



# Автоматизовані системи управління та оптимізація режимів електричних станцій

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### - Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</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>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Очна(денна)/ дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>I курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредитів ECTS /150 годин (лекцій – 36, лабораторних занять –8, практичних занять – 10, самостійна робота - 96)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен/МКР/РГР</i>
Розклад занять	<i>Лекційні заняття – 1 раз на тиждень; практичні та лабораторні заняття – 1 раз на два тижні</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: д.т.н., доцент Остапчук Олександр Володимирович, O.Ostapchuk@kpi.ua Практичні: к.т.н., Болотний Микола Петрович, nickolai.bolotnyi@III.kpi.ua Лабораторні: Вожаков Роман Вікторович, vzhakov-fea@III.kpi.ua</i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://classroom.google.com/c/MTU5NzU3NjkwNjg1?cjc=kpvfm75">https://classroom.google.com/c/MTU5NzU3NjkwNjg1?cjc=kpvfm75</a></i>

### - Програма навчальної дисципліни

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

Програма навчальної дисципліни «Автоматизовані системи управління та оптимізація режимів електричних станцій» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки магістрів «Електричні станції», спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

**Метою навчальної дисципліни** є формування у студентів наступних компетентностей:

*ЗК02. Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій.*

*ЗК05. Здатність приймати обґрунтовані рішення.*

*ЗК07. Здатність виявляти та оцінювати ризики.*

*ЗК09. Здатність виявляти зворотні зв'язки та корегувати свої дії з їх врахуванням.*

*ФК17. Здатність організувати роботу колективів виконавців, забезпечувати адаптацію сучасних систем керування електрообладнанням електричних станцій до конкретних умов виробництва.*

### **Програмні результати навчання:**

ПРН20. Виявляти основні чинники та технічні проблеми, що можуть заважати впровадженню сучасних методів керування електроенергетичними, електротехнічними та електромеханічними системами.

ПРН22. Виконувати розрахунки та аналіз при регулюванні частоти і активної потужності на електростанціях, із забезпеченням оптимального режиму роботи електричних станцій та інших електроенергетичних об'єктів.

ПРН23. Вміти застосовувати методи та засоби автоматизованих систем управління технологічними процесами електроенергетичних об'єктів.

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

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти знаннями, що ґрунтуються на матеріалі попередніх дисциплін, а саме: «Перехідні електромагнітні процеси в електроенергетичних системах», «Теорія автоматичного керування електрообладнанням електричних станцій», «Математичні задачі енергетики». Знання, отримані при вивченні даної дисципліни, в подальшому є базовими проходження практики та виконання магістерської дисертації.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

Дисципліну структурно розподілено на **2 розділи**, а саме:

1. **Основи побудови автоматизованих систем управління (АСУ)**, до якого увійшли визначення та загальна характеристика АСУ. Об'єкт управління (ОУ) та управляюча частина АСУ. Компоненти та класифікація АСУ: підприємствами (АСУ П) та АСУ технологічними процесами (АСУ ТП). Узагальнена функціональна схема АСУ ТП. Інформаційні функції: контроль, діагностика, прогнозування, регулювання та управління. Поняття про оптимальне управління, автоматичний та автоматизований контури управління. Структура комплексу технічних засобів АСУ ТП. Пристрої вводу-виводу інформації, виконавчі пристрої та локальні системи автоматичного регулювання. Сучасна структура управляючого обчислювального комплексу (УОК) АСУ ТП. Визначення та загальна характеристика інформаційного, математичного та програмного забезпечення АСУ ТП. Визначення та структура об'єднаної енергосистеми (ОЕС) України. Загальна організаційна схема технологічного управління ОЕС. Схема та головні задачі оперативно-диспетчерського управління ОЕС. Задачі управління режимом електростанції.

2. **Забезпечення процесу керування показників енергоблоків електростанцій та основи теорії оптимізації в умовах електричних станцій** до якого увійшли інформаційні функції та функції управління АСУ ТП по енергоблоку. Інформаційні функції та функції управління АСУ ТП по ТЕС. Концепція побудови АСУ ТП енергоблоків. Управління в режимі радника оператора. Супервізійне управління. Централізоване цифрове управління на основі програмно технологічного комплексу. Інформаційні функції, що виконує АСУ ТП оперативно та неоперативно. Керуючі функції, що виконує АСУ ТП автоматично та дистанційно на блочному та станційному рівні. Способи реалізації інформаційних функцій АСУ ТП. Оптимізація процесу управління електростанціями. Електростанція як об'єкт управління в об'єднаній ЕЕС. Підсистеми об'єкта управління у вигляді інтегрованої АСУ ТП (на прикладі АСУ ТП ТЕС). Можливі варіанти побудови структур АСУ. Інформаційно-алгоритмічна структура системи АСУ (Приклади реалізації систем).

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

### Основні інформаційні ресурси:

1. Автоматичне регулювання частоти та перетоків активної потужності в енергосистемах. О.С. Яндульський, А.О. Стелюк, М.П. Лукаш; під загальною редакцією О.С. Яндульського, К.НТУУ «КПІ», 2010.-88с.

2. Дуель М. А. Автоматизоване управління об'єктами та технологічними процесами теплових та атомних електростанцій / М. А. Дуель. – Харків, ПП «КіК», 2010. – 448 с.
3. Артюх С.Ф., Дуель М.А., Шелепов І.Г. Автоматизовані системи керування технологічними процесами в енергетиці. Харків 2001 р. 392 с.
4. Артюх С. Ф., Дуель М. А., Шелепов І.Г. Автоматизовані системи керування енергогенеруючими установками електростанцій. Харків 2000 р. 448 с.
5. Мельник В.П. Математичні моделі і методи аналізу режимів електроенергетичних систем. – К., 2005. – 608 с., іл.
6. Методи оптимізації та дослідження операцій [Текст] : навчальний посібник / Укладачі: Я. Б. Сікора, А.Й. Щехорський, Б.Л. Якимчук. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. Івана Франка, 2019. – 148 с.
7. Панченко С.В., Медиченко М.П., Лисечко В.П. Методи оптимізації та моделювання: навч. посібник – Харків: УкрДАЗТ, 2015. – Ч.1. – 128 с.
8. Автоматизовані системи управління та оптимізація режимів електричних станцій. Розрахунково-графічна робота [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня магістр спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» за освітньою програмою "Електричні станції" / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: О. В. Остапчук, Р. В. Вожаков, М. П. Болотний. – Електронні текстові дані (1 файл: 1.01 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 32 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/57391>
9. Автоматизовані системи управління та оптимізація режимів електричних станцій. Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня магістра спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» за освітньою програмою «Електричні станції» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: О. В. Остапчук, Р. В. Вожаков, М. П. Болотний. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,07 Мбайт). – Київ: КПІ ім Ігоря Сікорського, 2023. – 61 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/57384>
10. Дистанційний курс «АСУ та ОРЕС» <https://classroom.google.com/c/MTU5NzU3NjkwNjg1?cjc=kpvfm75>

Додаткові:

1. Артюх С. Ф., Дуель М. А., Шелепов І. Г. Основи автоматизованих систем керування енергогенеруючими установками електростанцій. Харків, 1998 р. 322 с.
2. «Концепція побудови і реконструкції АСУ енергопостачальних компаній (ГАЗК) в умовах переходу енергетики України до ринкових відносин». Київ, Міністерство енергетики й електрифікації України, 29.08.1996р.
3. А.О. Бобух. Автоматизовані системи керування технологічними процесами: Навч. посібник. – Харків: ХНАМГ, 2006. - 185 с.
4. Жалдак М.І., Триус Ю.В. Основи теорії і методів оптимізації: навчальний посібник. - Черкаси: Брама-Україна, 2005. - 608 с.

- **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)
1	Вступ. Мета і задачі кредитного модуля «Автоматизовані системи управління та оптимізація режимів електричних станцій» і його місце серед дисциплін спеціальності. Принципи побудови систем АСУ, основні поняття та визначення. літературні джерела: Л1, Л3, Л4.

	<p>дистанційний курс «Автоматизовані системи управління та оптимізація режимів електричних станцій», лекція 1</p> <p><a href="https://classroom.google.com/w/MTU5NzU3NjkwNjg1/t/all">https://classroom.google.com/w/MTU5NzU3NjkwNjg1/t/all</a></p>
2	<p>Класифікація та складові частини АСУ. Функціональна частина АСУ ТП</p> <p>літературні джерела: Л2, Л3, Л5, Л6.</p> <p>дистанційний курс «Автоматизовані системи управління та оптимізація режимів електричних станцій», лекція 2</p> <p><a href="https://classroom.google.com/w/MTU5NzU3NjkwNjg1/t/all">https://classroom.google.com/w/MTU5NzU3NjkwNjg1/t/all</a></p>
3	<p>Технічна частина АСУ ТП (комплекс технічних заходів)</p> <p>літературні джерела: Л3, Л4, Л6</p> <p>дистанційний курс «Автоматизовані системи управління та оптимізація режимів електричних станцій», лекція 3</p> <p><a href="https://classroom.google.com/w/MTU5NzU3NjkwNjg1/t/all">https://classroom.google.com/w/MTU5NzU3NjkwNjg1/t/all</a></p>
4	<p>Інформаційна та математична частина АСУ ТП. Загальна структура управління електроенергетикою</p> <p>літературні джерела: Л1-Л4, Л5.</p> <p>дистанційний курс «Автоматизовані системи управління та оптимізація режимів електричних станцій», лекція 4</p> <p><a href="https://classroom.google.com/w/MTU5NzU3NjkwNjg1/t/all">https://classroom.google.com/w/MTU5NzU3NjkwNjg1/t/all</a></p>
5	<p>Електростанція, як об'єкт управління в об'єднаній енергосистемі</p> <p>літературні джерела: Л1, Л2, Л4.</p> <p>дистанційний курс «Автоматизовані системи управління та оптимізація режимів електричних станцій», лекція 5</p> <p><a href="https://classroom.google.com/w/MTU5NzU3NjkwNjg1/t/all">https://classroom.google.com/w/MTU5NzU3NjkwNjg1/t/all</a></p>
6	<p>Рівні управління і підсистеми контурів оперативно-диспетчерського та виробничо-господарського управління для АСУ ТЕС.</p> <p>літературні джерела: Л1, Л2.</p> <p>дистанційний курс «Автоматизовані системи управління та оптимізація режимів електричних станцій», лекція 6</p> <p><a href="https://classroom.google.com/w/MTU5NzU3NjkwNjg1/t/all">https://classroom.google.com/w/MTU5NzU3NjkwNjg1/t/all</a></p>
7	<p>Загальностанційні завдання АСУ електростанцією.</p> <p>літературні джерела: Л2, Л3, Л6.</p> <p>дистанційний курс «Автоматизовані системи управління та оптимізація режимів електричних станцій», лекція 7</p> <p><a href="https://classroom.google.com/w/MTU5NzU3NjkwNjg1/t/all">https://classroom.google.com/w/MTU5NzU3NjkwNjg1/t/all</a></p>
8	<p>Автоматизовані системи управління енергоблоків. МКР.</p> <p>Література: Л2, Л3, Л4.</p> <p>дистанційний курс «Автоматизовані системи управління та оптимізація режимів електричних станцій», лекція 8</p> <p><a href="https://classroom.google.com/w/MTU5NzU3NjkwNjg1/t/all">https://classroom.google.com/w/MTU5NzU3NjkwNjg1/t/all</a></p>
9	<p>Принципи автоматизованого управління технологічними об'єктами.</p> <p>літературні джерела: Л3, Л4.</p> <p>дистанційний курс «Автоматизовані системи управління та оптимізація режимів електричних станцій», лекція 9</p> <p><a href="https://classroom.google.com/w/MTU5NzU3NjkwNjg1/t/all">https://classroom.google.com/w/MTU5NzU3NjkwNjg1/t/all</a></p>
10	<p>Критерії оптимальності управління енергоблоками.</p> <p>літературні джерела: Л2, Л3.</p> <p>дистанційний курс «Автоматизовані системи управління та оптимізація режимів електричних станцій», лекція 10</p> <p><a href="https://classroom.google.com/w/MTU5NzU3NjkwNjg1/t/all">https://classroom.google.com/w/MTU5NzU3NjkwNjg1/t/all</a></p>
11	<p>Особливості управління енергоблоками, завдання та функції АСУ для різних режимів роботи</p>

	літературні джерела: Л3, Л4. дистанційний курс «Автоматизовані системи управління та оптимізація режимів електричних станцій», лекція 11 <a href="https://classroom.google.com/w/MTU5NzU3NjkwNjg1/t/all">https://classroom.google.com/w/MTU5NzU3NjkwNjg1/t/all</a>
12	Функції АСУ енергоблоком ТЕС і АЕС літературні джерела: Л1, Л3, Л4. дистанційний курс «Автоматизовані системи управління та оптимізація режимів електричних станцій», лекція 12 <a href="https://classroom.google.com/w/MTU5NzU3NjkwNjg1/t/all">https://classroom.google.com/w/MTU5NzU3NjkwNjg1/t/all</a>
13	Технічні засоби контролю та управління енергоблоками Ч.1 літературні джерела: Л2, Л3. дистанційний курс «Автоматизовані системи управління та оптимізація режимів електричних станцій», лекція 13 <a href="https://classroom.google.com/w/MTU5NzU3NjkwNjg1/t/all">https://classroom.google.com/w/MTU5NzU3NjkwNjg1/t/all</a>
14	Технічні засоби контролю та управління енергоблоками Ч.2 літературні джерела: Л2, Л3. дистанційний курс «Автоматизовані системи управління та оптимізація режимів електричних станцій», лекція 14 <a href="https://classroom.google.com/w/MTU5NzU3NjkwNjg1/t/all">https://classroom.google.com/w/MTU5NzU3NjkwNjg1/t/all</a>
15	Структура АСУ енергоблоку (можливі варіанти) літературні джерела: Л2, Л3, Л4. дистанційний курс «Автоматизовані системи управління та оптимізація режимів електричних станцій», лекція 15 <a href="https://classroom.google.com/w/MTU5NzU3NjkwNjg1/t/all">https://classroom.google.com/w/MTU5NzU3NjkwNjg1/t/all</a>
16	Інформаційно-алгоритмічна структура АСУ енергоблоку літературні джерела: Л2, Л3. дистанційний курс «Автоматизовані системи управління та оптимізація режимів електричних станцій», лекція 16 <a href="https://classroom.google.com/w/MTU5NzU3NjkwNjg1/t/all">https://classroom.google.com/w/MTU5NzU3NjkwNjg1/t/all</a>
17	Реалізація технічної структури АСУ енергоблоком. Ч1. літературні джерела: Л2, Л3. дистанційний курс «Автоматизовані системи управління та оптимізація режимів електричних станцій», лекція 17 <a href="https://classroom.google.com/w/MTU5NzU3NjkwNjg1/t/all">https://classroom.google.com/w/MTU5NzU3NjkwNjg1/t/all</a>
18	Реалізація технічної структури АСУ енергоблоком. Ч2. літературні джерела: Л2, Л3. дистанційний курс «Автоматизовані системи управління та оптимізація режимів електричних станцій», лекція 18 <a href="https://classroom.google.com/w/MTU5NzU3NjkwNjg1/t/all">https://classroom.google.com/w/MTU5NzU3NjkwNjg1/t/all</a>

*Лабораторні заняття*

№ з/п	Короткий зміст лабораторної роботи	Кількість годин
1	<b>Лабораторна робота №1 Пошук мінімуму функції однієї змінної методом Ньютона</b> Мета роботи — ознайомитися з основними положеннями методу Ньютона для розв'язання задачі оптимізації з цільовою функцією однієї змінної та з програмною реалізацією цього методу; з допомогою комп'ютерної програми знайти мінімум (максимум) заданої цільової функції та дослідити збіжність методу. Література: Л1, Л9	2

	<p>дистанційний курс «Автоматизовані системи управління та оптимізація режимів електричних станцій»  <a href="https://classroom.google.com/w/MTU5NzU3NjkwNjg1/t/all">https://classroom.google.com/w/MTU5NzU3NjkwNjg1/t/all</a></p>	
2	<p><b>Лабораторна робота №2 Пошук мінімуму функції багатьох змінних методом Ньютона</b>          Мета роботи – ознайомитися з основними положеннями методу Ньютона для розв'язання задачі оптимізації з цільовою функцією багатьох змінних та з програмною реалізацією цього методу; з допомогою комп'ютерної програми знайти мінімум (максимум) заданої цільової функції та дослідити збіжність методу.          Література: Л1, Л9          дистанційний курс «Автоматизовані системи управління та оптимізація режимів електричних станцій»  <a href="https://classroom.google.com/w/MTU5NzU3NjkwNjg1/t/all">https://classroom.google.com/w/MTU5NzU3NjkwNjg1/t/all</a></p>	2
3	<p><b>Лабораторна робота №3 Пошук мінімуму функції найпростішим градієнтним методом</b>          Мета роботи – ознайомитися з алгоритмічною та програмною реалізацією найпростішого градієнтного методу (з постійним кроком) для розв'язання задачі безумовної оптимізації з цільовою функцією багатьох змінних величин; з допомогою комп'ютерної програми знайти мінімум (максимум) заданої цільової функції для заданих вхідних даних та дослідити збіжність методу.          Література: Л1, Л9          дистанційний курс «Автоматизовані системи управління та оптимізація режимів електричних станцій»  <a href="https://classroom.google.com/w/MTU5NzU3NjkwNjg1/t/all">https://classroom.google.com/w/MTU5NzU3NjkwNjg1/t/all</a></p>	2
4	<p><b>Лабораторна робота №4 Пошук мінімуму функції градієнтним методом найшвидшого спуску</b>          Мета роботи – Ознайомитися з алгоритмічною та програмною реалізацією градієнтного методу найшвидшого спуску для розв'язання задачі безумовної оптимізації з цільовою функцією багатьох змінних величин; з допомогою комп'ютерної програми знайти мінімум (максимум) заданої цільової функції для заданих вхідних даних та дослідити збіжність методу.          Література: Л1, Л9          дистанційний курс «Автоматизовані системи управління та оптимізація режимів електричних станцій»  <a href="https://classroom.google.com/w/MTU5NzU3NjkwNjg1/t/all">https://classroom.google.com/w/MTU5NzU3NjkwNjg1/t/all</a></p>	2
5	<p><b>Лабораторна робота №5 Пошук мінімуму функції методом покоординатного спуску</b>          Мета роботи – Ознайомитися з алгоритмічною та програмною реалізацією методу покоординатного спуску для розв'язання задачі безумовної оптимізації з цільовою функцією багатьох змінних величин; з допомогою комп'ютерної програми знайти мінімум (максимум) заданої цільової функції для заданих вхідних даних та дослідити збіжність методу.          Література: Л1, Л9          дистанційний курс «Автоматизовані системи управління та оптимізація режимів електричних станцій»  <a href="https://classroom.google.com/w/MTU5NzU3NjkwNjg1/t/all">https://classroom.google.com/w/MTU5NzU3NjkwNjg1/t/all</a></p>	2

Практичні заняття

№ з/п	Назва практичної роботи	Кількість годин
-------	-------------------------	-----------------

1	Аналіз функціонування систем управління генерацією в електроенергетичних системах та розрахунок потужностей енергоблоків електростанцій та частоти при первинному регулюванні.	2
2	Розрахунок режимів працюючих енергоблоків електростанцій при зміні уставок МЗЧО турбіни по статичним характеристикам енергоблоків, розрахунок режимів паралельно працюючих енергоблоків електростанцій при зміні заданої потужності АРП.	2
3	Розрахунок режимів паралельно працюючих енергоблоків частоторегулюючої електростанції методом ведучого генератора, дольового статизму та інтегрального відхилення частоти	2
4	Розрахунок режимів регулювання частоти та обмінної потужності в об'єднаній енергосистемі методом внутрішнього статизму. Аналіз графіку процесу вторинного регулювання у часі. Розрахунок потужності вторинного резерву на електростанціях.	2

## 6. Самостійна робота студента

№з /п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Вивчення питань, що винесені на самостійну роботу студента	24
2	Підготовка до лекційних занять	18
3	Підготовка до лабораторних занять	5
4	Підготовка до практичних занять	2
5	Підготовка до МКР	2
6	Виконання РГР	15
7	Підготовка до екзамену	30

### Модульна контрольна робота

Згідно РСО за період навчання запланована 1 модульна контрольна робота відповідно до розділу: Основи побудови автоматизованих систем управління. Модульна контрольна робота містить 1 теоретичне питання, яке оцінюється у 10 балів. Ваговий бал МКР – 10 балів.

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- правилом відвідування занять не передбачено оцінка присутності або відсутності здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нарахування заохочувальних або штрафних балів. Відпрацювання та захист лабораторних робіт і РГР з дисципліни є обов'язковою умовою допуску до екзамену;
- студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації в інтернеті та дистанційному курсі на платформі Сікорський здійснюється за умови вказівки викладача;
- правила захисту лабораторних робіт: допускається як індивідуальний захист лабораторних робіт, так і колективний (у складі бригади, склад якої визначають на першому лабораторному занятті). В обох випадках оцінюють індивідуальні відповіді кожного студента. В умовах дистанційного навчання захист лабораторних робіт здійснюється складанням тесту за змістом ЛР;

- правила захисту індивідуальних завдань: захист індивідуальної роботи з дисципліни здійснюється індивідуально і лише у випадку, коли студент не погоджується із нарахованими балами за результатами її перевірки (за умови дотримання календарного плану виконання РГР);
- правила призначення заохочувальних балів: заохочувальні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали. Заохочувальні бали нараховуються за виконання додаткових завдань та самостійного вивчення додаткових розділів.
- політика дедлайнів та перескладань: якщо студент не проходив або не з'явився на МКР, його результат оцінюється у 0 балів. Перескладання захисту лабораторних робіт та 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 дисципліни «Автоматизовані системи управління та оптимізація режимів електричних станцій»;
- 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.

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

**Поточний контроль:** виконання МКР, робота на практичних заняттях, виконання та захист лабораторних робіт і РГР.

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

**Семестровий контроль:** екзамен

**Умови допуску до семестрового контролю:** мінімально позитивна оцінка за РГР, зарахування усіх лабораторних робіт, семестровий стартовий рейтинг ( $R_S$ ) більше 25 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 отримано $R_L$ і $R_R$ $R_S = R_L + R_P + R_M + R_R < 25$ балів	Не допущено

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

- виконання та захист лабораторних робіт ( $R_L$ );
- активність на практичних заняттях ( $R_P$ );
- виконання індивідуальної роботи (РГР) ( $R_R$ );
- виконання модульної контрольної роботи (МКР) ( $R_M$ );
- відповідей на екзамені ( $R_E$ ).

Лабораторні роботи	Практичні заняття	МКР ( $R_M$ )	РГР ( $R_R$ )	Екзамен ( $R_E$ )
--------------------	-------------------	---------------	---------------	-------------------



$(R_L)$	$(R_P)$			
15	10	10	15	50

### **Лабораторні роботи**

**Ваговий бал.** Максимальна кількість балів за лабораторні роботи складає  $5 \cdot 3 = 15$  балів.

На лабораторних роботах студенти досліджують методи оптимізації у розрахунках параметрів систем управління електричних станцій за заздалегідь визначеним графіком. Для допуску до поточної лабораторної роботи студент повинен мати протокол, який оформлений відповідно до вказівок лабораторного практикуму. Рівень засвоєння лабораторних робіт оцінюється за допомогою захисту лабораторної роботи.

**УВАГА!** Захист усіх 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.

### **Практичні роботи**

**Ваговий бал.** Максимальна кількість балів за активність на практичних заняттях (розв'язування задач), складає  $4 \cdot 2,5 = 10$  балів.

#### **Критерії оцінювання:**

- повна відповідь – 2,5;
- неповна відповідь, є незначні помилки – 2;
- неповна відповідь, є суттєві помилки – 1;
- незадовільна відповідь – 0.

### **Модульна контрольна робота**

**Ваговий бал МКР складає 10 балів.**

#### **Критерії оцінювання.**

- бездоганна робота та містить несуттєві помилки – 8...10 балів;
- є певні недоліки при викладенні основного матеріалу – 6...7 балів;
- є грубі помилки при викладенні основного матеріалу – 3...5 балів;
- робота не виконана зовсім або виконана частково – 0...2 бали.

Перескладання МКР не заплановане.

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

**Ваговий бал МКР складає 15 балів.**

Відповідно до навчального плану, кожен студент виконує РГР «Розподіл навантаження між регулюючими агрегатами електростанцій при вторинному регулюванні» за отриманим варіантом.

#### **Критерії оцінювання.**

- бездоганна робота – 14...15 балів;
- є певні недоліки при розрахунках та викладенні графічного матеріалу – 11...13 балів;
- є грубі помилки при виборі обладнання та викладенні графічного матеріалу – 8...10 балів;
- не виконана робота – 0 балів.

### **Календарний контроль**

Умовою позитивної першої атестації є отримання не менше 15 балів та виконання всіх лабораторних робіт (на час атестації). Умовою позитивної другої атестації – отримання не менше 15 балів, виконання всіх лабораторних робіт (на час атестації) за умови зарахування РГР.

Максимальний рейтинг за семестр, визначається з виразом:

$$R_S = R_L + R_P + R_M + R_R = 15 + 10 + 10 + 15 = 50 \text{ балів}$$

### **Додаткові бали**

Рейтинговою системою оцінювання передбачені бали за виконання додаткових завдань. Один студент не може отримати більше ніж 5 бонусних балів у семестрі. Бонусні бали можуть отримані за виконання додаткових завдань на лекціях.

#### **Додаткові завдання та лекції**

Додаткові лекції – це теми на самостійне опрацювання, які забезпечать здобувачам посилення теоретичних знань з дисципліни. Ваговий бал – 0,5. Максимальна кількість балів за опрацювання додаткових лекцій – 0,5 балів \* 10 лекцій = 5 балів. Бали здобувачі отримують за завантаження на платформу курсу конспекту опрацьованої лекції.

#### **Форма семестрового контролю – екзамен**

Екзаменаційна робота складається з теоретичного запитання та практичного завдання

#### **Критерії оцінювання екзамену**

Максимальний рейтинг екзамену  $R_E = 50$  балів.

Максимальний рейтинг екзамену дорівнює 50 балів. Теоретичне і практичне питання оцінюються у 25 балів. Система оцінювання теоретичного питання: «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 23-25 балів; «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 18-22 балів; «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 15-17 балів; «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на 9 балів) – 0 балів. Система оцінювання практичного завдання: «відмінно», повне безпомилкове розв'язування завдання – 23-25 балів; «добре», повне розв'язування завдання з несуттєвими неточностями – 18-22 балів; «задовільно», завдання виконано з певними недоліками – 15-17 балів; «незадовільно», завдання не виконано – 0 балів.

Сума стартових балів та балів за екзаменаційну роботу переводиться до загальної оцінки згідно з таблицею:

$$R = R_S + R_E = 50 + 50 = 100 \text{ балів}$$

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Є не зараховані лабораторні роботи або РГР	Не допущено

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

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

**Складено** професором кафедри відновлюваних джерел енергії ФЕА, д.т.н. Остапчуком О.В.

**Ухвалено** кафедрою відновлюваних джерел енергії ФЕА (протокол № 9 від 18.05.2023 р.)

**Погоджено** Методичною комісією факультету<sup>1</sup> (протокол № 10 від 22.06.2023 р.)

<sup>1</sup>Методичною радою університету– для загальноуніверситетських дисциплін.