

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
КАФЕДРА ІНЖЕНЕРІЇ ЕНЕРГОСИСТЕМ**

ЗАТВЕРДЖЕНО
ННІ ЕНЕРГЕТИКИ,
АВТОМАТИКИ
І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ
“ ” 2025 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Основи релейного захисту та засобів керування**
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань G «Інженерія, виробництво та
будівництво»

Спеціальність G3 – Електрична інженерія

Освітня програма Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка

ННІ енергетики, автоматики і
енергозбереження

Розробник:

д.т.н., професор, професор кафедри Інженерії енергосистем Кривоносов В.Є.

КИЇВ – 2025 р.

Опис навчальної дисципліни

Основи релейного захисту та автоматики розподільних мереж та систем

(назва)

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	бакалавр	
Спеціальність	G3 – Електрична інженерія	
Освітня програма	«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	обов'язкова	
Загальна кількість годин	150	
Кількість кредитів ECTS	4	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота)		
Форма контролю	екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм здобуття вищої освіти		
	Денна форма здобуття вищої освіти	Заочна форма здобуття вищої освіти
Курс (рік підготовки)	4	
Семестр	7	
Лекційні заняття	15 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	.	год.
Лабораторні заняття	30 год.	год.
Самостійна робота	75 год.	год.
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми здобуття вищої освіти	3 год.	

2. Мета, завдання, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни

Мета: є підготовка до використання комплексу автоматичних приладів управління режимами роботи, протиаварійного управління та релейного захисту сучасних електричних систем, вивчення теоретичних основ автоматики та релейного захисту електроенергетичних систем, принципів дії, алгоритмів функціонування та технічної реалізації основних видів приладів автоматики і релейного захисту та оволодіння практичними навичками розрахункової та дослідницької роботи з проектування та експлуатації автоматики та релейного захисту елементів електричних систем.

Завдання:

1. Вивчення принципів виконання релейного захисту та автоматики елементів електричних систем.
 2. Отримання навичок вибору типів захистів та системної автоматики і визначення параметрів їх спрацювання.
 3. Отримання навичок узгодження дії захистів окремих вузлів між собою та узгодження дії захистів з різними видами системної автоматики
 4. Освоєння методів проектування захистів та автоматики електрообладнання.
- В результаті вивчення дисципліни студенти повинні:

знати: давальники струму і напруги, схеми їх сполучень з реле, вибір їх для роботи в схемах релейного захисту; основні вимоги до релейного захисту; принципи виконання РЗ з відносною селективністю; вибір параметрів спрацювання та забезпечення необхідної чутливості; принципи роботи РЗ з абсолютною селективністю та визначення їх основних параметрів спрацювання; призначення РЗ та принципи захисту ліній електропередачі; близьке та далеке резервування; пристрої резервування відмови вимикача; релейний захист генераторів, трансформаторів, збірних шин та електродвигунів; пристрої автоматичного вмикання резерву (АВР), автоматичного повторного вмикання вимикача (АПВ); автоматичне частотне розвантаження (АЧР); основні поняття про цифрові пристрої релейного захисту і автоматики на мікропроцесорах;

вміти: вибирати трансформатори струму для їх роботи в схемах РЗ; розраховувати параметри спрацювання ступеневого струмового захисту ліній електропередачі від міжфазних та однофазних КЗ;

вибирати типи захистів силових ліній, генераторів, трансформаторів, двигунів; визначати параметри спрацювання диференційних та максимально-струмових РЗ силових ліній, трансформаторів; визначати параметри спрацювання захистів двигунів; вибирати параметри спрацювання та складати структурні схеми АВР, АПВ, АЧР; читати прості схеми РЗ та автоматики.

Набуття компетентності:

інтегральна компетентність (ІК):

Здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми під час професійної діяльності у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів електротехніки й електромеханіки і характеризуються комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності (ЗК)

ЗК02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

ФК3. 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. .

ФК11. Здатність оперативно вживати ефективні заходи в умовах надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах.

Програмні результати навчання (ПРН):

. ПРН12. Розуміти основні принципи і завдання технічної та екологічної безпеки об'єктів електротехніки та електромеханіки, враховувати їх при прийнятті рішень.

3. Програма та структура навчальної дисципліни для:

Змістовий модуль 1

Тема 1. Релейний захист- основні поняття Режими роботи електричних мереж, Аварійні режими в системах електропостачання, Призначення та функції релейного захисту, Пошкодження і ненормальні режими в системах електропостачання, Види коротких замикань, Основні вимоги до релейного захисту

Тема 2. Елементи релейного захисту. Призначення реле та їх різноманітність. Електромагнітні реле їх принцип дії. Індукційні електромеханічні реле: РТ 80, РТ 81. Реле напрямку потужності. Диференціальне реле з трансформатором, що швидко насичується. Принцип роботи дистанційного або імпедансного реле

Тема 3. . Напівпровідникові реле. Напівпровідникові реле та їх переваги. Напівпровідникові вимірювальні реле струму. Фотоелектричні реле. Напівпровідникові реле напрямку потужності. Мікропроцесорне уніфіковане реле контролю частоти УРЧ-ЗМ-С. Напівпровідникові реле напруги принцип роботи.

Тема 4.. Джерела живлення оперативних схем на електричних підстанціях. Призначення джерел живлення оперативних схем. Система постійного оперативного струму. Система змінного оперативного струму. Система випрямленого оперативного струму

Тема 5. Трансформатори струму і схеми їх з'єднання. План лекції. Принцип роботи і використання трансформатора струму. Класифікація трансформаторів струму. Клас точності трансформатора струму. Схеми з'єднань трансформаторів струму і реле струму. Вибір трансформаторів струму

Тема 6. Перетворювачі напруги релейного захисту.. Призначення вимірювальних перетворювачів напруги. Принцип роботи електромагнітного трансформатора напруги. Режим роботи та похибка трансформатора напруги. Умове та позиційне позначення трансформатора напруги. Схеми з'єднання вторинних кіл трансформаторів напруги. Конденсаторні трансформатори напруги . Режимів роботи ТН в мережах з ізольованою та компенсованою нейтраллю Особливості режимів роботи ТН в мережах з ефективно заземленою нейтраллю

Тема 7. Організація струмових захистів електрообладнання . Види струмового захисту. Максимальний струмовий захист (МСЗ). Струмова відсічка (СВ). Струмовий захист симетричних

складових. Захист зворотної послідовності. Захист нульової послідовності. Струмівий спрямований захист

Тема 8. Захист силових трансформаторів системи електропостачання. Призначення силових трансформаторів в системі електропостачання. Вибір типів захистів трансформаторів. Типові схеми захистів трансформаторів. Алгоритм розрахунку струмів короткого замикання за понижувальними трансформаторами. Застосування струмової відсічки при міжфазних коротких замикань. Застосування максимального струмового захисту від зовнішніх коротких замикань. Застосування максимального струмового захиста трансформатора від перевантаження. Застосування диференційного струмового захисту трансформатора. Газовий захист трансформатора

Змістовий модуль 2

Тема 9. Організація релейного захисту ліній енергетичної системи з одностороннім живленням. Особливості експлуатації ліній електропередачі. Основні пошкодження ліній електропостачання. Організація максимального струмового захисту ліній з одностороннім живленням. Забезпечення селективності МСЗ по часу спрацювання. Забезпечення селективності спрацювання МСЗ із залежною від струму короткого замикання характеристикою. Вибір струму спрацювання МСЗ. Струмова відсічка ЛЕП з одностороннім живленням без витримки часу. Неселективна струмова відсічка без витримки часу. Струмова відсічка ЛЕП з одностороннім живленням з витримкою часу. Основні схеми струмових захистів ЛЕП з одностороннім живленням

Тема 10. Основні релейні захисти ліній електропостачання енергетичної системи з двостороннім, кільцевим та паралельним живленням. Застосування та схеми ліній електропостачання енергетичної системи з двостороннім, кільцевим та паралельним живленням. Максимальний струмівий спрямований захист. Особливості вибору часу спрацювання МССЗ у кільцевих мережах. Вибір струму спрацювання МССЗ. Будова спрямованих струмових відсічек.

Тема 11. Диференційні струмові захисти ліній електропостачання з двох стороннім живленням. Призначення, види та принцип дії диференційних захистів ЛЕП. Вибір струму спрацювання поздовжнього диференційного захисту ЛЕП. Чутливість поздовжнього диференційного захисту. Особливості поздовжнього диференційного захисту ліній з двох стороннім живленням. Поперечний диференційний захист паралельних ліній. Поперечний спрямований диференційний захист ліній

Тема 12. Дистанційні захисти ліній електропередачі як з одностороннім так і з двох стороннім живленням Призначення, принцип роботи та електричні схеми дистанційного захисту ліній електропередачі з одностороннім живленням. Дистанційний захист мережі з двостороннім живленням та кільцевих мереж. Основні елементи дистанційного захисту

Тема 13. Захист ліній від однофазних замикань на землю в мережах з ізолюваними або компенсованими нейтраліями. Особливості роботи режимів мереж з ізолюваними або компенсованими нейтраліями за виникнення однофазних замикань на землю. Основні схеми захистів від однофазних замикань на землю в мережах з ізолюваними або компенсованими нейтраліями. Захистів ліній 110–750 кВ від однофазних замикань на землю

Тема 14. Електричні схеми традиційного релейного захисту електродвигунів Режими роботи електродвигуна та основні пошкодження та причини їх виникнення. Електричні схеми захисту електродвигуна низької напруги. Електричні схеми традиційного релейного захисту електродвигунів напругою більш 1000 В

Тема 15 Комутаційні елементи захисту обладнання енергосистем та електротехнічних комплексів та автоматичні системи керування захисту енергосистем. Захист запобіжниками. Захист автоматичними вимикачами. Вибір автоматичних вимикачів. Система автоматичного ввімкнення резерву. Автоматичне повторне ввімкнення (АПВ). Виконання АПВ на змінному оперативному струмі. Повторне резервне відключення вимикача (ПРВВ). Автоматичне частотне розвантаження (АЧР). Система автоматичного ввімкнення резерву. Автоматичне повторне ввімкнення (АПВ). Виконання АПВ на змінному оперативному струмі. Повторне резервне відключення вимикача (ПРВВ). Автоматичне частотне розвантаження (АЧР)

- повного терміну денної (заочної) форми здобуття вищої освіти;
- скороченого терміну денної (заочної) форми здобуття вищої освіти.

3. Програма та структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин						
	денна форма						
	тижні	усього	у тому числі				
			лек	прак	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8
Змістовий модуль 1. Принципи дії захистів з відносною селективністю.							
Тема1. Релейний захист-основні поняття.	1	7	1		2		4
Тема 2. Елементи релейного захисту	2	7	1		2		4
Тема 3. Напівпровідникові реле	3	7	1		2		4
Тема4. Джерела живлення оперативних схем на електричних підстанціях	4	7	1		2		4
Тема 5. Трансформатори струму і схеми їх з'єднання	5	7	1		2		4
Тема 6. Перетворювачі напруги релейного захисту	6	8	1		2		5
Тема 7. Організація струмових захистів електрообладнання	7	8	1		2		5
Тема 8. Захист силових трансформаторів системи електропостачання	8	8	1		2		5
Разом за змістовим модулем 1		59	8		16		35
Змістовий модуль 2. Захист елементів електричних систем (ліній, трансформатори, генератори, збірні шини). Автоматика електричних систем.							
Тема 9. Організація релейного захисту ліній енергетичної системи з одностороннім живленням.	9	9	1		2		6

Тема 10. Основні релейні захисти ліній електропостачання енергетичної системи з двостороннім, кільцевим та паралельним живленням	10	9	1		2		6
Тема 11. Диференційні струмові захисти ліній електропостачання з двох стороннім живленням.	11	9	1		2		6
Тема 12. Дистанційні захисти ліній електропередачі як з одностороннім так і з двох стороннім живленням	12	9	1		2		6
Тема 13 Принципи побудови мікро-процесорних захистів	13	9	1		2		6
Тема 14 Захист ліній від однофазних замикань на землю в мережах з ізольованими або компенсованими нейтралями	14	8	1		2		5
Тема 15 Комутаційні елементи захисту обладнання енергосистем та електротехнічних комплексів та автоматичні системи керування захисту енергосистем	15	8	1		2		5
Разом за змістовим модулем 2	7	61	7		14		40
Усього годин	15	120	15		30		75

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	лабораторної роботи №1. Дослідження схем з'єднання обмоток струмових реле вторинних обмоток трансформаторів струму	5
2	лабораторної роботи №2. Дослідження електромагнітних реле напруги, струму, часу та проміжних	5
3	лабораторної роботи №3. Дослідження індукційного реле струму.	4
4	лабораторної роботи №4. Дослідження реле направлення потужності	4
5	лабораторної роботи №5. Дослідження диференціальних реле захисту трансформаторів	4

6	лабораторної роботи №6. . Дослідження захисту синхронного генератора від замикання обмотки статора на землю	4
7	лабораторної роботи №67 . Захист однофазних коротких замикань на землю	4
	Всього	30

5. Теми самостійних практичних робіт

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Самостійна робота №1. «Вибір та перевірка трансформаторів струму»	15
2	Самостійна робота №2. «Вибір та перевірка трансформаторів напруги»	15
3	Самостійна робота №3. « Вибір плавких запобіжників, автоматичних вимикачів та перерізу проводів в кабелів за допустимим нагрівом	25
4	Самостійна робота №4. Розрахунок параметрів релейного захисту повітряних ліній напругою 10 кВ.	25
5	Самостійна робота №5 «Розрахунок релейного захисту силового трансформатора»	25
Разом		105

6. Засоби діагностики результатів навчання:

- екзамен;
- залік;
- модульні тести;
- розрахунково-графічні роботи;
- захист лабораторних та практичних робіт.

7. Методи навчання

За джерелами знань використовуються такі методи навчання:

- словесний метод (лекція, співбесіда тощо);
- практичний метод (лабораторні, практичні заняття);
- наочний метод (метод ілюстрацій, метод демонстрацій);
- робота з навчально-методичною літературою (конспектування, тезування, анотування, рецензування, складання реферату);
- відео метод (дистанційні, мультимедійні, веб-орієнтовані тощо);
- самостійна робота (виконання завдань);
- індивідуальна науково-дослідна робота здобувачів вищої освіти.

За характером логіки пізнання використовуються такі методи: аналітичний, синтетичний, аналітико-синтетичний, індуктивний, дедуктивний.

За рівнем самостійної розумової діяльності використовуються методи: проблемний, частково-пошуковий, дослідницький.

8. Методи оцінювання

- екзамен;
- залік;
- модульне тестування;
- захист лабораторних та практичних робіт;
- презентації та виступи на наукових заходах.

9.Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти

Оцінювання знань здобувача вищої освіти відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 чинного «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України»

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка національна та результати складання	
	екзаменів	заліків
90-100	відмінно	зараховано
74-89	добре	
60-73	задовільно	
0-59	незадовільно	не зараховано

9. Навчально-методичне забезпечення

- електронний навчальний курс навчальної дисципліни (на навчальному порталі НУБіП України eLearn);
- конспекти лекцій та їх презентації (в електронному вигляді);
- підручники, навчальні посібники, практикуми;
- методичні матеріали щодо вивчення навчальної дисципліни для здобувачів вищої освіти денної та заочної форм здобуття вищої освіти.

10. Рекомендовані джерела інформації

1. Кідиба В.П. Релейний захист електроенергетичних систем. Львівська політехніка, Львів, 2015.-504 с.
2. Сокол Є.І., Гриб О.Г. Кривонос В.Є. Релейний захист електроенергетичних систем, підручник. Харків, НУ ХП.-2020. –С 263.
3. Сокол Є.І., Кривонос В.Є., Гриб О.Г. Релейний захист електроенергетичних систем, Харків: ФОП Бровіна О.В. «Стиль-издат».-2023. С 426. ISBN 978-617-8009-96-0

Допоміжна

1. ПУЕ 7-е видання розділ 1, гол. 1.8 « Норми приймально-здавальних випробувань»
2. РД 34.45-51.300-97 «Обсяг і норми випробувань електрообладнання»
3. РД 34.35.302-90. «Типова інструкція по організації і виконання робіт в пристроях релейного захисту і електроавтоматики електростанцій і підстанцій».
4. РД 153-34.0-35.617-2001 «Правила технічного обслуговування пристроїв релейного захисту, електроавтоматики, дистанційного керування та сигналізації електростанцій і підстанцій 110-750кВ»
5. Е. С. Мусаєлян «Довідник з налагодження ЕО ЕС і ПС. Апаратура вторинних ланцюгів»
6. Чернобровов Н.В. «Релейний захист»
7. Какуевич Л. В. Крутицкий А. Ю. «Довідник. Реле захисту і автоматик

13. Інформаційні ресурси

<http://www.springer.com/series/4622>
[siemens.com/tip-cs](http://www.siemens.com/tip-cs)

<http://www.ukrenergo.energy.gov.ua/pages/ua/scientificworksandpublishedworks.aspx>
<http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/2853>