

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

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ЗАХИСТ АТОМНИХ 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. 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 у майбутніх спеціалістів знань: про технологію виробництва електроенергії на атомних електричних станціях; про програмне та апаратне забезпечення пристроїв контролю технологічних параметрів на АЕС; використання мікропроцесорних пристроїв захисту та автоматики основного обладнання АЕС, а саме: генераторів, силових та вимірювальних трансформаторів, електричних двигунів різної потужності, напруги та конструкції, парогенератора, турбін, насосів і т. п.

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	Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка освітня програма: Електричні станції	Рік підготовки (курс):	
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)		Семестр	
Загальна кількість годин – 180		2-й	3-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3,5 самостійної роботи студента – 6,5		Лекції	
	36 год.	10 год.	
	Практичні, семінарські		
	27	5	
	Лабораторні		
	-	-	
	Курсовий проект		
-	-		
Самостійна робота			
117 год.	160 год.		
Вид контролю: диф. залік			

2. Програма навчальної дисципліни

Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1 Особливості технологічної автоматики атомних електричних станцій. Склад, робота схем та розрахунок параметрів.

Тема 1. Вступ. Мета та задачі курсу. Технологічний процес виробництва електричної енергії на атомній електричній станції. Техніко-економічні закономірності розвитку та удосконалення електромеханічної та мікропроцесорної (МП) технологічної автоматики (ТА) АЕС. Переваги та недоліки електромеханічної та мікропроцесорної технологічної автоматики АЕС.

Тема 2. Основи побудови мікропроцесорних пристроїв технологічної автоматики АЕС. Терміни і визначення в документації на сучасну ТА АЕС. Класифікація ТА АЕС. Основні принципи роботи сучасної ТА АЕС. Можливості ТА АЕС та технічні характеристики, їх порівняльний аналіз

Тема 3. Комп'ютеризована система ТА АЕС. автоматизована система управління технологічним процесом. Призначення і склад ТА АЕС енергоблока. Основні вимоги до комплексу технічних засобів ТА АЕС. Роль персоналу у функціонуванні ТА АЕС. Функції ТА АЕС. Загальні положення. Інформаційні функції ТА АЕС. Керуючі функції ТА АЕС. Допоміжні функції ТА АЕС. Підсистеми ТА АЕС енергоблока АЕС. Види підсистем ТА АЕС енергоблока АЕС. Підсистема технологічного контролю. Підсистема ядерно-фізичного контролю. Підсистема технологічної і аварійної сигналізації. Підсистема захистів і блокувань. Підсистема дистанційного керування. Підсистема автоматичного регулювання. Обчислювальна керуюча система.

Тема 4. Технічні засоби ТА енергоблока АЕС. Технічні засоби підсистеми ТА АЕС, які взаємодіють між собою. Опис по структурній схемі.

Комп'ютерна підсистема теплотехнічного контролю (КПТК). Структура КПТК. Первинні перетворювачі. Нормуючі перетворювачі. Вторинні прилади. Структурна схема представлення інформації по температурі. Термоперетворювальні опори. Принцип роботи термоперетворювача опору. Термоелектричні перетворювачі. Принцип роботи термоелектроперетворювача. Електрична компенсація температурних впливів в місці установки нормуючого або вторинного перетворювача. Електрична компенсація температурних впливів в місці установки термоелектроперетворювача за допомогою компенсаційної коробки. Вимірювання тиску, витрати і рівня на АЕС. Сенсори вимірювання тиску, витрати і рівня. Структурна схема представлення інформації по тиску. Структурна схема представлення інформації по витратах. Принцип вимірювання витрат. Структурна схема представлення інформації по витратах. Структурна схема представлення інформації по рівню. Принцип вимірювання рівня. Зовнішні прояви несправностей в підсистемі технологічного контролю.

Тема 5. Підсистема дистанційного керування ТА АЕС. Призначення і організація підсистеми дистанційного керування. Призначення підсистеми дистанційного керування. Загальні принципи організації дистанційного керування. Електричні або пневматичні приводи, комутаційні апарати. Апаратура дистанційного керування. Дистанційне керування арматурою. Схема дистанційного керування електропровідною замочною арматурою. Призначення основних елементів схеми дистанційного керування електропровідною замочною арматурою. Робота схеми дистанційного керування арматурою на базі пристроїв контролю і технологічної сигналізації ПКТС. Схема дистанційного керування пневмовідсечною арматурою. Призначення основних елементів схеми дистанційного керування пневмовідсечною арматурою. Робота схеми дистанційного керування пневмоарматурою на базі ПКТС. Схема дистанційного керування запобіжним клапаном. Призначення основних елементів схеми дистанційного керування запобіжним клапаном. Основні несправності в схемах управління арматурою.

Основні несправності в схемах управління електроприводною арматурою. Основні несправності в схемах управління пневмоприводною арматурою. Розмежування зон обслуговування приводів замикаючої арматури між підрозділами АЕС.

3.3.2. Тема 6. Дистанційне керування механізмами АЕС. Схема дистанційного керування механізмом. Призначення основних елементів схеми дистанційного керування електродвигуном механізму. Робота схеми АВР. Загальні відомості. Робота схеми включення в роботу резервного механізму. Основні несправності в схемах управління механізмами. Розмежування зон обслуговування в схемах управління механізмами між підрозділами АЕС. Управління особливо важливими механізмами і арматурою. Організація управління з 2-го місця - БЩУ і РЩУ. Схеми управління механізмів і арматури, зміна положення яких при пожежі на БЩУ небажано. Підсистема технологічної сигналізації. Призначення і види сигналізації. Загальні принципи побудови сигналізації. Сигналізація на базі засобів УВС. Сигналізація на базі засобів пристрою контролю та технологічної сигналізації (ПКТС). Призначення основних елементів схем сигналізації. Центральні ланцюги сигналізації. Дільничні ланцюги сигналізації. Індивідуальні ланцюги сигналізації. Призначення апаратури (елементів) технологічної сигналізації. Живлення панелей технологічної сигналізації. Приклади формування ланцюгів сигналізації. Технологічна попереджувальна сигналізація. Сигналізація аварійного відхилення найважливіших параметрів. Сигналізація аварійного відключення механізмів ТА АЕС. Оперативне обслуговування технологічної сигналізації.

Змістовий модуль 2 Автоматика забезпечення стійкої роботи АЕС в ЕЕС.

Тема 7. Автоматика відвернення втрати стійкості. Призначення та особливості виконання. Організація підсистеми автоматики відвернення втрати стійкості.

Тема 8. Автоматика ліквідації асинхронного режиму (АЛАР). Призначення. Особливості. Принцип дії АЛАР. Схемна реалізація. Параметри. Види. Структурна схема. Призначення блоків на структурній схемі.

Тема 9. Автоматика обмеження підвищення напруги. Призначення, параметри, особливості. Схеми підключення.

Тема 10. Автоматика обмеження відхилення параметрів режиму від допустимих. Призначення, параметри, особливості. Схеми підключення.

Тема 11. Автоматика обмеження підвищення частоти. Призначення, параметри, особливості. Схеми підключення. Призначення, підключення, параметри, особливості пристроїв захисту інформації пристроїв МП захисту.

Тема 12. Автоматика запобігання перевантаженню електрообладнання. Класифікація. Призначення. Параметри. Схеми. Опис роботи.

Тема 13. Заключення. Перспективи подальшого впровадження мікропроцесорних систем Технологічної автоматики АЕС.

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин (денна форма)	Кількість годин (заочна форма)
Змістовий модуль 1			
1	Розрахунок параметрів пристроїв ТА АЕС.	4	2
2	Розрахунок параметрів обладнання системи дистанційного керування ТА АЕС	3	2
3	Розрахунок параметрів автоматики втрати стійкості	3	0,5
4	Розрахунок параметрів АЛАР	4	0,5
Змістовий модуль 2			
5	Розрахунок параметрів автоматики обмеження підвищення напруги.	3	2
6	Розрахунок параметрів автоматики обмеження відхилення параметрів режиму від допустимих.	3	2
7	Розрахунок параметрів АВР обладнання АЕС	3	0,5
8	Розрахунок параметрів АПВ обладнання АЕС	2	0,5
9	Розрахунок параметрів автоматики обмеження зниження частоти на АЕС	2	-
<i>Усього годин</i>		27	5

Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин (денна форма)	Кількість годин (заочна форма)
1	Комп'ютеризована система ТА АЕС.	10	20
2	Переваги та недоліки мікропроцесорних пристроїв ТА АЕС.	10	20
3	Переваги та недоліки електронних напівпровідникових пристроїв ТА АЕС.	10	20
4	Розмежування зон обслуговування в схемах управління механізмами між підрозділами АЕС.	5	10
5	Управління особливо важливими механізмами і арматурою. Організація управління з 2-го місця - БЩУ і РЩУ. Схеми управління механізмів і арматури, зміна положення яких при пожежі на БЩУ небажано. Підсистема технологічної сигналізації.	5	10

Змістовий модуль 2			
6	Автоматика відвернення втрати стійкості.	15	20
7	Автоматика ліквідації асинхронного режиму (АЛАР).	12	20
8	Автоматика обмеження підвищення напруги.	10	20
9	Автоматика обмеження відхилення параметрів режиму від допустимих.	10	10
10	Автоматика обмеження підвищення частоти. Автоматика запобігання перевантаженню електрообладнання.	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. Топольницький М. В. Атомні електричні станції: підручник / М. В. Топольницький. – Львів: Видавництво Бескід біт, 2005. – 524 с.
 4. Букович Н. В. Протиаварійна автоматика електроенергетичних систем: навч. посібник / Н. В. Букович. – Львів: Видавництво Бескід біт, 2003. – 224 с.
 5. Кідиба В. П. Релейний захист електроенергетичних систем: навч. посібник / В.П. Кідиба. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2015. – 504 с.

Додаткова література

6. ГКД 34.20.507-2003. Технічна експлуатація електричних станцій і мереж. Правила.
 7. 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.
 8. Правила улаштування електроустановок. Видання офіційне. Міненерговугілля України. Х.: Видавництво «Форт», 2017. 760 с.
 9. 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.
- 1.