

Вінницький національний технічний університет  
Кафедра електричних станцій та систем  
Факультет електроенергетики та електромеханіки

## **РЕЛЕЙНИЙ ЗАХИСТ І АВТОМАТИКА ЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ**

**Вибірковий  
Професійний**

**II (магістерський) рівень вищої освіти**

Галузь знань **14 – Електрична інженерія**

Спеціальність **141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка**

Освітня програма: **Електричні станції**

Викладач: **Рубаненко О. О.**

Мова викладання: **українська**

Семестр – 2 (денна ф.н), 3 (заочна ф.н.)

Кредитів ЕКТС - **5**

Лекцій – **27 год.**

Практичних – **27 год.**

Самостійна робота – **96 год.**

Вид контролю: **диференційний залік**

**Передумови для вивчення дисципліни:** Дисципліна «Релейний захист і автоматика електричних станцій» базується на вивченні завдань технічної експлуатації та обслуговування обладнання електростанцій. Ця дисципліна безпосередньо пов'язана і доповнює такі базові дисципліни, як «Системи автоматизованого проектування електроустановок», «Електрична частина станцій та підстанцій», «Електричні системи та мережі», «Електричні машини», «Електричні апарати», «Перехідні процеси», «Техніка високих напруг».

**Мета** вивчення навчальної дисципліни полягає у формуванні у здобувачів вищої освіти знань та навичок в області релейного захисту і автоматики електричних станцій на основі наукової бази електротехніки, всебічного, систематичного вивчення її теоретичних основ; оволодінні інструментарієм прийняття ефективних рішень під час експлуатації обладнання електричних станцій.

## **Компетентності, якими повинен оволодіти здобувач в результаті вивчення дисципліни**

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів компетентностей:

**Інтегральної:** Здатність розв'язувати складні проблеми і задачі під час професійної діяльності у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

### **Загальних:**

ЗК04. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях та продовжувати навчання з високим ступенем автономії.

ЗК06. Здатність приймати обґрунтовані рішення, застосовувати кращі практики у професійній діяльності.

### **Спеціальних (фахових):**

СК02. Здатність застосовувати існуючі та розробляти нові методи, методики, технології та процедури для вирішення інженерних завдань електроенергетики та електротехніки.

СК04. Здатність розробляти та впроваджувати заходи з підвищення надійності, ефективності та безпеки при проектуванні та експлуатації обладнання та об'єктів електроенергетики.

СК06. Здатність демонструвати знання і розуміння математичних принципів і методів, необхідних для використання в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

СК12. Здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів проблеми, що вирішується, включаючи виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію обладнання електроенергетичних систем.

СК13. Здатність демонструвати обізнаність та вміння використовувати нормативно-правові актів, норми, правила й стандарти в електроенергетиці.

СК18. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з диспетчеризацією та оптимальним керуванням системами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії.

## **Програмні результати вивчення дисципліни**

РН1. Знаходити варіанти підвищення енергоефективності та надійності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання й відповідних комплексів і систем.

РН4. Окреслювати план заходів з підвищення надійності, безпеки експлуатації та продовження ресурсу електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання і відповідних комплексів і систем.

РН5. Аналізувати процеси в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні і відповідних комплексах і системах.

РН22. Демонструвати розуміння нормативно-правових актів, норм, правил та стандартів в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітні програми, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 5	<b>Галузь знань</b> 14 Електрична інженерія	Вибіркова професійна	
Модулів – 2	<b>Спеціальність</b> 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка  <b>освітня програма:</b> Електричні станції	<b>Рік підготовки (курс):</b>	
Змістових модулів – 2		1	2
Індивідуальне науково-дослідне завдання (реферати, розрахункові, графічні, розрахунково-графічні роботи, контрольні роботи, що виконуються під час СРС (домашні контрольні роботи), курсові, дипломні проекти (роботи) та ін. рішенням кафедри)		<b>Семестр</b>	
Загальна кількість годин - 150		2-й	3-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3,0 самостійної роботи студента – 5,3		<b>Лекції</b>	
	27 год.	10 год.	
	<b>Практичні, семінарські</b>		
	27	5	
	<b>Лабораторні</b>		
	-	-	
	<b>Курсовий проект</b>		
	-	-	
<b>Самостійна робота</b>			
96 год.	135 год.		
Вид контролю: іспит			

## 2. Програма навчальної дисципліни

### Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

#### Змістовий модуль 1

#### Тема 1. Вступ.

Мета і задачі дисципліни. Структура курсу. Література. Особливості режиму роботи електрообладнання електричних станцій та вимоги до їх захисту від

пошкоджень та ненормальних режимів роботи. Класифікація обладнання електричних станцій.

**Тема 2. Принципи побудови релейного захисту електричних станцій.** Параметри захисту. Блок схеми захисту на електромагнітних реле та на інтегральних мікросхемах (мікропроцесорного захисту). Алгоритм функціонування мікропроцесорного захисту.

**Тема 3. Релейний захист турбогенераторів.** Режими роботи турбогенератора. Пошкодження статора турбогенератора (ТГ). Захист від міжфазних коротких замкнень (КЗ). Основні захисти. Струмова відсічка. Диференційні захисти. Дистанційний захист. Захист від однофазних замкнень. Захист нульової послідовності. Захист від перевантажень. Схеми. Розрахунок уставок спрацювання. Методи та засоби забезпечення чутливості та селективності.

**Тема 4. Захист ротора турбогенератора.** Захист від замкнень на землю. Розрахунок уставок спрацювання. Методи та засоби забезпечення чутливості.

**Тема 5. Мікропроцесорний захист генераторів фірми АВВ типу REG 615 REG 670.** Характеристики захисту. Конфігурування. Вільно програмована логіка. Схеми підключення. Введення уставок. Програмне забезпечення РСМ600. Робота з реєстратором подій.

**Тема 6. Захист силових трансформаторів.** Види силових трансформаторів (СТ), режими роботи та види пошкоджень на ЕС. Класифікація захистів СТ. Струмова відсічка. Максимальний струмовий захист. Диференційний повздовжній захист. Струмовий захист нульової послідовності. Газовий захист.

Конструкція реле РНТ-565, ДЗТ-11, ДЗТ-21. Розрахунок уставок.

**Тема 7. Мікропроцесорний захист трансформаторів фірми АВВ типу RET 615 RET 650.** Характеристики захисту. Конфігурування. Вільно програмована логіка. Схеми підключення. Введення уставок. Програмне забезпечення РСМ600. Робота з реєстратором подій.

### Другий змістовний модуль

**Тема 8. Захист повітряних (ПЛ) та кабельних ліній (КЛ) електропересилань.** Захист ліній 500–750 кВ. Параметри, структурні схеми та розрахунок уставок. Особливості мікропроцесорного захисту REL та REC670. Схема, принцип дії та розрахунок уставок диференційного фазного захисту ПЛ.

Захист ліній 110–330 кВ. Параметри, структурні схеми та розрахунок уставок. Особливості мікропроцесорного захисту REL та REC650. Схема, принцип дії та розрахунок уставок диференційного фазного захисту ПЛ. Особливості панелей ЕПЗ-1636 та ШДЕ 2801. Дистанційний ступеневий захист. Захист ЛЕП 35-6 кВ (REF 615, МРЗС 05, РС 83, РЗЛ 05Л (РЕЛСiС)).

**Тема 9. Захист електричних двигунів власних потреб.** Види пошкоджень. Класифікація двигунів. Види захистів. Розрахунок уставок. Схеми релейного захисту. Реле SPAC 804.

**Тема 10. Захист шин.** Види пошкоджень. Види захистів. Розрахунок уставок. Схеми релейного захисту.

**Тема 11. Протиаварійна автоматика ЕС. Автоматичне повторне ввімкнення (АПВ) та автоматичне введення резерву (АВР).** Види, призначення та розрахунок уставок. Схеми АПВ та АВР.

**Тема 12. Протиаварійна автоматика ЕС. Автоматичне частотне розвантаження (АЧР) та автоматичне припинення асинхронного ходу (АПАХ).** Види, призначення та розрахунок уставок. Схеми.

**Тема 13.** Пристрій дистанційного та струмового захисту.

**Тема 13. Діагностичне обладнання для РЗА.** Види, призначення діагностичного обладнання. Характеристики РЕТОМ 60, РЕлеТестер, Оміврон..

**Тема 14. Захист інверторів ФЕС та конденсаторних установок.** Види пошкоджень. Види захистів. Розрахунок уставок. Схеми релейного захисту.

#### Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми
1	Розрахунок параметрів захистів ЛЕП 0,4 кВ
2	Розрахунок параметрів захистів ЛЕП 10 - 35 кВ.
3	Розрахунок параметрів захистів ЛЕП 110 кВ
4	Розрахунок параметрів захистів ЛЕП 330 кВ
5	Розрахунок параметрів захистів силових трансформаторів
6	Розрахунок параметрів АПВ
7	Розрахунок параметрів АВР
8	Розрахунок параметрів АЧР
9	Розрахунок параметрів

#### Самостійна робота

№ з/п	Назва теми
1	Переваги та недоліки електромеханічних релейних захистів.
2	Переваги та недоліки напівпровідникових релейних захистів.
3	Переваги та недоліки мікропроцесорних релейних захистів.
4	Пристрій релейного захисту і автоматики МРЗС 05. Налаштування уставок захистів силових трансформаторів.
5	Пристрій релейного захисту і автоматики РС 83-А2.0. Налаштування уставок захистів силових трансформаторів.
6	Змістовий модуль 2
7	Пристрій релейного захисту і автоматики СТ РЕЛСіС. Налаштування уставок захистів силових трансформаторів.
8	Пристрій релейного захисту і автоматики РЕТ 615. Налаштування уставок захистів силових трансформаторів.
9	Пристрій релейного захисту і автоматики РЕТ 670. Налаштування уставок захистів силових трансформаторів.
10	Пристрій для налаштування релейного захисту РЕТОМ 49.
11	Пристрій для налаштування релейного захисту СМС 356. Випробовування мікропроцесорних захистів
14	Переваги та недоліки мікропроцесорних релейних захистів.

## Індивідуальні завдання

За рішенням кафедри студенти готують реферати, есе з окремих тем дисципліни та доповіді на щорічну науково-теоретичну підрозділів ВНТУ.

## Методи навчання

Основними методами навчання є: лекція-візуалізація; розповідь-пояснення; інструктаж; ілюстрування; демонстрація, зокрема, з використанням мультимедійних засобів навчання; усне опитування; тестування; навчальна дискусія; бесіда-діалог; групова робота; доповідь за темами, які відведені на самостійне вивчення; рішення практичних завдань; консультації; самостійна робота вдома; індивідуальні завдання (реферати, есе тощо), підготовка доповідей науково-дослідного характеру, зокрема, на щорічну науково-технічну конференцію підрозділів ВНТУ.

## Методи контролю

Поточний контроль, який здійснюється у формі фронтального, індивідуального чи комбінованого контролю знань студентів під час лекційного та практичного заняття, тестування, колоквиумів, захисту реферату (для студентів заочної форми навчання), диф. заліку. Диф. залік може проводитись за допомогою усного опитування та/або тестів.

## Розподіл балів, які отримують студенти

Таблиця 1 – Розподіл балів за засвоєння змістових модулів протягом семестру для здобувачів денної форми навчання

Поточне тестування та самостійна робота									Сума
Змістовий модуль 1				Змістовий модуль 2				Підсумковий тест	
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8		100 балів
50 балів				25 балів				25 балів	

T1, T2 ... T8 – теми розділів, що входять в змістові модулі.

Таблиця 2 – Оцінювання знань, умінь та навичок студентів з окремих видів роботи та в цілому по модулях (в балах)

Вид роботи	Модуль	Модуль	Разом
	1	2	
1. Практичні заняття (1 практичне заняття – 2 бали)	14	12	26
2. Колоквиум	16	8	24
3. Контрольна робота	15	-	15
4. Підсумковий тест	-	25	25
5. Реферат	5	5	10
Всього	50	50	100

## Методичне забезпечення

1. Робоча програма навчальної дисципліни «Експлуатація електричних станцій».

2. Конспект лекцій.

3. Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи.

4. Питання на колоквіуми.

5. Питання до контрольної роботи.

6. Тести поточного контролю знань.

7. Комплект екзаменаційних білетів.

## Політика курсу

Здобувачі та викладачі повинні дотримуватися норм забезпечення честі, гідності, взаємної поваги і довіри, рівноправності та толерантності усіх учасників освітнього процесу шляхом дотримання принципів академічної доброчесності, викладених у **«Положенні про академічну доброчесність у ВНТУ»**.

З метою запобігання та виявлення плагіату у навчальних роботах, розвитку навичок коректної роботи із джерелами інформації та впровадження практики належного цитування, дотримання вимог наукової етики та поваги до інтелектуальних надбань та активізація самостійності й індивідуальності при створенні авторського твору і відповідальності за порушення загальноприйнятих правил цитування слід дотримуватись норм **«Положення про запобігання академічному плагіату та порядок його виявлення у навчальних, наукових, кваліфікаційних та науково-методичних роботах у ВНТУ»**.

З метою визнання результатів навчання здобутих під час неформальної та/або інформальної освіти (що здобувалася за освітніми програмами та не передбачала присудження визнаних державою освітніх кваліфікацій за рівнями освіти, але могла завершуватися присвоєнням професійних та/або присудженням часткових освітніх кваліфікацій, а також освіти, яка здійснювалася у порядку самоосвіти), здобувачі можуть скористатися відповідними процедурами, наведеними у **«Положення про порядок визнання результатів навчання, здобутих шляхом неформальної та/або інформальної освіти у ВНТУ»**.

Здобувачі мають право оскаржити результати проміжних та підсумкових контрольних заходів, але на лише на підставі аргументованих пояснень, відповідно до **«Порядку організації та проведення заліків, диференційованих заліків, екзаменів у ВНТУ»**, а також безпосередньо звернувшись до освітнього омбудсмена, згідно **«Положення про освітнього омбудсмена з прав студентів ВНТУ»**.

З метою вирішення конфліктних ситуацій, що можуть виникнути у здобувачів із іншими учасниками освітнього процесу та/або недопущення виникнення конфліктних ситуацій слід бути обізнаним у нормах **«Кодексу етики ВНТУ»**.

Здобувачі ВНТУ мають керуватися принципом «нульової толерантності» до будь-яких проявів корупції і повинні вживати всіх передбачених законодавством заходів щодо запобігання, виявлення та протидії корупції і пов'язаним з нею діям (практикам), відповідно до **«Антикорупційної програми ВНТУ»**.

Наведені документи оприлюднені на сайті ВНТУ: <https://vntu.edu.ua/uk/public-info/zag.html>.

## Рекомендована література

.Рубаненко О. Є. Релейний захист та автоматика електричних станцій: електронний навчальний посібник комбінованого (локального та мережного) використання [Електронний ресурс] / Рубаненко О. Є., Рубаненко О. О., Гунько І. О. – Вінниця : ВНТУ, 2023. – 125 с.

Релейний захист високовольтних електродвигунів. Частина 2 : електронний навчальний посібник комбінованого (локального та мережного) використання



[Електронний ресурс] / В. В. Тептя, В. О. Комар, В. В. Нетребський, О. О. Рубаненко. – Вінниця : ВНТУ, 2022. – 136 с.

Яндульський О.С. Релейний захист. Цифрові пристрої релейного захисту, автоматики та управління електроенергетичних систем: навчальний посібник / О.С. Яндульський, О.О. Дмитренко; під загальною редакцією д.т.н. О.С. Яндульського. – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 102 с.

Кідиба В. П. Релейний захист електроенергетичних систем: навч. посібник / В.П. Кідиба. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2015. – 504 с.

Рубаненко О. Є. Програмно-логічні моделі мікропроцесорного пристрою захисту SPAS 801: Навчальний посібник / О. Є. Рубаненко, В. О. Лесько, О. О. Рубаненко – Вінниця: ВНТУ, 2013. – 132 с.

Кутін В. М. Релейний захист та системна автоматика: Навчальний посібник / В. М. Кутін, О. Є. Рубаненко – Вінниця: ВНТУ, 2018. – 127 с.

Рубаненко О. Є. Релейний захист та автоматика двотрансформаторної підстанції: Навчальний посібник / О. Є. Рубаненко, В. М. Лагутін – Вінниця: ВНТУ, 2005. – 124 с.

### **Додаткова література**

Лагутін, В. М. Релейний захист розподільних мереж / В. М. Лагутін, В. В. Тептя, В. А. Видмиш. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 70 с.

Auto Link. Single or three-phase electronic sectionaliser / Product offerings and features. ABB. – 2011.

### **Інформаційні ресурси**

Національна бібліотека України імені академіка В. І. Вернадського: [сайт].  
Режим доступу: <http://nbuv.gov.ua/>

Енергетика: [сайт]. Режим доступу: <http://LEONARDO.ENERGY.ORG/>  
<http://any-book.org/download/68591.html/>  
<http://window.edu.ru/resource/262/75262/>