



# Релейний захист та автоматизація енергосистем

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### 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>Електричні станції</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативні освітні компоненти. Цикл загальної підготовки.</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>IV курс, весняний семестр (для очної форми навчання)</i>
Обсяг дисципліни	<i>120 годин/4 кредити ECTS/(36 годин лекцій, 18 годин лабораторних робіт)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен / МКР / РГР / захист лабораторних робіт</i>
Розклад занять	<i>1 лекція (2 години) 2 рази на тиждень; 1 лабораторна робота (2 години) 1 раз на тиждень.</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: доцент Дмитренко Олександр Олексійович, 0673786112 Лабораторний практикум: ст.викл. Хлистов Валерій Михайлович, 0673786112, Заколюдажний Володимир Васильович, 0505959933</i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=5791">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=5791</a></i>

### Програма навчальної дисципліни

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

Програма навчальної дисципліни «Релейний захист та автоматизація енергосистем» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів з галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітня програма "Електричні станції".

**Метою навчальної дисципліни** є формування та закріплення у студентів наступних компетентностей: (K07) Здатність працювати в команді; (K08) Здатність працювати автономно; (K14) Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики; (K21) Здатність оперативно вживати ефективні заходи в умовах надзвичайних (аварійних) ситуацій великоенергетичних та електромеханічних системах.

**Предмет навчальної дисципліни** – принципи побудови та алгоритми функціонування систем та окремих пристроїв релейного захисту (РЗ) енергосистем, а саме: диференційних захистів ліній електропередачі різних класів напруги, силових трансформаторів, збірних шин різних класів напруг, 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:**  
(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; (ПР17) Розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж.

## **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», "Основи метрології та електричних вимірювань", «Електричні машини», «Електричні мережі та системи», «Електрична частина станцій і підстанцій», «Управління режимами електростанцій». Компетенції, знання та уміння, одержані в процесі вивчення дисципліни є необхідними для проходження практики і 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.** Схеми з'єднання трансформаторів напруги.

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

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

**Тема 2.1.** Максимальний струмовий захист (МЗС).

**Тема 2.2.** Струмова відсічка.

**Тема 2.3.** Направлений максимальний захист за струмом (НМЗС)

**Тема 2.4.** Захист ліній від замикання на землю в мережах з заземленою та ізольованою нейтраллю.

**Тема 2.5.** Диференційний захист ліній.

**Тема 2.6.** Дистанційний захист ліній.

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

**Тема 3.1.** Захист трансформаторів.

**Тема 3.2.** Захист генераторів.

**Тема 3.3.** Захист шин та пристрій резервування відмови вимикача.

**Тема 3.4.** Захист двигунів.

## **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. – 617 с.

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.
4. 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:

5. 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 данні (1 файл: 5,13 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 47 с. – Назва з екрана. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48923>
6. 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. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48926>
7. 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 данні (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 (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
	<b>Розділ 1. Загальні відомості про релейний захист.</b>
1.	<b>Тема 1.1. Призначення, вимоги до РЗ. Види пошкоджень та ненормальних режимів електричних систем.</b> <u>Основні питання.</u> Місце релейного захисту в загальній системі керування виробництвом та розподілом електричної енергії. Призначення релейного захисту. Основні вимоги до

	<i>РЗ. Види пошкоджень та ненормальних режимів електричних систем. Літературні джерела: [1-3]</i>
2.	<b>Тема 1.2. Загальна структура РЗ.</b> <i>Основні питання. 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: [1-4]</i>
3.	<b>Тема 1.3. Схеми з'єднання трансформаторів струму.</b> <i>Основні питання. Схеми з'єднання трансформаторів струму в трифазних системах змінного струму, особливості їх роботи, коефіцієнт схеми. Вимірювальні трансформатори струму, їх параметри. Літературні джерела: [1-3]</i>
4.	<b>Тема 1.4. Схеми з'єднання трансформаторів напруги.</b> <i>Основні питання. Вимірювальні трансформатори напруги, принцип дії, основні параметри. Схеми з'єднання. Пошкодження у вторинних колах вимірювальних трансформаторів напруги і контроль їх працездатності. Ємнісні ділянки напруги. Фільтри симетричних складових напруги. Літературні джерела: [1-3]</i>
5.	<b>Тема 1.5. Загальна структура пристроїв РЗ.</b> <i>Основні питання. Загальна структура електромеханічних пристроїв РЗ. Загальна структура мікропроцесорних пристроїв РЗ. Джерела оперативного живлення елементів структурної схеми релейного захисту. Оперативне живлення від ТВП підстанції. Літературні джерела: [1, 3]</i>
	<b>Розділ 2. Релейний захист ліній електропередачі та мереж</b>
6.	<b>Тема 2.1. Максимальний струмовий захист (МЗС).</b> <i>Основні питання. Максимальний струмовий захист (МЗС). Принцип дії, розрахунок параметрів спрацювання, побудова карти селективності. Схемна реалізація, переваги та недоліки, область використання. Типи схем РЗА: структурні, функціональні, принципів сумісні та принципів рознесені схеми. Максимальний струмовий захист з блокуванням мінімальною напругою. Принцип дії, призначення, розрахунок параметрів спрацювання, схемна реалізація, переваги та недоліки, область використання. Літературні джерела: [1, 3]</i>
7.	<b>Тема 2.2. Струмова відсічка.</b> <i>Основні питання. Струмова відсічка (СВ) для ліній з одно-та двостороннім живленням, принцип дії, розрахунок параметрів спрацювання, відмінності від МЗС, призначення. Схеми реалізації, переваги та недоліки, область використання. Сумісне застосування струмової відсічки та максимального струмового захисту. Літературні джерела: [1, 3]</i>
8.	<b>Тема 2.3. Направлений максимальний струмовий захист.</b> <i>Основні питання. Направлений максимальний струмовий захист (НМСЗ). Принцип дії, забезпечення селективності на лініях з двостороннім живленням. Реле потужності (KW). Схеми увімкнення реле потужності. Вибір уставок спрацювання. Мертва зона захисту. Схеми реалізації, переваги та недоліки, область використання. Приклад розрахунку витримок часу спрацювання НМСЗ для фрагменту електричної мережі. Літературні джерела: [1,3]</i>
9.	<b>Тема 2.4. Захист ліній від замикання на землю в мережах з заземленою та ізолюваною нейтраллю.</b> <i>Основні питання. 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 ізолюваною та</i>

	компенсованою нейтраліями. 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, 3]
10.	<b>Тема 2.5. Диференційний захист ліній.</b> <u>Основні питання.</u> Повздовжній диференційний струмовий захист ліній. Принцип дії, розрахунок параметрів спрацювання, струм небалансу. Схемна реалізація, переваги та недоліки, область застосування. Поперечний диференційний захист паралельних ліній. Схемна реалізація, особливості. Диференційно-фазний високочастотний захист ліній. Принцип дії, структура, діаграми стумів, переваги та недоліки, область застосування. Літературні джерела: [1,3]
11.	<b>Тема 2.6. Дистанційний захист ліній.</b> <u>Основні питання.</u> Структура дистанційного захисту. Принцип дії. Розрахунок параметрів спрацювання, побудова карти селективності. Дистанційні органи захисту, вимоги до схем включення. Характеристика спрацювання реле опору в комплексній площині. Схеми реалізації, переваги та недоліки, область використання. Літературні джерела: [1, 3]
	<b>Розділ 3. Релейний захист силових трансформаторів і автотрансформаторів, синхронних генераторів, електродвигунів, шин</b>
12.	<b>Тема 3.1. Захист трансформаторів. Частина 1.</b> <u>Основні питання.</u> Види пошкоджень і ненормальних режимів роботи силових трансформаторів і автотрансформаторів. Особливості захисту силових трансформаторів. Складові струму небалансу. Диференційний захист силового трансформатора. Принцип дії, особливості. Розрахунок струму спрацювання за умовами відлаштування від максимального струму небалансу та кидка струму намагнічування. Диференційна струмова відсічка. Принцип дії. Схемна реалізація, область використання. Літературні джерела: [1, 3]
13.	<b>Тема 3.1. Захист трансформаторів. Частина 2.</b> <u>Основні питання.</u> Диференційний захист силових трансформаторів з гальмуванням на основі реле РНТ, ДЗТ. Принцип дії. Схеми реалізації, переваги та недоліки, область використання. Функціональна схема цифрового диференційного захисту. Схема увімкнення цифрового терміналу. Гальмівна характеристика. Відлаштування від кидка струму намагнічування на основі блокування по другій гармоніці. Повна схема захисту трансформатора. Літературні джерела: [1, 3]
14.	<b>Тема 3.2. Захист генераторів. Частина 1.</b> <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). Повздовжній та поперечний диференційний захист. Літературні джерела: [1, 3]
15.	<b>Тема 3.2. Захист генераторів. Частина 2.</b> <u>Основні питання.</u> Захист генератора від пошкоджень обмотки статора на землю (принцип дії, схема виконання, переваги, недоліки, область використання). Захист від зовнішніх к.з. Літературні джерела: [1, 3]
16.	<b>Тема 3.3. Захист шин та пристрій резервування відмови вимикача.</b> <u>Основні питання.</u> Диференційний захист шин. Особливості схемної реалізації. Пристрій резервування відмови вимикача (ПРВВ). Ближнє та дальнє резервування. Вимоги, особливості, схемна реалізація. Літературні джерела: [1, 3]
17.	<b>Тема 3.4. Захист двигунів.</b>

	<i>Основні питання. Види пошкоджень і ненормальних режимів роботи електродвигунів. Захист від міжфазних КЗ в обмотці статора двигунів (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, 3]</i>
18.	МКР

Практичні заняття (відсутні)

Лабораторні заняття

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд. годин
1	Дослідження схем з'єднання вторинних обмоток трансформаторів струму та реле Літературні джерела: [6]	4
2	Дослідження електромагнітних реле струму, напруги, часу та проміжних Літературні джерела: [6]	4
3	Дослідження індукційного реле струму Літературні джерела: [6]	2
4	Дослідження реле направлення потужності Літературні джерела: [6]	2
5	Дослідження диференційного реле захисту трансформатора Літературні джерела: [6]	2
6	Дослідження мікропроцесорного пристрою релейного захисту та автоматики МРЗС-05-01 Літературні джерела: [6]	2
7	Дослідження мікропроцесорного пристрою релейного захисту та автоматики 7UT513 Літературні джерела: [6]	2
	<b>ЗАГАЛОМ</b>	<b>18</b>

Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять Літературні джерела: [1-4]	17
	Підготовка до виконання та здачі лабораторних робіт Літературні джерела: [6]	9
2	Підготовка до МКР Літературні джерела: [5]	5
3	Виконання РГР Літературні джерела: [7]	5
4	Підготовка до екзамену	30
	<b>Загалом</b>	<b>66</b>

## **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 1-3. 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 виконання та захист лабораторних робіт;*
- *правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та лабораторних 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: захист розрахункової роботи з дисципліни здійснюється індивідуально і лише у випадку, коли студент не погоджується із нарахованими балами за результатами перевірки РГР (за умови дотримання календарного плану виконання РГР);*
- *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. Штрафні бали нараховують за несвоєчасне виконання РГР;*
- *політика дедлайнів та перескладань: несвоєчасне виконання РГР передбачає нарахування штрафних балів. 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 цієї 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, РГР, здача лабораторних робіт.

**Календарний контроль:** провадиться один раз на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силябусу.

**Семестровий контроль:** екзамен

**Умови допуску до семестрового контролю:** позитивна оцінка за розрахунково-графічну роботу, 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
Не виконані умови допуску	Не допущено

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

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

Виконання та захист лабораторних робіт	РГР	МКР	Рс	Рекз	R
20	10	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 [6].

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

Ваговий бал – 5. Коефіцієнт перерахунку балів за ЛР – 2/3

Максимальна кількість балів на всіх лабораторних заняттях –  $5 \cdot 2/3 \text{ бали} \cdot 6 = 20 \text{ балів}$ .

#### **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 здачі та готуються до перескладання.

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

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

Згідно з робочою навчальною програмою кожен студент виконує розрахунково-графічну роботу. Максимальна кількість балів за виконання РГР – 10.

#### **Критерії оцінювання**

- повне, точне і вчасне виконання, повна відповідь на питання за темою розрахунково-графічної роботи – 10 балів;
- є окремі несуттєві помилки – 8 - 9 балів;
- робота неповна, є окремі суттєві помилки – 6 - 7 балів;
- робота виконана невірно – 0 балів;
- на виконання РГР відводиться 5 тижнів з моменту видачі завдання; здача РГР після встановленого терміну передбачає нарахування штрафного балу -0,2 за кожен тиждень понад встановлений термін.

### **Модульна контрольна робота**

Модульна контрольна робота складається з теоретичного питання і чотирьох практичних задач.

Ваговий бал теор.питання – 5.

Ваговий бал задачі № 1 – 5.

Ваговий бал задачі № 2 – 5.

Ваговий бал задачі № 3 – 5.

Ваговий бал задачі № 4 – 10.

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 (2x10 б.) і задачі (20 б.).

#### **Критерії оцінювання екзамену**

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

Рейтинг  $R_c$  в межах  $(0,3 - 0,59) * R$ , тобто 30 – 59 балів – студенти складають екзамен.

Максимальний рейтинг екзамену  $R_e = 40$  балів (2x10+20).

#### **Критерії оцінювання кожного з двох теоретичних екзаменаційних питань**

Рейтинг завдання  $R_z = 10$  балів – студент дав вичерпні відповіді на питання, дає чіткі визначення всіх понять і величин, відповіді логічні і послідовні.

Рейтинг завдання  $R_z = 8 - 9,5$  балів – студент дав вичерпні відповіді на питання, дає чіткі визначення всіх понять і величин, відповіді логічні і послідовні, але містять незначні неточності.

Рейтинг завдання  $R_z = 6 - 7,5$  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  $R_3 = 4 - 5,5$  балів – студент частково відповідає на екзаменаційне питання, показує знання, але недостатньо розуміє суть процесів. Відповіді непослідовні і нечіткі.

Рейтинг завдання  $R_3 \leq 3,5$  балів – у відповіді студент припускається суттєвих помилок, проявляє нерозуміння фізичної суті процесів. Відповіді некоректні, а в деяких випадках не відповідають суті поставленого питання.

*Критерії оцінювання екзаменаційної задачі*

- правильне розв'язання задачі – 100% від кількості балів за задачу – 20 балів;
- часткове розв'язання задачі, наявність незначних помилок – 12 - 19 балів;
- часткове розв'язання задачі, наявність значних помилок – 2 - 11 балів ;
- відсутність відповіді – 0 балів.

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

складено старшим викладачем кафедри автоматизації енергосистем Хлистовим В.М.

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

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