



# Релейний захист та автоматизація енергосистем

## Силабус освітнього компоненту

### Реквізити навчальної дисципліни

|                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Рівень вищої освіти                         | <i>Перший (бакалаврський)</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Галузь знань                                | <i>G - Інженерія, виробництво та будівництво</i>                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Спеціальність                               | <i>G3 "Електрична інженерія"</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Освітня програма                            | <i>Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси</i>                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Статус дисципліни                           | <i>Нормативні освітні компоненти. Цикл загальної підготовки.</i>                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Форма навчання                              | <i>Очна(денна) 4 р.н. Очна(денна) прискорена 3 р.н.</i>                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Рік підготовки, семестр                     | <i>IV курс, осінній семестр (для очної форми навчання),<br/>II курс, осінній семестр (для очної прискореної форми навчання)</i>                                                                                                                                                                                              |
| Обсяг дисципліни                            | <i>120 годин / 4 кредити ECTS (30 годин лекцій, 14 годин практичних занять, 14 годин лабораторних робіт)</i>                                                                                                                                                                                                                 |
| Семестровий контроль/ контрольні заходи     | <i>Залік / РГР, МКР, захист лабораторних робіт</i>                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Розклад занять                              | <i><a href="http://rozklad.kpi.ua/">http://rozklad.kpi.ua/</a><br/>1 лекція (2 години) 1 раз на тиждень;<br/>1 лабораторна робота (2 години) 1 раз на 2 тижні.</i>                                                                                                                                                           |
| Мова викладання                             | <i>Українська</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Інформація про керівника курсу / викладачів | <i>Лектор: к.т.н. доц. Дмитренко Олександр Олексійович, 0672382408<br/>Практичні заняття: Заколюдажний Володимир Васильович, 0505959933<br/>Лабораторний практикум: Заколюдажний Володимир Васильович, 0505959933, к.т.н. доц. Омельчук Анатолій Олександрович, 0679766824, Тимохіна Анастасія Олександрівна, 0681197836</i> |
| Розміщення курсу                            | <i>Google Classroom<br/><a href="https://classroom.google.com/c/MTY3NjcxMjI5NjM2?cjc=qlyla6c">https://classroom.google.com/c/MTY3NjcxMjI5NjM2?cjc=qlyla6c</a><br/><a href="https://classroom.google.com/c/MTQ1NDQ5NTk4NjY3?cjc=orsvrm">https://classroom.google.com/c/MTQ1NDQ5NTk4NjY3?cjc=orsvrm</a></i>                    |

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

**Силабус освітнього компоненту «Релейний захист та автоматизація енергосистем» складено відповідно до освітньої програми підготовки бакалаврів «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси» з галузі знань G - Інженерія, виробництво та будівництво за спеціальністю G3 "Електрична інженерія".**

**Метою навчальної дисципліни** є формування та закріплення у студентів наступних компетентностей: (ЗК01) Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу; (ЗК02) Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; (ЗК03) Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово; (ЗК05) Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел; (ЗК06) Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми; (ЗК07) Здатність працювати в команді; (ФК01) Здатність вирішувати практичні задачі із застосуванням систем автоматизованого проектування і розрахунків (САПР); (ФК04) Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики; (ФК07) Здатність розробляти проекти електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування із

дотриманням вимог законодавства, стандартів і технічного завдання; (ФК09) Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування; (ФК10) Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці; (ФК11) Здатність оперативно вживати ефективні заходи в умовах надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах; (ФК17) Здатність розробляти проекти автоматизованих систем керування технологічними процесами на базі мікропроцесорної техніки, систем релейного захисту та автоматики електричних підстанцій та станцій, систем передачі інформації в електроенергетиці; (ФК20) Здатність розуміти особливості функціонування та застосування елементів мікропроцесорної техніки для вирішення практичних задач у галузі управління та автоматизації енергосистем..

**Предмет навчальної дисципліни** – принципи побудови та алгоритми функціонування систем та окремих пристроїв релейного захисту та автоматики (РЗА) електричних мереж та енергосистем, а саме: напрямлених та ненапрямлених максимальних струмових, дистанційних захистів ліній електропередачі, відсічок за струмом, захистів від замикань на землю електричних мереж різних класів напруги, диференційних захистів силових трансформаторів, генераторів та електродвигунів, техніко-економічні обґрунтування інженерних рішень; сучасні методи аналізу і розрахунку параметрів спрацювання РЗ, проведення досліджень і аналіз отриманих результатів із використанням сучасних інтелектуальних, інформаційних комп'ютерно-інтегрованих технологій.

**Програмні результати навчання, на формування та покращення яких спрямована дисципліна:**

(ПРН02) Знати і розуміти теоретичні основи метрології та електричних вимірювань, принципи роботи пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики, мати навички здійснення відповідних вимірювань і використання зазначених пристроїв для вирішення професійних завдань; (ПРН06) Застосовувати прикладне програмне забезпечення, мікроконтролери та мікропроцесорну техніку для вирішення практичних проблем у професійній діяльності; (ПРН07) Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах; (ПРН08) Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками; (ПРН09) Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем; (ПРН10) Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність; (ПРН12) Розуміти основні принципи і завдання технічної та екологічної безпеки об'єктів електротехніки та електромеханіки, враховувати їх при прийнятті рішень; (ПРН16) Знати вимоги нормативних актів, що стосуються інженерної діяльності, захисту інтелектуальної власності, охорони праці, техніки безпеки та виробничої санітарії, враховувати їх при прийнятті рішень; (ПРН17) Розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж; (ПРН18) Вміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням; (ПРН19) Застосовувати придатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні; (ПРН22) Знати нормативну базу і принципи виконання розрахунків з метою перевірки елементів систем релейного захисту та автоматики; вміти обирати відповідні засоби релейного захисту та автоматики, визначати параметри їх налаштування з метою оптимального забезпечення надійності функціонування електроенергетичних систем; (ПРН24) Знати основні принципи роботи з прикладним програмним забезпеченням, мікроконтролерами і мікропроцесорною технікою та розуміти особливості їх використання, вміти налаштовувати і програмувати мікропроцесорні пристрої відповідно до поставлених завдань щодо управління, захисту та автоматизації енергосистем;

(ПРН25) Знати основні принципи роботи з прикладним програмним забезпеченням, мікроконтролерами і мікропроцесорною технікою та розуміти особливості їх використання, вміти налаштовувати і програмувати мікропроцесорні пристрої відповідно до поставлених завдань щодо управління, захисту та автоматизації енергосистем.

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти: теоретичною базою дисциплін «Вища математика», «Загальна фізика», «Теоретичні основи електротехніки», «Електричні машини» «Електрична частина станцій і підстанцій», «Електричні мережі та системи». Компетенції, знання та уміння, одержані в процесі вивчення дисципліни є необхідними для подальшого якісного виконання досліджень за темою атестаційної роботи.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

*Дисципліну структурно розподілено на 3 розділи, а саме:*

### **1. Загальні відомості про релейний захист**

*Тема 1.1. Призначення, вимоги до РЗ. Види пошкоджень та ненормальних режимів електричних систем.*

*Тема 1.2. Загальна структура РЗ.*

*Тема 1.3. Схеми з'єднання трансформаторів струму*

*Тема 1.4. Принципи побудови схем оперативного живлення електростанцій та підстанцій.*

### **2. Релейний захист ліній електропередачі**

*Тема 2.1. Максимальний захист за струмом (МЗС)*

*Тема 2.2. Відсічка за струмом*

*Тема 2.3. Направлені максимальні захисти за струмом (НМЗС)*

*Тема 2.4. Захисти за струмом мереж (ліній) від замикання на землю*

*Тема 2.5. Дистанційні захисти*

### **3. Релейний захист силових трансформаторів і автотрансформаторів, синхронних генераторів, електродвигунів**

*Тема 3.1. Релейний захист силових трансформаторів*

*Тема 3.2. Релейний захист синхронних генераторів*

*Тема 3.3. Релейний захист електродвигунів*

### **4. Автоматичне повторне включення (АПВ)**

*Тема 4.1. Призначення АПВ*

### **5. Використання прикладного програмного забезпечення, мікроконтролерів та мікропроцесорної техніки для реалізації функцій релейного захисту та автоматики**

*Тема 3.1. Використання прикладного програмного забезпечення, мікроконтролерів та мікропроцесорної техніки для реалізації функцій релейного захисту та автоматики*

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

Основні інформаційні ресурси:

- 1. Кідиба В.П. Релейний захист електроенергетичних систем: Підручник. - Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2013.-533 с.*
- 2. Правила улаштування електроустановок : 2017. – Офіц. вид. – К. :Форт : Мінпаливенерго України. 2017.*
- 3. Релейний захист електроенергетичних систем: Підручник для студентів зі спеціальності електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / Є.І. Сокол, Г.А. Сендерович, О.Г. Гриб та ін. - Харків: ФОП Бровін О.В., 2020. - 306 с. ISBN 978-617-7912-25-4*

4. 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., рис. 41, табл. 20.
5. Релейний захист і автоматика: Навч. посібник /С.В. Панченко, В.С. Блиндюк, В.М.Баженов та ін.; за ред. В.М. Баженова. – Харків: УкрДУЗТ, 2021. – Ч. 2. – 276 с., рис. 48, табл. 19.
6. Релейний захист. Цифрові пристрої релейного захисту, автоматики та управління електроенергетичних систем [Електронний ресурс] : навчальний посібник / О. С. Яндульський, О. О. Дмитренко ; НТУУ «КПІ».– Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 103 с. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/16600>

Додаткові:

7. Дмитренко, О. О. Релейний захист електричних мереж: розрахунок параметрів спрацювання захистів за струмом електричних мереж 6–35 кВ: збірник задач і вправ [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітніми програмами «Управління, захист та автоматизація енергосистем», «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії», «Електричні станції», «Електричні системи і мережі», «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси», «Електричні машини і апарати», «Електромеханічні системи автоматизації, електропривод та електромобільність» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / О. О. Дмитренко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,13 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 47 с. – Назва з екрана. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48923>
8. Релейний захист електричних мереж: Електромеханічні та мікроелектронні пристрої РЗА: Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітніми програмами «Управління, захист та автоматизація енергосистем», «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії», «Електричні станції», «Електричні системи і мережі», «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси», «Електричні машини і апарати», «Електромеханічні системи автоматизації, електропривод та електромобільність» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. : О. О. Дмитренко, В. В. Заколюдажний, В. М. Хлистов. – Електронні текстові дані (1 файл: 11.33 МБ). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 55 с. – Назва з екрана. Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 6 від 24.06.2022 р.) за поданням Вченої ради Факультету електроенерготехніки та автоматики (протокол 9 від 17.05.2022 р.). <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48926>
9. Релейний захист та автоматизація енергосистем: мікропроцесорні пристрої РЗА: лабораторний практикум [Електронне мережне навчальне видання] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітніми програмами «Управління, захист та автоматизація енергосистем», «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії», «Електричні станції», «Електричні системи і мережі», «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси», «Електричні машини і апарати», «Електромеханічні системи автоматизації, електропривод та електромобільність» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / О. О. Дмитренко, В. В. Заколюдажний ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 56,21 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 151 с. – Назва з екрана. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48955>
10. Релейний захист та автоматизація енергосистем. Дослідження двоступеневого струмового захисту з незалежною витримкою часу. Розрахунково-графічна робота [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітніми програмами «Управління, захист та автоматизація енергосистем», «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії», «Електричні станції», «Електричні системи і мережі», «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси», «Електричні машини і апарати», «Електромеханічні системи автоматизації,

електропривод та електромобільність» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад. О. О. Дмитренко, В. М. Хлистов. – Електронні текстові дані (1 файл: 4 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 15 с. – Назва з екрана. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48943>

## Навчальний контент

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

#### Лекційні заняття

| № з/п | Назва теми лекції та перелік основних питань<br>(перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       | <b>Розділ 1. Загальні відомості про релейний захист.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 1-2   | <b>Тема 1.1.</b> Призначення, вимоги до РЗ. Види пошкоджень та ненормальних режимів електричних систем.<br><u>Основні питання.</u> Місце релейного захисту в загальній системі керування виробництвом та розподілом електричної енергії. Призначення релейного захисту. Основні вимоги до РЗ. Види пошкоджень та ненормальних режимів електричних систем.<br>Літературні джерела: [1-6]<br><b>Тема 1.2.</b> Загальна структура РЗ<br><u>Основні питання.</u> Загальна структура релейного захисту. Інформація, яка використовується в системах релейного захисту. Датчики інформації в системах релейного захисту. Типи пристроїв РЗ (основні, резервні, по виду селективності).<br>Літературні джерела: [1-6] |
| 3.    | <b>Тема 1.3.</b> Схеми з'єднання трансформаторів струму<br><u>Основні питання.</u> Схеми з'єднання трансформаторів струму в трьохфазних системах змінного струму, особливості їх роботи, коефіцієнт схеми. Вимірювальні трансформатори струму, їх параметри.<br>Літературні джерела: [1-5]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 4.    | <b>Тема 1.4.</b> Принципи побудови схем оперативного живлення електростанцій та підстанцій<br><u>Основні питання.</u> Джерела оперативного живлення елементів структурної схеми релейного захисту. Оперативне живлення від ТВП підстанції.<br>Літературні джерела: [1-6]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|       | <b>Розділ 2. Релейний захист ліній електропередачі</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 5.    | <b>Тема 2.1.</b> Максимальний захист за струмом (МЗС)<br><u>Основні питання.</u> Максимальний захист за струмом (МЗС). Принцип дії, розрахунок параметрів спрацювання, побудова карти селективності. Схеми реалізації, переваги та недоліки, область використання. Типи схем РЗА: структурні, функціональні, принципові сумісні та принципові рознесені схеми.<br>Літературні джерела: [1-5]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 6.    | <b>Тема 2.2.</b> Відсічка за струмом<br><u>Основні питання.</u> Відсічка за струмом, принцип дії, розрахунок параметрів спрацювання, відмінності від МЗС, призначення. Схеми реалізації, переваги та недоліки, область використання. Сумісне використання відсічки за струмом і МЗС.<br>Літературні джерела: [1-5]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 7.    | <b>Тема 2.3.</b> Направлені максимальні захисти за струмом (НМЗС)<br><u>Основні питання.</u> Направлені максимальні захисти за струмом (НМЗС). Принципи дії, забезпечення селективності. Характеристики реле направлення потужності. Схеми реалізації, переваги та недоліки, область використання.<br>Літературні джерела: [1-5]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 8.    | <b>Тема 2.4.</b> Захисти за струмом мереж (ліній) від замикання на землю                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | <p><u>Основні питання.</u> Захисти за струмом мереж (ліній) від замикання на землю в мережах з заземленою нейтраллю. Максимальний захист за струмом нульової послідовності. Схеми реалізації, переваги та недоліки, область використання. Розрахунок уставок. Захисти за струмом мереж (ліній) від замикання на землю в мережах з ізольованою та компенсованою нейтраллями. Основні вимоги до захисту. Принципи виконання захистів від замикання на землю в мережах з малими струмами замикання на землю. Трансформатор струму нульової послідовності. Схеми реалізації, переваги та недоліки. Літературні джерела: [1-5]</p> |
| 9.  | <p><b>Тема 2.5.</b> Дистанційні захисти</p> <p><u>Основні питання.</u> Дистанційні захисти. Принцип дії. Розрахунок параметрів спрацювання, побудова карти селективності. Схеми реалізації, переваги та недоліки, область використання. Літературні джерела: [1-5]</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|     | <p><b>Розділ 3. Релейний захист силових трансформаторів і автотрансформаторів, синхронних генераторів, електродвигунів</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 10. | <p><b>Тема 3.1.</b> Релейний захист силових трансформаторів</p> <p><u>Основні питання.</u> Види пошкоджень і ненормальних режимів роботи силових трансформаторів і автотрансформаторів. Особливості захисту силових трансформаторів. Відсічка за струмом для захисту силових трансформаторів. Принцип дії. Схеми реалізації, переваги та недоліки, область використання. Поздовжний диференційний захист для захисту силових трансформаторів. Диференційний захист з гальмівною характеристикою. Принцип дії. Схеми реалізації, переваги та недоліки, область використання. Літературні джерела: [1-5]</p>                    |
| 11. | <p><b>Тема 3.2.</b> Релейний захист синхронних генераторів</p> <p><u>Основні питання.</u> Види пошкоджень і ненормальних режимів роботи синхронних генераторів. Захист від міжфазних КЗ в обмотці статора генератора (принцип дії, схема виконання, особливості). Захист генератора від пошкоджень обмотки статора на землю (принцип дії, схема виконання, переваги, недоліки, область використання). Літературні джерела: [1-5]</p>                                                                                                                                                                                          |
| 12. | <p><b>Тема 3.3.</b> Релейний захист електродвигунів</p> <p><u>Основні питання.</u> Види пошкоджень і ненормальних режимів роботи електродвигунів. Захист від міжфазних КЗ в обмотці статора двигунів до 5000 кВт (принцип дії, схема виконання, особливості). Захист від міжфазних КЗ в обмотці статора двигунів понад 5000 кВт (принцип дії, схема виконання, особливості). Захист від замикань обмотки статора на землю, подвійних замикань на землю (принцип дії, схема виконання, розрахунок уставок, переваги, недоліки). Літературні джерела: [1-5]</p>                                                                 |
|     | <p><b>Розділ 4. Автоматичне повторне включення (АПВ)</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 13. | <p><b>Тема 4.1.</b> Призначення АПВ.</p> <p><u>Основні питання.</u> Призначення АПВ. Вимоги до пристроїв АПВ. Класифікація пристроїв АПВ. Літературні джерела: [1-4]</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|     | <p><b>Розділ 3. Використання прикладного програмного забезпечення, мікроконтролерів та мікропроцесорної техніки для реалізації функцій релейного захисту та автоматики</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 14  | <p><b>Тема 3.1.</b> Використання мікроконтролерів та мікропроцесорної техніки для реалізації функцій релейного захисту та автоматики. Частина 1</p> <p><u>Основні питання.</u> Етапи розвитку мікропроцесорних пристроїв РЗА. Концепції побудови системи релейного захисту й автоматики – централізована, „острівна”, розподілена, розподілена багаторівнева. Переваги та недоліки кожної з концепцій. Мікропроцесорні системи пристроїв РЗ. Функціональні особливості мікропроцесорних пристроїв РЗА. Переваги і недоліки, властиві різним поколінням пристроїв РЗА. Загальна структура</p>                                  |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | однопроцесорного МП пристрою РЗА. Лінійний перетворювач. Блок дискретних входів і виходів. Блок індикації. Загальна структура та функції найпростішого однопроцесорного цифрового реле.<br>Літературні джерела: [6]                                                                            |
| 15  | <b>Тема 3.1.</b> Використання мікроконтролерів та мікропроцесорної техніки для реалізації функцій релейного захисту та автоматики. Частина 2<br><u>Основні питання.</u> Структура обчислювального блоку. Блок живлення. Принципи побудови систем збору інформації.<br>Літературні джерела: [6] |
| 15. | МКР                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

#### Практичні заняття

| № з/п | Назва теми практичного заняття                                                                               | Кількість ауд. годин |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1-2   | Заняття 1-2 МСЗ та СВ. Карта селективності, принципи спрацювання.<br>Літературні джерела: [7, 10]            | 4                    |
| 3-4   | Заняття 3-4 Напрявлений МСЗ. Карта селективності, принципи спрацювання.<br>Літературні джерела: [7, 10]      | 4                    |
| 5-6   | Заняття 5-6. Дистанційний захист. Карта селективності, принципи спрацювання.<br>Літературні джерела: [7, 10] | 4                    |
| 7     | Заняття 7. МКР                                                                                               | 2                    |
|       | ЗАГАЛОМ                                                                                                      | 14                   |

#### Лабораторні заняття

| № з/п | Назва лабораторної роботи                                                                                     | Кількість ауд. годин |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1     | Дослідження електромагнітних реле струму, напруги, часу та проміжних<br>Літературні джерела: [8]              | 2                    |
| 2     | Дослідження індукційного реле струму<br>Літературні джерела: [8]                                              | 2                    |
| 3     | Дослідження реле направлення потужності<br>Літературні джерела: [8]                                           | 2                    |
| 4     | Дослідження мікропроцесорного пристрою релейного захисту та автоматики МРЗС-05-01<br>Літературні джерела: [9] | 2                    |
| 5     | Дослідження мікропроцесорного пристрою релейного захисту та автоматики УЗА-10В<br>Літературні джерела: [9]    | 2                    |
| 6     | Дослідження мікропроцесорного пристрою релейного захисту та автоматики 7UT513<br>Літературні джерела: [9]     | 2                    |
| 7     | Дослідження мікропроцесорного пристрою релейного захисту REF-615<br>Літературні джерела: [9]                  | 2                    |
|       | ЗАГАЛОМ                                                                                                       | 14                   |

#### Самостійна робота студента

| №з/п | Вид самостійної роботи | Кількість годин СРС |
|------|------------------------|---------------------|
|------|------------------------|---------------------|

|   |                                                                     |    |
|---|---------------------------------------------------------------------|----|
| 1 | Підготовка до аудиторних занять<br>Літературні джерела: [1-6, 7,10] | 46 |
| 2 | Виконання РГР<br>Літературні джерела: [10]                          | 5  |
| 3 | Підготовка до МКР<br>Літературні джерела: [7]                       | 5  |
| 4 | Підготовка до заліку                                                | 6  |
|   | Загалом                                                             | 62 |

### **Контрольна робота**

- Метою контрольної роботи є закріплення та перевірка теоретичних знань із освітнього компоненту, набуття студентами практичних навичок самостійного аналізу виводу та наслідків короткого замикання і розрахунку уставок захистів за струмом.
- Модульна контрольна робота (МКР) виконується після вивчення Розділів 1-3 Кожний студент отримує індивідуальне завдання, відповідно до якого необхідно розв'язати 4 (чотири) задачі.

## **6. Політика та контроль Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- правила відвідування занять: відповідно до Наказу 1-273 від 14.09.2020 р. заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують за здачу лабораторних робіт, виконання домашньої та модульної контрольної роботи;
- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-дискі викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський здійснюється за умови вказівки викладача;
- правила захисту індивідуальних завдань: захист домашньої контрольної роботи з дисципліни здійснюється індивідуально відповідно до календарного плану виконання ДКР;
- правила призначення заохочувальних та штрафних балів: заохочувальні та штрафні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали. Заохочувальні бали нараховують за участь у факультетських та інститутських олімпіадах та наукових конференціях.
- політика дедлайнів та перескладань: якщо студент не проходив або не з'явився на МКР, його результат оцінюється у 0 балів. Перескладання результатів МКР не передбачено;
- політика щодо академічної доброчесності: Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» <https://kpi.ua/files/honorcode.pdf> встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в університеті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з даної дисципліни.
- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соц.мережах, тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.

## 7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

**Поточний контроль:** МКР, РГР, здача лабораторних робіт, виконання практичних завдань.

**Календарний контроль:** провадиться одного разу в семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

**Семестровий контроль:** залік

**Умови допуску до семестрового контролю:** мінімально позитивна оцінка за РГР, виконані та захищені всі лабораторні роботи, практичні завдання, семестровий рейтинг більше 30 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

| Кількість балів | Оцінка       |
|-----------------|--------------|
| 100-95          | Відмінно     |
| 94-85           | Дуже добре   |
| 84-75           | Добре        |
| 74-65           | Задовільно   |
| 64-60           | Достатньо    |
| Менше 60        | Незадовільно |
|                 |              |

Загальна рейтингова оцінка студента після завершення семестру складається з балів, отриманих за:

- виконання та захист лабораторних робіт;
- виконання та захист РГР;
- виконання модульної контрольної роботи (МКР).

| Виконання та захист лабораторних робіт | Виконання та захист практичних робіт | РГР | МКР | R   |
|----------------------------------------|--------------------------------------|-----|-----|-----|
| 42                                     | 12                                   | 10  | 36  | 100 |

Якщо наприкінці семестру після проходження всіх контрольних заходів з дисципліни студент отримав не менше ніж 60 рейтингових балів, він отримує позитивну оцінку відповідно набраних протягом семестру рейтингових балів.

### **Виконання та захист лабораторних робіт**

Для допуску до поточної лабораторної роботи кожному студенту необхідно мати Протокол, оформлений відповідно до норм оформлення технічної документації, який має містити всі необхідні пункти, відповідно до Навчальних посібників з лабораторного практикуму [7].

Лабораторні роботи виконуються побригадно, розрахунок та аналіз отриманих результатів проводяться індивідуально.

Ваговий бал – 6,0.

Максимальна кількість балів на всіх лабораторних заняттях – 6.0 бали \* 7 = 42.0 балів.

#### **Критерії оцінювання**

- лабораторна робота не виконана або протокол не представлений – повертається на відпрацювання або доопрацювання - 0 балів.
- виконання лабораторної роботи, самостійне виконання обчислень, оформлення протоколу досліджень, відповідь на питання до захисту надана повністю помилковою – 3,0 балів;
- виконання лабораторної роботи, самостійне виконання обчислень, оформлення протоколу досліджень, відповідь на питання до захисту надана з суттєвими помилками – 3,1 - 3,4 балів;
- виконання лабораторної роботи, самостійне виконання обчислень, оформлення протоколу досліджень, відповідь на питання до захисту надана з несуттєвими помилками – 3,5 - 3,9 балів;
- виконання лабораторної роботи, самостійне виконання обчислень, оформлення протоколу досліджень, відповідь на питання до захисту має ряд неточностей – 4,0 - 4,4 балів;

- виконання лабораторної роботи, самостійне виконання обчислень, оформлення протоколу досліджень, відповідь на питання до захисту має одну неточність – 4,5 - 4,9 балів;
- виконання лабораторної роботи, самостійне виконання обчислень, оформлення протоколу досліджень, повна відповідь на питання за темою лабораторної роботи – 5 балів.

### **Виконання практичних робіт**

Ваговий бал – 4,0.

Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях – 4.0 бали \* 3 = 12.0 балів.

#### **Критерії оцінювання**

- студент не набрав необхідну кількість балів для позитивної оцінки, або не виконав завдання практикуму звіт не представлений – повертається на доопрацювання - 0 балів.
- виконання завдання, необхідних обчислень, оформлення звітності, відповідь на поставлені питання надана повністю помилково – 2,4 балів;
- виконання завдання, самостійне виконання обчислень, моделювання, оформлення звіту досліджень, відповідь на питання до захисту надана з суттєвими помилками – 2,5 - 2,9 балів;
- виконання завдання, виконання обчислень, моделювання, оформлення звіту досліджень, відповідь на питання до захисту надана з несуттєвими помилками – 3,0 - 3,3 балів;
- самостійне виконання завдання, необхідних обчислень, оформлення звітності, відповідь на поставлені питання з допущеними незначними помилками за темою – 3,4 - 3,6 балів.
- самостійне виконання завдання, необхідних обчислень, оформлення звітності, відповідь на поставлені питання з допущеною незначною помилкою за темою – 3,7 - 3,9 балів.
- самостійне виконання завдання, необхідних обчислень, оформлення звітності, відповідь на поставлені питання за темою – 4 бали.

### **Індивідуальне семестрове завдання (РГР)**

Згідно з навчальним планом кожен студент виконує РГР.

Максимальна кількість балів за виконання РГР – 10,0.

#### **Критерії оцінювання**

- повне, точне і вчасне виконання, повна відповідь на питання – 10,0 балів;
- є окремі несуттєві помилки – 7...9,8 балів;
- робота неповна, є окремі суттєві помилки – 5,0...6,8 балів;
- робота виконана невірно – 0 балів;
- на виконання РГР відводять 4 тижні з моменту видачі завдання.

### **Модульна контрольна робота**

Модульна контрольна робота складається з чотирьох практичних задач.

Ваговий бал задач №№ 1, 4 – 13.

Ваговий бал задачі № 2 – 4.

Ваговий бал задачі № 3 – 6.

Максимальний бал за МКР – 36.

#### **Критерії оцінювання**

- правильне розв'язання задачі – 100% від кількості балів за задачу;
- часткове розв'язання задачі, наявність незначних помилок – 60-95% від кількості балів за задачу;
- часткове розв'язання задачі, наявність значних помилок – 10-55% від кількості балів за задачу;
- відсутність відповіді – 0 балів.

Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу студента не менше 50% від максимально можливого на час атестації.

У разі, якщо сума рейтингових балів менше ніж 60, студент виконує залікову контрольну роботу. Також за бажанням, студент має право на участь у заліковій контрольній роботі з метою підвищення попередньої оцінки.

#### **Форма семестрового контролю – залік**

Залікова робота складається з двох теоретичних запитань та двох практичних завдань (задач).

##### *Критерії оцінювання залікової роботи*

Ваговий бал кожної задачі – 30.

Ваговий бал кожного теоретичного питання – 20.

Максимальний бал за залікову роботу – 100.

##### *Критерії оцінювання задачі*

- правильне розв'язання задачі – 100% від кількості балів за задачу;
- часткове розв'язання задачі, наявність незначних помилок – 60-95% від кількості балів за задачу;
- часткове розв'язання задачі, наявність значних помилок – 10-55% від кількості балів за задачу;
- відсутність відповіді – 0 балів.

##### *Критерії оцінювання теоретичного питання*

- студент дав вичерпну відповідь на питання, дає чіткі визначення всіх понять і величин, відповіді логічні і послідовні – 18-20 балів;
- майже вичерпна відповідь, наявність незначних неточностей – 15-17 балів;
- часткова відповідь, показує знання, але недостатньо розуміє суть процесів, наявність незначних неточностей – 12-14 балів;
- часткова відповідь, недостатнє розуміння суті процесів, наявність значних помилок – 1-11 балів;
- відсутність відповіді – 0 балів.

#### **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус)**

складено доцентом кафедри автоматизації енергосистем,  
к.т.н. Дмитренко О.О.

Ухвалено кафедрою автоматизації енергосистем ФЕА (протокол № 19 від 08.06.2026 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол №10 від 26.06.2026р.)