

## Силабус курс

### Релейний захист та автоматика

Ступінь вищої освіти – бакалавр

Галузь знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»

Спеціальність G «Електрична інженерія»

Освітньо-професійна програма «Енергетичний аудит»

Рік навчання: 4, Семестр: 7

Кількість кредитів: 5 Мова викладання: українська



Керівник курсу д.т.н., професор Валерій Ягуп

Контактна інформація +38 (0352) 47-50-50\*12-221

#### Опис дисципліни

Дисципліна «Релейний захист та автоматика» є обов'язковою дисципліною циклу професійної підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти із спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Метою навчальної дисципліни є підготовка фахівців в сфері релейного захисту та автоматики систем електропостачання, а також в сфері енергопостачання та енергоменеджменту. Разом з цим особливу увагу приділяють принципам виконання і технічній реалізації пристроїв релейного захисту та автоматики основних елементів системи електропостачання.

#### Структура курсу:

Години (лек./лаб/прак.)	Тема	Результати навчання	Завдання
2/-/1	Тема 1. Загальні відомості про релейний захист і автоматику.	Знати: Призначення пристроїв релейного захисту і автоматики, їх складові елементи та функціональні частини. Основні вимоги до пристроїв релейного захисту і автоматики. Техніка безпеки при роботі з пристроями РЗА.	Питання для обговорення, тестові завдання
2/1/1	Тема 2. Елементи пристроїв РЗА.	Знати: Первинні вимірювальні перетворювачі струму (ТС). Схеми з'єднань ТС. Оцінка схем з'єднань ТС і сфери їх використання. Первинні перетворювачі напруги. Захист кіл ТН. Насичувальні ТС (НТС). Трансреактори. Фільтри симетричних складових. Фільтр струму зворотної послідовності. Фільтри струму нульової послідовності. Фільтри напруги зворотної послідовності. Фільтри напруги нульової послідовності. Блоки живлення.	Питання для обговорення, тестові завдання

2/1 /1	Тема 3. Електромеханічні елементи пристроїв РЗА.	Знати: Загальні відомості про електромеханічні системи. Використання електромагнітного принципу для виконання реле. Використання індукційного принципу для виконання реле. Індукційні вимірювальні реле. Реле струму РТ-80, РТ-90. Реле напряду потужності типу РБМ. Електромеханічні реле з постійним магнітом. Реле на геконах. Напівпровідникові реле. Загальні відомості про електротеплові елементи. Керовані запобіжники.	Питання для обговорення, тести, ситуаційні завдання
2/2/1	Тема 4. Цифрові пристрої захисту та автоматики.	Знати: Загальна характеристика цифрових пристроїв захисту та автоматики. Структурна схема цифрового пристрою РЗА. Перетворення аналогових сигналів. Вхідні бінарні сигнали. Перетворення та зберігання інформації в цифровому пристрої РЗА. Вибір параметрів спрацювання дистанційних захистів. Цифрові захисти трансформаторів. Загальна характеристика цифрових захистів трансформатора. Диференційний захист трансформатора. Максимальний струмовий захист від надструмів зовнішніх к.з. Захист трансформатора від перевантажень. Функція резервування відмови вимикача.	Питання для обговорення, тести, ситуаційні завдання
4/2/2	Тема 5. Мікропроцесорні пристрої РЗА.	Знати: Мікропроцесорний захист. Призначення мікропроцесорних реле. Типи мікропроцесорних реле. Опис конструкції, роботи та технічні характеристики мікропроцесорних пристроїв. Налаштування уставок та програмування реле. Структура меню керування пристроїв. Технічне обслуговування мікропроцесорних пристроїв РЗА.	Питання для обговорення, тести, завдання
2/1/1	Тема 6. Захист і автоматика мереж напругою до 1кв.	Знати: Вимоги до запуску мереж до 1 кВ та їх реалізації. Захист плавкими запобіжниками, їх вибір з врахуванням забезпечення селективності і чутливості. Захист за допомогою автоматичних повітряних вимикачів. Чутливість і селективність розчіплювачів автоматичних вимикачів. Захист від однофазних КЗ на землю в чотирипровідній мережі з глухо заземленою нейтраллю. Вимоги до пристрою АВР та їх реалізація в мережах до 1 кВ.	Питання для обговорення, тести, завдання

2/1/1	Тема 7. Максимально-струмовий захист лінії електропередач в мережах напругою понад 1кв..	Знати: Триступеневий струмовий захист і його основні органи. МСЗ при вмиканні вимірювальних органів на повні струми фаз. МСЗ нульової послідовності мереж з заземленою нейтраллю. Схема й оцінка МСЗ.	Питання для обговорення, тести, завдання
2/2/1	Тема 8. Струмова відсічка в елементах енергопостачання напругою понад 1 кв.	Знати: Вибір параметрів струмової відсічки без витримки часу і з витримкою часу. Розширення зони захисту струмової відсічки. Неселективна відсічка. Комбінована відсічка за струмом і напругою. Характеристики струмових відсічок. Струмовий захист зі ступеневою характеристикою витримки часу. Схеми струмових захистів. Струмовий захист з залежною від рівня третьої гармоніки струму витримки часу.	Питання для обговорення, тести, завдання
4/2/1	Тема 9. Релейний захист силових трансформаторів, автотрансформаторів та синхронних генераторів.	Знати: Основні види пошкоджень та особливості режимів роботи трансформаторів, автотрансформаторів і синхронних генераторів. Захист трансформаторів за допомогою запобіжників. Струмові захисти трансформаторів від міжфазних к.з. Диференційний захист трансформаторів і автотрансформаторів. Газовий захист трансформатора. Захист від надструмів зовнішніх к.з. Захист трансформаторів від перевантажень. Поздовжній диференційний захист генератора. Поперечний диференційний захист генератора. Струмові захисти від зовнішніх коротких замикань і перевантаження генератора.	Питання для обговорення, тести, завдання
2/1	Тема 10. Способи виконання, основні органи, розрахунок параметрів пристроїв автоматики.	Знати: Пристрої автоматичного вмикання резерву (АВР). Пристрої АПВ. Пристрій автоматичного частотного розвантаження. Побудова схем автоматизації та їх реалізація в системі енергопостачання.	Питання для обговорення, тести, завдання
2/1 /1	Тема 11. Струмові направлені захисти.	Знати: Принцип дії і основні органи струмового направленої захисту. Вибір параметрів максимального струмового направленої захисту. Схеми вмикання реле напряду потужності. Схеми і сфера використання максимального струмового бнаправленої захисту. Струмові направлені відсічки без витримки часу і з витримкою часу. Струмовий направлений захист із ступінчастою характеристикою витримки часу.	Питання для обговорення, тести, завдання

2/-/-	Тема 12. Дистанційний захист.	Знати: Призначення, принцип дії, основні органи дистанційного захисту. Вибір параметрів спрацювання дистанційного захисту з тріступеневою характеристикою витримки часу.	Питання для обговорення, тести, завдання
2/-/1	Тема 13. Диференційний захист.	Знати: Види і способи виконання захисту. Принцип дії поздовжнього диференційного захисту. Струм небалансу в реле з циркулюючими струмами. Способи підвищення чутливості. Вмикання реле струму через проміжний насичу вальний трансформатор струму. Використання диференційного реле струму з гальмуванням. Поздовжній диференційний захист ліній і особливості його виконання. Оцінка поздовжнього диференційного захисту. Поперечний диференційний захист. Схема і сфера використання поперечних диференційних захистів.	Питання для обговорення, тести, завдання
2/-/1	Тема 14. Захист мереж від замикань на землю в мереж з ізолюваною нейтраллю.	Знати: Розподіл струмів при замиканні на землю. Вимоги до захистів від замикань на землю. Пристрої загальної неселективної сигналізації. Струмові захисти нульової послідовності, які реагують на струми усталеного режиму. Захист ТН контролю ізоляції. Схема загальної неселективної сигналізації без використання ТН.	Питання для обговорення, тести, завдання

### Політика оцінювання:

*Політика щодо граничних термінів і перескладання:* Для виконання і проведення контрольних заходів встановлюються конкретні терміни. Перескладання модулів відбувається з дозволу керівництва факультету (інституту) за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

*Політика щодо академічної доброчесності:* Списування під час проведення контрольних заходів заборонені. Під час контрольного заходу студент може користуватися лише дозволеними допоміжними матеріалами або засобами, йому забороняється в будь-якій формі обмінюватися інформацією з іншими студентами, використовувати, розповсюджувати, збирати варіанти контрольних завдань.

*Політика щодо відвідування:* За об'єктивних причин ( карантин, воєнний стан, хвороба, закордонне стажування) навчання може відбутись в он-лайн формі за погодженням із керівником курсу.

### Політика щодо визнання результатів навчання

Відповідно до «Положення про визнання в Західноукраїнському національному університеті результатів попереднього навчання» ([https://www.wunu.edu.ua/pdf/pologenya/Polozhennya\\_ruzult\\_poper\\_navch.pdf](https://www.wunu.edu.ua/pdf/pologenya/Polozhennya_ruzult_poper_navch.pdf)) здобувачам вищої освіти може бути зараховано результати навчання (неформальної/інформальної освіти, академічної мобільності тощо) на підставі підтвердних документів (сертифікати, довідки, документи про підвищення кваліфікації тощо). Рішення про зарахування здобувачу результатів (певного освітнього компонента в цілому, або ж окремого виду навчальної роботи за таким освітнім компонентом) приймається уповноваженою Комісією з визнання результатів навчання за процедурою, визначеною вищезазначеним положенням.

### Оцінювання:

Остаточна оцінка за курс розраховується наступним чином:

#### Структура залікового кредиту для студентів:

Модуль 1		Модуль 2		Модуль 3	Модуль 4	Модуль 5
10%	10%	10%	10%	5%	15%	40%
Поточне оцінювання	Модульний контроль	Поточне оцінювання	Модульний контроль	Тренінг	Самостійна робота	Екзамен
Середній бал за результатами поточного оцінювання за темами першого змістового модуля	Письмова робота за темами першого змістового модуля (тестові завдання, ситуаційні завдання)	Середній бал за результатами поточного оцінювання за темами другого змістового модуля	Письмова робота за темами другого змістового модуля (тестові завдання, ситуаційні завдання)	Оцінка за виконанні завдання	Оцінка за виконанні завдання	Підсумкове оцінювання: 10 тестів по 3 бали; теоретичні питання 30 балів; 2 задачі по 20 балів

### Шкала оцінювання:

За шкалою Університету	За національною шкалою	За шкалою ECTS
90–100	Відмінно	А (відмінно)
85-89	Добре	В (дуже добре)

75–84		С (добре)
65–74	Задовільно	Д (задовільно)
60–64		Е (достатньо)
35–59	Незадовільно	FX (незадовільно з можливістю повторного складання)
1–34		F (незадовільно з обов'язковим повторним курсом)

### Рекомендовані джерела інформації:

1. Гребченко М.В. Релейний захист і автоматика розподільних електричних мереж. Навчальний посібник. Київ. ЦП «КОМПРИНТ». 2017. 185 с.
2. Гребченко М.В., Нікіфоров А.П., Бунько В.Я. Релейний захист і автоматика розподільних електричних мереж. Частина 1. Навчальний посібник. Київ, ЦП «КОМПРИНТ». 2019. 314 с.
3. Релейний захист електроенергетичних систем [Електронний ресурс]: підручник / Є. І. Сокол, Г. А. Сендерович, О. Г. Гриб, А. О. Запорожець, І. О. Самойленко, В. В. Скопенко, І. Т. Карплюк, С. В. Швець, М. В. Черкашенко, О. Ю. Заковоротний, Н. С. Захаренко, Н. В. Рудевич, Ю. Ф. Тесик, С. Ю. Пронзелева, В. Є. Кривонос, І. С. Ярова. – Харків: ФОП Бровін О. В., 2020. 306 с.
4. Голота А.Д. Автоматика в електроенергетичних системах. Київ. Вища школа. 2006. 324 с.
5. Кідиба В.П. Релейний захист електроенергетичних систем. Львівська політехніка, 2013. 504 с.
6. Релейний захист і автоматика: Навч. посібник / С. В. Панченко, В. С. Блиндюк, В. М. Баженов та ін.; за ред. В. М. Баженова. – Харків: УкрДУЗТ, 2020. Ч. 1. 250 с.
7. Яндульський О.С., Дмитренко О.О. Релейний захист. Цифрові пристрої релейного захисту, автоматики та управління електроенергетичних систем [Електронне видання]: навч. посіб. / О.С. Яндульський, О.О. Дмитренко; під загальною редакцією д.т.н. О.С. Яндульського. – К.: НТУУ «КПІ», 2016. 102 с.
8. Основи релейного захисту та автоматизації енергосистем: навчальний посібник. Ч. 2 / укл.: Д.П. Козярьський, Е.В. Майструк, І.П. Козярьський. Чернівці: Чернівецький нац. ун., 2019. 133 с.
9. Кідиба В.П., Шелепетень Т.М. Захист трансформаторів та автотрансформаторів: навч. посіб. НУ «ЛП», 2004. 180 с.
10. Кідиба В.П., Шелепетень Т.М. Захист ліній електропередавання: навч. посіб. НУ «ЛП», 2004. 184 с.

11. Релейний захист та кібербезпека енергетичних систем. / Є.І. Сокол, О.Г. Гриб, В.М. Баженов, В.П. Старенький, О.Ю. Заковоротний, М.М. Одегов та ін. (Підручник / Під загальною редакцією член-кореспондента НАН України, доктора технічних наук, професора Сокола Є.І.) – Харків: ФОП Панов А.М. 2019. – 390 с.
12. Кутін В. М. Релейний захист та системна автоматика: лабораторний практикум / В. М. Кутін, О. Є. Рубаненко. – Вінниця: ВНТУ, 2018. – 130 с.
13. Ягуп В. Г. Дослідження режимів компенсації реактивної потужності в узагальненій системі електропостачання / В. Г. Ягуп, К. В. Ягуп // Технічна електродинаміка. - 2022. - № 6. - С. 63-71. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/TED\\_2022\\_6\\_11](http://nbuv.gov.ua/UJRN/TED_2022_6_11).
14. Ягуп К. В. Застосування нейромережі для визначення типу елементів симетрокомпенсувального пристрою несиметричної системи з нульовим проводом / К. В. Ягуп, В. Г. Ягуп // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Сер. : Системний аналіз, управління та інформаційні технології = Bulletin of the National Technical University "KhPI". Ser. : System analysis, control and information technology : зб. наук. пр. – Харків : НТУ "ХПІ", 2024. – № 1. – С. 76-79.
15. Ягуп В. Г. Застосування оптимізаційних методів для вирішення задач підвищення енергоефективності електроенергетичних систем / В. Г. Ягуп, К. В. Ягуп // Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ" : зб. наук. пр. Сер. : Енергетика: надійність та енергоефективність = Bulletin of the National Technical University "KhPI" : coll. sci. papers. Ser. : Energy: Reability and Energy Efficiency. – Харків : НТУ "ХПІ", 2018. – № 10 (1286). – С. 98-105.