



# Релейний захист електричних мереж

## Силабус освітнього компоненту

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалавр)</i>
Галузь знань	<i>14 «Електрична інженерія»</i>
Спеціальність	<i>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</i>
Освітня програма	<i>УПРАВЛІННЯ, ЗАХИСТ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ЕНЕРГОСИСТЕМ</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативні. Цикл професійної підготовки.</i>
Форма навчання	<i>Очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>III курс, весняний семестр (для очної форми навчання), II курс, весняний семестр (для очної прискореної форми навчання)</i>
Обсяг дисципліни	<i>105 годин / 3.5 кредити ECTS   (36 годин лекцій, 18 годин лабораторних робіт)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен / МКР / захист лабораторних робіт</i>
Розклад занять	<i><a href="http://rozklad.kpi.ua/">http://rozklad.kpi.ua/</a> 1 лекція (2 години) 1 раз на тиждень; 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 Лабораторний практикум: к.т.н. доц. Дмитренко Олександр Олексійович, 0672382408, Заколюдажний Володимир Васильович, 0505959933</i>
Розміщення курсу	<i>Google Classroom <a href="https://classroom.google.com/c/MTQ1MTU5MTQ0ODkx?cjc=oh75zjb">https://classroom.google.com/c/MTQ1MTU5MTQ0ODkx?cjc=oh75zjb</a></i>

### Програма навчальної дисципліни

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

Силабус освітнього компоненту «Релейний захист електричних мереж» складено відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів з галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітня програма "Управління, захист та автоматизація енергосистем".

**Метою навчальної дисципліни** є формування та закріплення у студентів наступних компетентностей: (К14) Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики; К20. Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці; (К22) Здатність розуміти особливості функціонування обладнання електроенергетичних систем у сфері виробництва, перетворення, передачі, розподілу та споживання електричної енергії; (К31) Здатність виконувати розрахунки з метою перевірки елементів систем релейного захисту та автоматики.

**Предмет навчальної дисципліни** – принципи побудови та алгоритми функціонування систем та окремих пристроїв релейного захисту (РЗ) електричних мереж, а саме: напрямлених та ненапрямлених максимальних струмових, дистанційних захистів ліній електропередачі, відсічок за струмом, захистів від замикань на землю електричних мереж різних класів напруги, комірок

*ЗР, 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:** (ПР02) 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; (ПР06) Застосовувати прикладне програмне забезпечення, мікроконтролери та мікропроцесорну техніку для вирішення практичних проблем у професійній діяльності; (ПР22) 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; (ПР25) 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; ПР26. Здійснювати проектну роботу в галузі управління, захисту та автоматизації енергосистем з використанням сучасних спеціалізованих програмних комплексів з метою виконання інженерних розрахунків із дотриманням вимог чинних нормативних документів та виконувати відповідне техніко-економічне обґрунтування прийнятих рішень.

## **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», "Обчислювальна техніка та програмування", «Електричні машини» «Електрична частина станцій і підстанцій», «Електричні мережі та системи». Компетенції, знання та уміння, одержані в процесі вивчення дисципліни є необхідними для вивчення дисципліни "Релейний захист та автоматизація енергосистем" та подальшого якісного виконання досліджень за темою атестаційної роботи.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

*Дисципліну структурно розподілено на 2 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.** Схеми з'єднання трансформаторів напруги

**Тема 1.5.** Загальна структура електромеханічних пристроїв РЗ

**Тема 1.6.** Загальна структура мікроелектронних та мікропроцесорних пристроїв РЗ

**Тема 1.7.** Принципи побудови схем оперативного живлення електростанцій та підстанцій.

### **2. Релейний захист ліній електропередачі з відносною селективністю**

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

**Тема 2.2.** Максимальний захист за струмом з блокуванням мінімальної напруги. Відсічка за струмом

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

**Тема 2.4.** Захисти за струмом мереж (ліній) від замикання на землю в мережах з заземленою нейтраллю

**Тема 2.5.** Захисти за струмом мереж (ліній) від замикання на землю в мережах з ізолюваною нейтраллю

**Тема 2.6.** Дистанційні захисти

**Тема 2.7.** Принципи організації захисту мереж

**Тема 2.8.** Принципи організації захисту мереж

**Тема 2.9.** Принципи організації захисту комірок ЗРП

#### 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. 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. 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/123456789/48923>
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 данні (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.). 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>

## Навчальний контент

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

#### Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
<b>Розділ 1. Загальні відомості про релейний захист.</b>	
1	<b>Тема 1.1.</b> Призначення, вимоги до РЗ. Види пошкоджень та ненормальних режимів електричних систем. <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. Розвиток техніки релейного захисту. Літературні джерела: [1-5]
2.	<b>Тема 1.2.</b> Загальна структура РЗ. <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). Літературні джерела: [1-6]
3.	<b>Тема 1.3.</b> Схеми з'єднання трансформаторів струму <u>Основні питання.</u> Схеми з'єднання трансформаторів струму в трьохфазних системах змінного струму, особливості їх роботи, коефіцієнт схеми. Вимірювальні трансформатори струму, їх параметри. Літературні джерела: [1-5]
4.	<b>Тема 1.4.</b> Схеми з'єднання трансформаторів напруги <u>Основні питання.</u> Вимірювальні трансформатори напруги, принцип дії, основні параметри. Схеми з'єднання. Пошкодження у вторинних колах вимірювальних трансформаторів напруги і контроль їх працездатності. Ємнісні дільники напруги. Фільтри симетричних складових напруги. Літературні джерела: [1, 2]
5.	<b>Тема 1.5.</b> Загальна структура електромеханічних пристроїв РЗ <u>Основні питання.</u> Загальна структура електромеханічних пристроїв РЗ. Структура індукційних пристроїв РЗ. Літературні джерела: [1-5]
6.	<b>Тема 1.6.</b> Загальна структура мікроелектронних та мікропроцесорних пристроїв РЗ <u>Основні питання.</u> Загальна структура мікроелектронних пристроїв РЗ. Загальна структура мікропроцесорних пристроїв РЗ. Порівняльна характеристика пристроїв РЗ різних поколінь Літературні джерела: [6]
7.	<b>Тема 1.7.</b> Принципи побудови схем оперативного живлення електростанцій та підстанцій <u>Основні питання.</u> Джерела оперативного живлення елементів структурної схеми

	<p>релейного захисту. Оперативне живлення від ТВП підстанції. Літературні джерела: [1-5]</p>
	<p><b>Розділ 2. Релейний захист ліній електропередачі з відносною селективністю</b></p>
8.	<p><b>Тема 2.1. Максимальний захист за струмом (МЗС)</b> <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, принципів сумісні та принципів рознесені схеми. Літературні джерела: [1-5]</p>
9.	<p><b>Тема 2.2. Максимальний захист за струмом з блокуванням мінімальної напруги. Відсічка за струмом</b> <u>Основні питання.</u> Максимальний захист за струмом з блокуванням мінімальної напруги. Схеми реалізації, переваги та недоліки, область використання. 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. Літературні джерела: [1-5]</p>
10.	<p><b>Тема 2.3. Направлені максимальні захисти за струмом (НМЗС). Частина 1</b> <u>Основні питання.</u> Направлені максимальні захисти за струмом (НМЗС). Принципи дії, забезпечення селективності. Схеми включення реле направлення потужності. Поведінка реле направлення потужності в непошкоджених фазах. Вибір уставок спрацювання. Використання індукційного принципу для реле напрямку потужності. Літературні джерела: [1-5]</p>
11.	<p><b>Тема 2.3. Направлені максимальні захисти за струмом (НМЗС). Частина 2</b> <u>Основні питання.</u> Мертва зона. Реле направлення потужності (KW). Характеристики реле направлення потужності. Схеми реалізації, переваги та недоліки, область використання. Розрахунок витримок часу спрацювання МНЗС для фрагменту електричної мережі. Літературні джерела: [1-5]</p>
12.	<p><b>Тема 2.4. Захисти за струмом мереж (ліній) від замикання на землю в мережах з заземленою нейтраллю</b> <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 Багатоступеневі захисти. Розрахунок уставок. Максимальний направлений захист за струмом нульової послідовності (МНЗСНП). Схеми реалізації, переваги та недоліки, область використання. Літературні джерела: [1-5]</p>
13.	<p><b>Тема 2.5. Захисти за струмом мереж (ліній) від замикання на землю в мережах з ізолюваною нейтраллю</b> <u>Основні питання.</u> Захисти за струмом мереж (ліній) від замикання на землю в мережах з ізолюваною 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, область використання. Захисти, які реагують на штучно створені струми нульової послідовності. Літературні джерела: [1-5]</p>
14.	<p><b>Тема 2.6. Дистанційні захисти. Частина 1</b> <u>Основні питання.</u> Дистанційні захисти. Принцип дії. Розрахунок параметрів спрацювання, побудова карти селективності. Дистанційні органи захисту, вимоги до схем включення. Причини, які спотворюють роботу дистанційних органів. Переваги та недоліки, область використання. Принципи виконання реле опору і основні вимоги до їх конструкції. Характеристика спрацювання реле опору (KZ) в комплексній площині.</p>

	<i>Напівпровідникове реле потужності. Характеристика спрацювання реле опору (KZ) в комплексній площині. Літературні джерела: [1-5]</i>
15.	<i><b>Тема 2.6. Дистанційні захисти. Частина 2</b> <u>Основні питання.</u> Дистанційний захист з телеприскоренням. Принцип дії. Переваги та недоліки, область використання. Поведінка дистанційного захисту при хитаннях та пошкодженнях в ланцюгах напруги. Функції, типи пускових органів і вимоги до них. Пусковий орган за струмом, переваги, недоліки. Розрахунок параметрів спрацювання, побудова карти селективності дистанційного захисту. Схеми реалізації, переваги та недоліки, область використання. Пусковий орган за опором, переваги, недоліки. Розрахунок параметрів спрацювання. Дистанційний захист оберненої послідовності. Вибір параметрів спрацювання. Схеми реалізації, переваги та недоліки, область використання. Літературні джерела: [1-5]</i>
16.	<i><b>Тема 2.8. Принципи організації захисту мереж</b> <u>Основні питання.</u> Ближнє та дальнє резервування. Пристрій резервування відмови вимикача. Літературні джерела: [1-5]</i>
17.	<i><b>Тема 2.9. Принципи організації захисту комірок ЗРП</b> <u>Основні питання.</u> Логічний захист збірних шин. Дугувий захист комірок. Літературні джерела: [1-5]</i>
18.	<i>МКР</i>

*Практичні заняття  
(відсутні)*

*Лабораторні заняття*

<i>№ з/п</i>	<i>Назва лабораторної роботи</i>	<i>Кількість ауд. годин</i>
1	<i>Дослідження схем з'єднання вторинних обмоток трансформаторів струму та реле Літературні джерела: [8]</i>	4
2	<i>Дослідження електромагнітних реле струму, напруги, часу та проміжних Літературні джерела: [8]</i>	4
3	<i>Дослідження індукційного реле струму Літературні джерела: [8]</i>	2
4	<i>Дослідження реле направлення потужності Літературні джерела: [8]</i>	4
5	<i>Дослідження диференційних реле захисту трансформаторів Літературні джерела: [8]</i>	2
6	<i>Дослідження захисту синхронного генератора від замикання обмотки статора на землю Літературні джерела: [8]</i>	2
	<i>ЗАГАЛОМ</i>	18

**Самостійна робота студента**

<i>№з/п</i>	<i>Вид самостійної роботи</i>	<i>Кількість годин СРС</i>
1	<i>Підготовка до аудиторних занять Літературні джерела: [1-6]</i>	16

2	Підготовка до МКР Літературні джерела: [7]	5
3	Підготовка до екзамену	30
	Загалом	51

### **Контрольна робота**

- Метою контрольної роботи є закріплення та перевірка теоретичних знань із освітнього компоненту, набуття студентами практичних навичок самостійного аналізу виду та наслідків короткого замикання і розрахунку уставок захистів за струмом.
- Модульна контрольна робота (МКР) виконується після вивчення Розділів 1-2 Кожний студент отримує індивідуальне завдання, відповідно до якого необхідно розв'язати 4 (чотири) задачі.

## **Політика та контроль**

### **6. 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;
- 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-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський здійснюється за умови вказівки викладача;
- 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.
- 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 (РСО)**

**Поточний контроль:** МКР, задача лабораторних робіт.

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

**Семестровий контроль:** екзамен

**Умови допуску до семестрового контролю:** виконані та захищені всі лабораторні роботи, 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 модульної контрольної роботи (МКР).

Виконання та захист лабораторних робіт	МКР	Rc	Рекз	R
30	30	60	40	100

#### **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 [8, 9].

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

Ваговий бал – 5,0.

Максимальна кількість балів на всіх лабораторних заняттях – 5.0 бали \* 6 = 30.0 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 помилково – 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.

**УВАГА!** Захист всіх лабораторних робіт є умовою допуску до складання екзамену.

Студенти, що на момент консультації перед екзаменом не захистили лабораторні роботи, не допускаються до основної задачі та готуються до перескладання.

**УВАГА!** Для допуску до перескладання екзамену треба у визначений викладачем термін здати всі заборгованості по лабораторним роботам.

#### **Модульна контрольна робота**

Модульна контрольна робота складається з чотирьох практичних задач.

Ваговий бал задач №№ 1, 4 – 10.



Ваговий бал задачі № 2 – 3.

Ваговий бал задачі № 3 – 7.

Максимальний бал за МКР – 30.

#### 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.

#### Форма семестрового контролю – екзамен

Екзаменаційна робота складається з двох теоретичних запитань

Рейтинг  $R_c \geq 0,6 * R$ , тобто 60 балів – зараховується автоматично.

Рейтинг  $R_c$  в межах  $(0,4 - 0,59) * R$ , тобто 40 – 59 балів – студенти складають екзамен.

Максимальний рейтинг екзамену  $R_z = 40$  балів.

Критерії оцінювання кожного з двох теоретичних екзаменаційних питань

Рейтинг завдання  $R_z = 20$  балів – студент дав вичерпні відповіді на питання, дає чіткі визначення всіх понять і величин, відповіді логічні і послідовні.

Рейтинг завдання  $R_z = 16,5 - 19,5$  балів – студент дав вичерпні відповіді на питання, дає чіткі визначення всіх понять і величин, відповіді логічні і послідовні, але містять незначні неточності.

Рейтинг завдання  $R_z = 12,5 - 16$  балів – відповідаючи на питання, студент припускається окремих помилок, знає визначення основних понять і величин дисципліни, в цілому розуміє фізичну суть процесів в об'єктах, які вивчав.

Рейтинг завдання  $R_z = 8 - 12$  балів – студент частково відповідає на екзаменаційне питання, показує знання, але недостатньо розуміє суть процесів. Відповіді непослідовні і нечіткі.

Рейтинг завдання  $R_z \leq 7,5$  балів – у відповіді студент припускається суттєвих помилок, проявляє нерозуміння фізичної суті процесів. Відповіді некоректні, а в деяких випадках не відповідають суті поставленого питання.

#### Робочу програму навчальної дисципліни (силабус)

складено доцентом кафедри автоматизації енергосистем,

к.т.н. Дмитренко О.О.

Ухвалено кафедрою автоматизації енергосистем ФЕА (протокол № 8 від 26.05.2022 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол №10 від 16.06.2022р.)