



# РЕЛЕЙНИЙ ЗАХИСТ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ЕНЕРГОСИСТЕМ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>14 Електрична інженерія</i>
Спеціальність	<i>141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</i>
Освітня програма	<i>Інжиніринг автоматизованих електротехнічних комплексів</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>IV курс, 7 семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>120 годин / 4 кредити ЕКТС (лекції – 36 год., практичні заняття – 18 год., лабораторні роботи - 18 год., СРС – 48 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен / модульна контрольна робота (МКР)</i>
Розклад занять	<i><a href="http://rozklad.kpi.ua/">http://rozklad.kpi.ua/</a></i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к. т. н., доцент Калінчик Василь Прокопович, <a href="mailto:vkalin@i.ua">vkalin@i.ua</a>; +38(067) 209-87-26 (Telegram) - у робочі години. Консультації: щочетверга, 16:00-17:00 Практичні: к. т. н., доцент Побігайло Віталій Анатолійович, <a href="mailto:pobigaylo@gmail.com">pobigaylo@gmail.com</a>; +38(067) 468-08-22 (Telegram) - у робочі години. Консультації: щосереда, 16:00-17:00 Лабораторні: к.т.н. асистент Філянін Данило Володимирович, <a href="mailto:daniel.filyanin@gmail.com">daniel.filyanin@gmail.com</a>; +38(050) 207-32-16 (Telegram) - у робочі години. Консультації: щовівторка, 16:00-17:00</i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://classroom.google.com">https://classroom.google.com</a></i>

### Програма навчальної дисципліни

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

Системи електропостачання – це складний виробничий комплекс, всі його елементи приймають участь в єдиному виробничому процесі, основними специфічними особливостями якого є швидкоплинність явищ і неминучість пошкоджень аварійного характеру – коротких замикань в електричних установках. Тому надійне та економічне функціонування систем електропостачання можливе тільки при широкій їх автоматизації. Для цих цілей використовується комплекс автоматичних пристроїв, що складається із пристроїв автоматичного управління та автоматичного регулювання. Серед них першорядне значення мають пристрої релейного захисту, що діють при пошкодженнях електричних установок. Тому без підвищення рівня знань фахівців сфери електропостачання неможливе швидке впровадження в практику новітніх досягнень науки та техніки.

**Метою** опанування дисципліни є засвоєння принципів моделювання та проектування пристроїв захисту, методичної розробки захисту систем електропостачання та електроспоживання, а також оволодіння навичками використання сучасних методів та засобів для вирішення надійної і безпечної експлуатації систем електропостачання.

**Предметом** навчальної дисципліни є забезпечення безпечної експлуатації систем електропостачання на всіх стадіях від виробництва, передачі, розподілу та споживання на підприємствах та в установах.

#### **Програмні результати навчання:**

Компетентності: (K1) здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу; (K2) здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; (K5) здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел; (K6) здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми; (K7) здатність працювати в команді; (K8) здатність працювати автономно; (K23) здатність забезпечувати функціонування систем використання електричної енергії, впроваджувати енергоефективні методи і технології відповідно до найкращих світових практик; (K26) здатність об'єктивно оцінювати можливі позитивні і негативні соціальні, економічні, екологічні та технічні наслідки прийнятих рішень в системі електроенергетики.

Програмні результати навчання: (ПР10) знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність; (ПР 11) вільно спілкуватися з професійних проблем державною та іноземною мовами усно і письмово, обговорювати результати професійної діяльності з фахівцями та нефахівцями, аргументувати свою позицію з дискусійних питань; (ПР 21) демонструвати знання та розуміння етапів розроблення і впровадження засобів релейного захисту ліній і підстанцій; (ПР 26) вміти вибудовувати та налагоджувати ділові комунікації на підприємстві, ендогенні та екзогенні, зокрема, відомчі комунікації, комунікації між рівнями та підрозділами, реалізовувати підготовку та організацію комунікації в кризових ситуаціях; (ПР 27) знати методи оцінки, аналізу та планування в енергопостачанні, розробляти ефективні заходи для захисту електричних мереж виробництва, комунально-побутової сфери, комерційного і житлового секторів, складати програми забезпечення енергонадійності, які враховують технічні, економічні, фінансові й адміністративні чинники.

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

Кредитний модуль «Релейний захист та автоматизація енергосистем» належить до циклу професійно-орієнтованих дисциплін програм професійного спрямування: «Електротехнічні системи електроспоживання» та «Енергетичний менеджмент» і викладається на основі знань та умінь, одержаних студентами під час вивчення кредитних модулів таких дисциплін як «Вища математика», «Загальна фізика», «Основи електропостачання», «Теоретичні основи електротехніки», «Електричні системи і мережі», «Електрична частина станцій і підстанцій», а також «Іноземна мова професійного спрямування», оскільки значна частина літератури з дисципліни написана англійською мовою. Компетентності та програмні результати навчання, одержані в процесі вивчення кредитного модуля є необхідними для подальшого якісного виконання бакалаврського дипломного проєкту.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

**Змістовний модуль 1.** Загальні питання релейного захисту.

**Змістовний модуль 2.** Основні органи релейного захисту та автоматики .

**Змістовний модуль 3.** Основні способи та види захисту.

## **Змістовний модуль 4. Пристрої автоматики. Мікропроцесорні засоби релейного захисту і автоматики.**

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

#### **Базова література**

1. Кідиба В.П. Релейний захист електроенергетичних систем: Підручник. – Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2013. – 533 с.
2. Андреев В.А. Релейная защита, автоматика систем электроснабжения.–М.: Высшая школа, - 2006. – 639 с.
3. Андреев, В.А. Релейная защита систем электроснабжения в примерах и задачах: Учебное пособие для студентов. УлГТУ, 2007. - 231 с.
4. П.Г.Плешков, В.Ф.Мануйлов, І.В.Коновалов. Релейний захист і автоматика систем електропостачання. – Кіровоград: РВЛ КНТУ – 2008. – 202 с.
5. Яндульський О.С., Дмитренко О.О. Релейний захист. Цифрові пристрої релейного захисту, автоматики та управління електроенергетичних систем [Електронне видання]: навч. посіб.- К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 102 с.
6. Правила улаштування електроустановок. – Київ. Міненерговугілля України, 2017. – 617 с.

#### **Додаткова література**

##### **(факультативно / ознайомлення)**

7. Кідиба В.П., Шелепетень Т.М. Захист ліній електропередавання: Навч. посібник, Львів. - Видавництво НУ «Львівська політехніка» - 2004,- 184 с.
8. Конспект лекцій з дисципліни «Релейний захист та автоматика» / Укл. Ковальов В.М. - Харків: ХНАМГ, – 2008. – 108 с.
9. Основи релейного захисту і автоматики : Конспект лекцій/А.В.Гайдай - Луцьк, ЛДНТУ . 2013 – 87 с.
10. Баженов В. Н. Релейная защита элементов электроэнергетической системы: пособие для практических расчетов / В. Н. Баженов. – Харьков.: Планета-Принт, 2018. – 92 с.
11. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения : учеб.-метод. пособие / Л. И. Евминов, Г. И. Селиверстов. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2016. – 531 с.
12. Маркевич, А.И. Релейная защита и автоматика в системах электроснабжения : Учебно-методическое пособие. – Псков : Издательство ПсковГУ. 2012.-138 с.
13. Релейний захист і автоматика систем електропостачання Методичні вказівки для студентів напрямку 6.050701 «Електротехніка та електротехнології»/ Укл. : В.Ф.Мануйлов. - Кіровоград: КНТУ,2010. – 83с.
14. Мельников М.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения промышленных предприятий. – Томск, из-во ТПУ, 2008. – 218 с.
15. А.М.Авербух. Релейная защита в задачах с решениями и примерами. – Л.: Энергия.- 1985.- 416 с.
16. Шабад М.А. Максимальная токовая защита. – Л.: Энергоатомиздат. – 1991. – 201 с.
17. Чернобродов Н.В., Семенов В.А. Релейная защита. - М.: Энергоатомиздат. – 1998.
18. Електронні та електричні апарати: Частина 2. Електричні контакти та запобіжники: навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / А.В. Волошко, В.П. Калінчик, В.А. Побігайло; КПІ імені Ігоря Сікорського – Київ: Інтерсервіс, 2018. - 95 с.
19. Вимірювальні трансформатори струму: навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / А.В. Волошко, В.П. Калінчик; КПІ імені Ігоря Сікорського - Київ: Інтерсервіс, 2018. - 95 с

#### **Інформаційні ресурси**

Електронний кампус КПІ. <https://ecampus.kpi.ua/home>  
Група АВВ. <https://new.abb.com/ua/products-and-services>  
Schneider Electric Україна. <https://www.se.com/ua/uk/>

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

Навчальна дисципліна охоплює 36 годин лекцій, 18 годин практичних занять, 18 годин лабораторних робіт, а також виконання модульної контрольної роботи (МКР) та домашньої контрольної роботи (ДКР).

Практичні заняття та лабораторні роботи з дисципліни проводяться з метою закріплення теоретичних положень навчальної дисципліни і набуття студентами умінь і досвіду оперувати сучасними поняттями в галузі релейного захисту та автоматизації енергосистем. Виходячи з розподілу часу на вивчення дисципліни, рекомендується дев'ять практичних занять (з врахуванням часу на МКР).

**Лекційні заняття**

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
<b>Змістовний модуль 1. Загальні питання релейного захисту.</b>	
1	<p><b>Тема 1. Вступ. Структура курсу. Основні поняття та визначення.</b> Мета вивчення дисципліни, її зв'язок з іншими дисциплінами. Сутність поняття релейного захисту, його функції. Основні структурні елементи СЕП, які необхідно захищати. Елементи системи електропостачання. Нормальні і ненормальні режими експлуатації СЕП. Основні вимоги до пристроїв релейного захисту та автоматики. Принципи дії релейного захисту. Структурна схема РЗ. Вимоги до пристроїв РЗ. Літературні джерела: [1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,13,14]</p>
<b>Змістовний модуль 2. Основні органи релейного захисту та автоматики .</b>	
2	<p><b>Тема 2. Класифікація реле. Види реле. Пускові органи.</b> Первинні і вторинні реле прямої дії, вторинні реле непрямої дії. Реле струму, напруги, проміжні, вказівні. Літературні джерела: [1,2,8,14]</p>
3	<p><b>Тема 3. Трансформатори струму в схемах РЗА ЕСС.</b> Умови роботи трансформаторів струму в схемах РЗ. Вимоги до трансформаторів струму в схемах РЗ. Параметри трансформаторів струму. Літературні джерела: [1,2,3,4,6,14,19]</p>
4	<p><b>Тема 4. Схеми з'єднання вторинних обмоток трансформаторів струму та обмоток реле.</b> Порядок визначення навантаження трансформаторів струму і вибору трансформатора струму. Розрахунок навантаження для різних схем включення трансформаторів струму. Перевірка по граничній кратності струму. Літературні джерела: [1,2,3,4,6,14,19]</p>
5	<p><b>Тема 5. Вимірjuвальні трансформатори напруги в пристроях релейного захисту та автоматики.</b> Призначення трансформаторів напруги в схемах релейного захисту. Параметри трансформаторів напруги. Схеми з'єднання трансформаторів напруги. Літературні джерела: [[1,2,3,4,6,14]</p>
6	<p><b>Тема 6. Фільтри симетричних складових (ФСС) струму та напруги..</b> Сутність методу симетричних складових. Схеми ФСС. Застосування ФСС в пристроях релейного захисту та автоматики. Реле-фільтри для схем релейного захисту. Літературні джерела: [2,6,8,9,14]</p>
7	<p><b>Тема 7. Оперативний струм в пристроях захисту та автоматики.</b> Призначення пристроїв оперативного струму. Джерела оперативного струму. Схеми живлення захисту на змінному оперативному струмі (схеми з</p>

	дешунтуванням). Схеми живлення захисту випрямленим оперативним струмом. Літературні джерела: [1,2,3,4,6,7,8,9,10,13,14]
<b>Змістовний модуль 3. Основні способи та види захисту.</b>	
8	<b>Тема 8. Струмові захисти.</b> Захист плавкими запобіжниками та автоматичними вимикачами. Принцип дії захисту. Характеристики плавких запобіжників. Вибір плавких запобіжників. Характеристика автоматів і їх вибір для виконання захисту. Літературні джерела: : [1,2,3,4,6,7,8,9,10,13,14,18]
9	<b>Тема 9. Селективність та чутливість пристроїв захисту.</b> Виконання селективного захисту апаратами різного типу (автомати, запобіжники, реле). Розрахунки чутливості пристроїв релейного захисту Літературні джерела: [1,2,3,4,6,7,8,9,10,13,14,18]
10	<b>Тема 10. Максимальний струмовий захист (МСЗ).</b> Призначення МЗС. Принцип дії, характеристики і параметри спрацювання МЗС. Схеми МЗС із залежною і незалежною від струму витримкою часу. Розрахунки витримок часу для МЗС із незалежною від струму витримкою часу. Розрахунки уставок для МЗС із залежною від струму витримкою часу. Літературні джерела: [1,2,3,4,6,7,8,9,10,13,14,16]
11	<b>Тема 11. Схеми застосування МЗС.</b> Схеми МЗС на постійному оперативному струмі. Схеми МЗС на змінному оперативному струмі. Літературні джерела: [1,2,3,4,6,7,8,9,10,13,14,16]
12	<b>Тема 12. Струмові відсічки.</b> Сутність струмової відсічки. Принцип дії, характеристики і параметри спрацювання струмової відсічки. Комбіновані струмові відсічки. Струмова відсічка із витримкою часу. Літературні джерела: : [1,2,3,4,6,7,8,9,10,13,14,17]
13	<b>Тема 13. Розширення зони дії струмових відсічок.</b> Струмовий захист з вимірювальними органами струму і напруги Узгодження струмових відсічок із МЗС. Схеми і сфери застосування струмових відсічок і захистів із ступінчатою характеристикою часу. Літературні джерела: : [1,2,3,4,6,7,8,9,10,13,14,17]
14	<b>Тема 14. Направлений струмовий захист.</b> Принцип дії, характеристики і параметри направленої захисту. Реле потужності. Літературні джерела: : [2,4,6, 14,17]
15	<b>Тема 15. Дистанційний струмовий захист.</b> Принцип дії, характеристики і параметри дистанційного захисту. Схеми струмового дистанційного захисту і сфери їх застосування. Літературні джерела: [[2,4,6, 14,17]
<b>Змістовний модуль 5. Пристрої автоматики. Мікропроцесорні засоби релейного захисту і автоматики.</b>	
16	<b>Тема 16. Автоматичне повторне увімкнення (АПВ).</b> Принцип дії, характеристики і схеми АПВ. Літературні джерела: [1,2,3,14,15]
17	<b>Тема 17. Автоматичне увімкнення резервного живлення (АВР).</b> Принцип дії, характеристики і схеми АВР. Літературні джерела: [1,2,3,14,15]
18	<b>Тема 18 Мікропроцесорні комплектні пристрої релейного захисту і автоматики.</b> Принципи побудови мікропроцесорних пристроїв РЗА. Вибір параметрів спрацювання цифрових струмових захистів. Літературні джерела: [2,5]

### Практичні заняття

№ з/п	Назва теми практичного заняття та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
1	<b>Тема 1 Трансформатори струму і напруги в схемах РЗА ЕСС.</b> Умови роботи. Вибір. Літературні джерела: [1,2,3,6,15,17]
2	<b>Тема 2. Струмові захисти.</b> Захист плавкими запобіжниками та автоматичними вимикачами. Вибір плавких запобіжників. Характеристика автоматів і їх вибір для виконання захисту. Літературні джерела: [2,3,6,18]
3	<b>Тема 3. Селективність та чутливість пристроїв захисту.</b> Виконання селективного захисту апаратами різного типу (автомати, запобіжники, реле). Розрахунки чутливості пристроїв релейного захисту Літературні джерела: [2,3,6,8,9,14]
4	<b>Тема 4. Струмові захисти. Максимальний струмовий захист (МСЗ).</b> Схеми МСЗ із незалежною від струму витримкою часу. Розрахунки витримок часу для МСЗ із незалежною від струму витримкою часу. <b>Модульна контрольна робота</b> Літературні джерела: [1,3,4,6,13,14,15,16]
5	<b>Тема 5. Струмові захисти. Максимальний струмовий захист (МСЗ).</b> Схеми МСЗ із залежною від струму витримкою часу. Розрахунки уставок для МСЗ із залежною від струму витримкою часу. Літературні джерела: [2,3,4,14]
6	<b>Тема 6. Струмові захисти. Струмові відсічки.</b> Принцип дії, характеристики і параметри спрацювання струмової відсічки. Літературні джерела: [1,3,4,6,13,15,17]
7	<b>Тема 7. Струмові захисти.</b> Комбіновані струмові захисти. Схеми і сфери застосування захистів із ступінчатою характеристикою часу Літературні джерела: [2,3,6,14,15]
8	<b>Тема 8. Струмові захисти.</b> Захист від замикань на землю <b>Модульна контрольна робота</b> Літературні джерела: [2,3,6,10]
9	<b>Тема 9. Направлений струмовий захист.</b> Принцип дії, характеристики і параметри направленої захисту. Літературні джерела: [1,2,3,4,6]

#### Лабораторні заняття:

1. Дослідження трансформаторів струму.
2. Дослідження схем з'єднання трансформаторів струму.
3. Дослідження електромагнітних реле струму і напруги.
4. Дослідження індуктивних реле струму.
5. Дослідження реле струму, напруги, часу, проміжних і вказівних.
6. Дослідження реле напрямку потужності.

## 6. Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять	13
2	Підготовка до МКР	15
3	Підготовка до екзамену	35

## Політика та контроль

### 7. 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 відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях.*
- *правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в Інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський здійснюється за умови вказівки викладача;*
- *правила захисту індивідуальних завдань: за навчальним планом не передбачено виконання індивідуального завдання;*
- *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 наукових конференціях, студентських конкурсах та олімпіадах. Штрафні бали не нараховуються;*
- *політика дедлайнів та перескладань: кожен студент зобов'язаний дотримуватися термінів виконання завдань у межах розкладу проведення аудиторних занять з дисципліни. Обов'язковим контрольним заходом оцінювання для допуску до екзамену є МКР. Студент, що з поважної причини (лікарняний, академічна мобільність тощо) не написав МКР, має право зробити це під час регулярних консультацій викладача згідно розкладу. Порядок перескладання семестрового контролю визначається загальними правилами університету<sup>1</sup>.*
- *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, у тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни «Релейний захист та автоматизація енергосистем». Викладачі та студенти, що вивчають дану дисципліну, зобов'язані дотримуватися положень прийнятого в університеті Кодексу честі<sup>2</sup>;*

<sup>1</sup> Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського (Додаток 1 до наказу № 7-137 від 0.08.2020 р.). URL: [https://kpi.ua/document\\_control](https://kpi.ua/document_control)

<sup>2</sup> Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». URL: <https://kpi.ua/code>

- 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.

**Інклюзивне навчання.** Засвоєння знань та умінь в ході вивчення дисципліни може бути доступним для більшості осіб з особливими освітніми потребами, окрім здобувачів з серйозними вадами зору, які не дозволяють виконувати завдання за допомогою персональних комп'ютерів, ноутбуків та/або інших технічних засобів.

**Навчання іноземною мовою.** У ході виконання завдань студентам може бути рекомендовано звернутися до англомовних джерел.

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

**Поточний контроль:** експрес-опитування, робота на практичних заняттях, МКР.

**Календарний контроль:** проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

**Семестровий контроль:** екзамен.

1. Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується зі 100 балів, з них 60 балів складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

- письмові відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях та практичних заняттях (5 опитувань);
- виконання лабораторних робіт (5 робіт);
- написання модульної контрольної роботи;
- виконання домашньої контрольної роботи.

2. Критерії нарахування балів:

2.1. Письмові відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях та практичних заняттях:

- 3 бали - повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації);
- 2 бали - достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями;
- 1 бал - неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки;
- 0 балів - незадовільна відповідь.

2.2. Виконання лабораторних робіт:

Критерії оцінювання:

- підготовка до роботи:

- 1 бал – студент повністю готовий до виконання роботи;
- 0,5 бала – студент в цілому готовий до виконання роботи, але припустився окремих помилок під час викладення програми виконання роботи;
- 0 балів – студент не готовий до виконання роботи;

- виконання роботи:

- 1 бал – студент вірно виконав експериментальні дослідження згідно із поставленим завданням;
- 0,5 бала – студент в цілому вірно виконав експериментальні дослідження, але припустився окремих помилок під час виконання лабораторної роботи;
- 0 балів – студент не виконав роботу;



– захист роботи:

2 бали – студент вірно захистив роботу і дав відповіді на всі поставлені запитання;

1 бал – студент в цілому захистив роботу, але припустився помилок під час захисту та дав відповіді не на всі запитання;

0 балів – студент не захистив роботу;

2.3. Написання модульної контрольної роботи:

Протягом семестру проводиться одна модульна контрольна робота, яка поділяється на дві одногодні контрольні роботи, для кожної з яких встановлюються такі критерії оцінювання:

10 балів - повна відповідь на теоретичні питання, задачі вирішені правильно;

7 балів - відповідь на теоретичні питання з незначними недоліками, незначні помилки у вирішенні задач;

5 балів - відповідь на теоретичні питання з суттєвими недоліками, значні помилки у вирішенні задач;

0 балів - незадовільна відповідь на теоретичні питання, невірне вирішення задач;

2.4. Підготовка домашньої контрольної роботи:

15 балів – студент вірно виконав контрольну роботу, дав вичерпні відповіді на всі запитання, вірно вирішив всі задачі;

12 балів – студент вірно виконав не менш 2/3 завдань контрольної роботи;

7 балів – студент вірно виконав не менш 1/2 завдань контрольної роботи;

0 балів – студент виконав менш 1/2 завдань контрольної роботи.

З метою надання студентам можливості виправити отримані за модульну контрольну роботу бали (за власним бажанням студента), наприкінці семеструзначається один день, у який проводиться Perezдача робіт.

Під час проведення екзаменаційної сесії Perezдача робіт не проводиться.

3. Умовою першої атестації є отримання не менше 15 балів та виконання всіх практичних робіт (на час атестації), написання першої модульної контрольної роботи. Умовою другої атестації – отримання не менше 30 балів, виконання всіх практичних робіт (на час атестації) та написання другої модульної контрольної роботи.

4. Умовою допуску до екзамену є зарахування всіх практичних робіт, написання двох модульних контрольних робіт та стартовий рейтинг не менше 30 балів.

5. На екзамені студенти виконують тестові завдання. Тестові завдання оцінюються у 40 балів за такими критеріями:

– «відмінно», повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації (повне, безпомилкове розв'язування завдання) – 38-40 балів;

– «дуже добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) – 34-37 балів;

– «добре», достатньо повна відповідь, не менше 65% потрібної інформації або незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) – 30-33 балів;

– «задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 26-29 балів;

– «достатньо», неповна відповідь, менше 60% потрібної інформації та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 24-25 балів;

– «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.

6. Сума стартових балів та балів за тестове завдання на екзамені переводиться до кінцевої оцінки згідно з таблицею:

Метод оцінювання	Кількість	Мінімальна оцінка в балах	Максимальна оцінка в балах
Експрес-опитування на лекціях і практичних заняттях	5	5	15
Лабораторні роботи	5	10	20
МКР	2	7	10
ДКР	1	9	15
Стартовий рейтинг		31	60
Екзамен	1	24	40
Підсумковий рейтинг		60	100

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
Не виконані умови допуску	Не допущено

## 9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік тем, які виносяться на семестровий контроль:

**Тема 1.** Вступ. Основні поняття та визначення.

**Тема 2.** Класифікація реле. Види реле.

**Тема 3.** Трансформатори струму в схемах РЗА ЕСС.

**Тема 4.** Схеми з'єднання вторинних обмоток трансформаторів струму та обмоток реле. Порядок визначення навантаження трансформаторів струму і вибору трансформатора струму

**Тема 5.** Вимірювальні трансформатори напруги в пристроях релейного захисту та автоматики.

**Тема 6.** Фільтри симетричних складових (ФСС) струму та напруги.

**Тема 7.** Оперативний струм в пристроях захисту та автоматики.

**Тема 8.** Струмові захисти. Захист плавкими запобіжниками та автоматичними вимикачами.

**Тема 9.** Селективність та чутливість пристроїв захисту.

**Тема 10.** Максимальний струмовий захист (МСЗ).

**Тема 11.** Схеми застосування МСЗ.

**Тема 12.** Струмові відсічки.

**Тема 13.** Розширення зони дії струмових відсічок.

**Тема 14.** Направлений струмовий захист.

**Тема 15.** Дистанційний струмовий захист.

**Тема 16.** Автоматичне повторне увімкнення (АПВ).

Методи та форми навчання включають не лише традиційні університетські лекції та семінарські заняття, а також елементи роботи в командах та групових дискусій. Застосовуються стратегії активного навчання, які визначаються такими методами та технологіями: методи проблемного навчання (дослідницький метод); особистісно-орієнтовані технології, засновані на таких формах і методах навчання як кейс-технологія і проектна технологія; візуалізація та інформаційно-комунікаційні технології, зокрема електронні презентації для лекційних занять. Комунікація з викладачем будується за допомогою використання інформаційної системи «Електронний кампус», платформи дистанційного навчання «Сікорський» на базі G Suite for Education, а також такими інструментами комунікації, як електронна пошта і Telegram. Під час навчання та для взаємодії зі студентами використовуються сучасні інформаційно-комунікаційні та мережеві технології для вирішення навчальних завдань.

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

#### **Складено:**

*доцент кафедри електропостачання, канд. техн. наук, доцент, с.н.с.  
Калінчик Василь Прокопович*

**Ухвалено** кафедрою АЕМК (протокол № \_\_\_\_ від \_\_\_\_\_).

**Погоджено** Методичною радою інституту (протокол № \_\_\_\_ від \_\_\_\_\_)