

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

## **МІКРОПРОЦЕСОРНІ ЗАХИСТИ ТА ПРОТИАВАРІЙНА АВТОМАТИКА ЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМ**

**Вибірковий  
Професійний**

**II (магістерський) рівень вищої освіти**

Галузь знань **14 – Електрична інженерія**

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

Освітня програма: **Електричні системи і мережі**

Викладач: **Рубаненко О. Є.**

Мова викладання: **українська**

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

Кредитів ЕКТС - **6**

Лекцій – **36 год.**

Практичних – **27 год.**

Самостійна робота – **117 год.**

Вид контролю: **диференційний залік**

Передумови для вивчення дисципліни: Дисципліна «Релейний захист та системна автоматика» базується на знаннях та уміннях, отриманих студентами під час вивчення дисциплін «Обчислювальна техніка та САПР в енергетиці», «Електричні системи та мережі», «Електричні машини», «Електричні апарати», «Перехідні процеси», «Математичні задачі енергетики», «Теоретичні основи електротехніки», «Основи релейного захисту». Дисципліна безпосередньо пов'язана та доповнює такі дисципліни, як «Основи релейного захисту» та «Мікропроцесорні системи релейного захисту та автоматики в електричних мережах».

**Мета** вивчення дисципліни: формування знань студентів про мікропроцесорний захист та протиаварійну автоматизацію обладнання електроенергетичних систем, про особливості мікропроцесорного захисту ліній електропередач (ЛЕП), шин, силових трансформаторів (СТ), та такої мікропроцесорної протиаварійної автоматики, як автоматичне повторне ввімкнення ЛЕП, силових трансформаторів (СТ) та електричних двигунів, а також про мікропроцесорні пристрої введення резерву на двотрансформаторних підстанціях.

## **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.

### **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.

СК14. Здатність використовувати програмне забезпечення для комп'ютерного моделювання, автоматизованого проектування, автоматизованого виробництва і автоматизованої розробки або конструювання елементів електроенергетичних систем.

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 навчання**

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

РН3. Опанувати нові версії або нове програмне забезпечення, призначене для комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах.

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

РН7. Володіти методами математичного та фізичного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних 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 – 6	Галузь знань 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 – 180		2-й	3-й
		<b>Лекції</b>	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3,5 самостійної роботи студента – 6,5		36 год.	10 год.
		<b>Практичні, семінарські</b>	
		27	5
		<b>Лабораторні</b>	
		-	-
		<b>Курсовий проект</b>	
		-	-
	<b>Самостійна робота</b>		
	117 год.	160 год.	
	Вид контролю: диф. залік		

## 2. Програма навчальної дисципліни

### Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

**Змістовий модуль 1 Панелі захисту ЛЕП. Склад, робота схем та розрахунок параметрів.**

**Тема 1. Вступ. Мета та задачі курсу.** Аналіз силового електричного обладнання ЕЕС. Аварійні та особливі режими роботи обладнання електроенергетичних систем (ЕЕС). Техніко-економічні закономірності розвитку та удосконалення електромеханічного та мікропроцесорного захистів обладнання ЕЕС. Переваги та недоліки мікропроцесорних захистів (МПЗ) та протиаварійної автоматики (ПА).

**Тема 2. Види мікропроцесорних захистів (МПЗ) електричних мереж 6-35 кВ.** Терміни і визначення в документації на сучасні МП захисти ЛЕП. Класифікація методів захисту мереж з ізольованою та компенсованою нейтраллю пристроями МП захисту. Розрахунок уставок МП захистів ЛЕП 6-35 кВ.

**Тема 3. Первинні перетворювачі (вимірювальні трансформатори струму) пристроїв МП захисту та проти аварійної автоматики.** Призначення, підключення, параметри, особливості для пристроїв МП захистів). Вибір. Похибки. Векторні діаграми. Схеми підключення.

**Тема 4. Первинні перетворювачі (вимірювальні трансформатори напруги) пристроїв МП захисту та проти аварійної автоматики.** Призначення, підключення, параметри, особливості для пристроїв МП захистів). Вибір. Похибки. Векторні діаграми. Схеми підключення.

**Тема 5. Первинні перетворювачі (трансреактори, проміжні трансформатори) пристроїв МП захисту та проти аварійної автоматики.** Призначення, підключення, параметри, особливості для пристроїв МП захистів). Вибір. Похибки. Векторні діаграми. Схеми підключення.

**Тема 6. Аналого цифрові перетворювачі МП захисту.** Параметри, схеми, підключення.

## **Змістовий модуль 2 Захисти ЛЕП та підстанцій**

**Тема 7. Електронні комутатори МП захистів.** Призначення, підключення, параметри, особливості.

**Тема 8. Процесори МП захистів.** Призначення. Параметри. Види. Структурна схема. Призначення блоків на структурній схемі.

**Тема 9. Виконавчі органи МП захистів.** Призначення, підключення, параметри, особливості. Схеми підключення.

**Тема 10. Блоки введення-виведення в МП захистах.** Порти RS 232, RS 485, RJ-45. Призначення, підключення, параметри.

**Тема 11. Оптиволоконні канали зв'язку та передавання інформації.** Кібербезпека. Методи та засоби забезпечення захисту інформації під час експлуатації МП захистів. Призначення, підключення, параметри, особливості пристроїв захисту інформації пристроїв МП захисту.

**Тема 12. Блоки живлення пристроїв МП захистів та ПА.** Класифікація. Призначення. Параметри. Схеми. Опис роботи.

**Тема 13. Заключення.** Перспективи подальшого впровадження мікропроцесорних систем релейного захисту обладнання ЕЕС.

### Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин (денна форма)	Кількість годин (заочна форма)
Змістовий модуль 1			
1	Розрахунок параметрів вимірювальних трансформаторів струму для МП захистів.	4	2
2	Розрахунок параметрів вимірювальних трансформаторів напруги для МП захистів.	3	2
3	Розрахунок параметрів МП захистів ЛЕП 10 кВ	3	0,5
4	Розрахунок параметрів МП захистів ЛЕП 110 кВ	4	0,5
Змістовий модуль 2			
5	Розрахунок параметрів МП захистів силових трансформаторів	3	2
6	Розрахунок параметрів АПВ МП протиаварійної автоматики ЛЕП	3	2
7	Розрахунок параметрів АВР МП протиаварійної автоматики двотрансформаторної підстанції	3	0,5
8	Розрахунок параметрів АЧР МП протиаварійної автоматики ЛЕП 10 кВ	2	0,5
9	Розрахунок параметрів АВР МП протиаварійної автоматики на дво трансформаторній підстанції	2	-
	<i>Усього годин</i>	<i>27</i>	<i>5</i>

### Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин (денна форма)	Кількість годин (заочна форма)
1	Переваги та недоліки електромеханічних релейних захистів.	10	20
2	Переваги та недоліки напівпровідникових релейних захистів.	10	20
3	Переваги та недоліки мікропроцесорних релейних захистів.	10	20
4	Пристрій релейного захисту і автоматики МРЗС 05. Налаштування уставок захистів силових трансформаторів.	5	10
5	Пристрій релейного захисту і автоматики РС 83-А2.0. Налаштування уставок захистів силових трансформаторів.	5	10

Змістовий модуль 2			
6	Пристрій релейного захисту і автоматики СТ РЕЛСіС. Налаштування уставок захистів силових трансформаторів.	15	20
7	Пристрій релейного захисту і автоматики RET 615. Налаштування уставок захистів силових трансформаторів.	12	20
8	Пристрій релейного захисту і автоматики RET 670. Налаштування уставок захистів силових трансформаторів.	10	20
9	Пристрій для налаштування релейного захисту РЕТОМ 49.  Випробовування електромеханічних та мікропроцесорних реле та захистів.	10	10
10	Пристрій для налаштування релейного захисту СМС 356. Випробовування мікропроцесорних захистів	10	10
<i>Усього годин</i>		117	160

### **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.

Поточний контроль може проводитись як за допомогою електронних тестів у локальній мережі або у глобальній мережі (JetIQ, Google), так і за допомогою проведення усного або письмового опитування.

Підсумковий контроль проводиться з метою оцінювання результатів навчання на певному освітньо-кваліфікаційному рівні або на окремих його завершальних етапах. Підсумковий контроль включає семестровий контроль.

## 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		
T1-T6	T7-T13	Підсумковий тест	100 балів
50 балів	30 балів	20 балів	

T1, T2 ... T13 – 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 – 1 бал)	14	13	27
2. Колоквіум	16	12	28
3. Контрольна робота	15	-	15
4. Вирішення тестових завдань	-	20	20
5. Реферат	5	5	10
Всього	50	50	100

## Методичне забезпечення

1. Робоча програма навчальної дисципліни «Релейний захист та системна автоматика».

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 залікових 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

1. 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.
2. 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.
3. Яндутьський О.С. Релейний захист. Цифрові пристрої релейного захисту, автоматики та управління електроенергетичних систем: навчальний посібник / О.С. Яндутьський, О.О. Дмитренко; під загальною редакцією д.т.н. О.С. Яндутьського. – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 102 с.
  4. Кідиба В. П. Релейний захист електроенергетичних систем: навч. посібник / В.П. Кідиба. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2015. – 504 с.
  5. 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.
  6. Кутін В. М. Релейний захист та системна автоматика: Навчальний посібник / В. М. Кутін, О. Є. Рубаненко – Вінниця: ВНТУ, 2018. – 127 с.
  7. Рубаненко О. Є. Релейний захист та автоматика двотрансформаторної підстанції: Навчальний посібник / О. Є. Рубаненко, В. М. Лагутін – Вінниця: ВНТУ, 2005. – 124 с.

#### Додаткова література

8. ГКД 34.20.507-2003. Технічна експлуатація електричних станцій і мереж. Правила.
9. Правила безпечної експлуатації електроустановок: НПАОП 40.1-1.01-97: Затв. 06.10.1997 № 257/Держ. Комітет України по нагляду за охороною праці. Х.: Вид-во «Форт», 2008. 144 с.
10. Правила улаштування електроустановок. Видання офіційне. Міненерговугілля України. Х.: Видавництво «Форт», 2017. 760 с.
11. Лагутін, В. М. Релейний захист розподільних мереж / В. М. Лагутін, В. В. Тептя, В. А. Видмиш. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 70 с.
12. Auto Link. Single or three-phase electronic sectionalize / Product offerings and features. ABB. – 2011.