та компетентності, що відповідають вимогам ОП «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Індекс в матриці ОП	Програмні компоненти
ІК	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.
ЗК02	Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
ЗК06	Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК11	Здатність формувати команду фахівців.
ФК03	Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високих напруг.
ФК04	Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики.
ФК07	Здатність розробляти проекти електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування із дотриманням вимог законодавства, стандартів і технічного завдання.
ПР01	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.
ПР02	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.

9 Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота (разом 50 балів)										Екзамен	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	50	50
15	5	5	5	5	5			10			

T1, T2 ... T10 – теми

10 Методичне забезпечення

1. Чабан А. В., Левонюк В. Р. Умовно графічні позначення елементів релейного захисту: методичні рекомендації для виконання лабораторної роботи з дисципліни «Релейний захист електротехнічних установок» здобувачами першого (бакалаврського) рівня освіти зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Львів: ЛНУП, 2022. 24 с.

2. Чабан А. В., Левонюк В. Р., Розвезев О. Д. Застосування програмного комплексу CADe SIMU для проектування релейного захисту та автоматики електротехнічних установок: методичні рекомендації для виконання лабораторної роботи з дисципліни «Релейний захист електротехнічних установок» здобувачами

першого (бакалаврського) рівня освіти зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Львів: ЛНУП, 2023. 16 с.

3. Чабан А. В., Левонюк В. Р. Релейний захист електротехнічних установок: методичні рекомендації для виконання лабораторних робіт здобувачами першого (бакалаврського) рівня освіти зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Львів: ЛНУП, 2022. 72 с.

11 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. Яндюльський 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.

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:

<http://zprim.com.ua/relejnij-zahist-ta-avtomatizatsiya-elektroenergetichnih-sistem-dlya-chogo-tse-potribno/>

<https://www.se.com/ua/uk/product-category>

<https://reلسis.ua/ua/products/relay-protection-automation/rzl-05/rzl-05s/content/67-relejnaya-zashchita-i-avtomatika>

<https://www.evartis.com.ua/products-ua/rza-ua/>