



## БАЛАНСУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ РОЗОСЕРЕДЖЕНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ

### 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>«Енергетичний менеджмент, електропостачання та інжиніринг електротехнічних комплексів» Сертифікатна програма «Цифровізація локальних систем енергозабезпечення»</i>
Статус дисципліни	<i>вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 рік, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>150 годин / 5.0 кредитів ЄКТС (лекції – 36 год., практичні заняття – 18 год., СРС – 96 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен /модульна контрольна робота (МКР)/Розрахункова робота</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 Черкашина Галина Ігорівна, <a href="mailto:halynacherkashyna@iit.kpi.ua">halynacherkashyna@iit.kpi.ua</a>; +38(050) 984-02-03 (Telegram) - у робочі години. Практичні заняття: к. т. н., доцент Черкашина Галина Ігорівна</i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://classroom.google.com/u/0/c/NDE3ODg0NjQ4Nzc2">https://classroom.google.com/u/0/c/NDE3ODg0NjQ4Nzc2</a></i>

#### Програма навчальної дисципліни

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

Зміна складу та умов функціонування генеруючих потужностей в електроенергетичній системі України поставили нові виклики щодо вирішення завдань забезпечення балансу потужності що виробляється та споживається, які в свою чергу обумовлюють сталість, надійність та незалежність галузі. Суттєвими чинниками впливу є наявні джерела первинної енергії, потреби, поведінка та відношення до кінцевих споживачів електричної енергії, лібералізація ринку електроенергії, зміна нормативно-правового поля. Дані аспекти підсилюють актуальність необхідності коректного балансування режимів в електроенергетиці, розуміння основних принципів та можливостей.

**Метою** опанування дисципліни є вивчення теоретичних, наукових засад та отримання практичних навичок аналізу та застосування методів та засобів балансування режимів роботи електроенергетичних систем з розосередженою генерацією.

**Предметом** навчальної дисципліни є методи та засоби балансування режимів роботи електроенергетичних систем з розосередженою генерацією.

**Компетентності:** K3. Здатність аналізувати, оцінювати, обчислювати режими роботи енергетичних систем розосередженої генерації щодо вирішення завдань балансування. K4. Здатність до відтворення, створення математичних та комп'ютерних моделей електроенергетичних систем із застосуванням ресурсу балансування, режимів роботи енергетичних систем розосередженої генерації, окремих процесів в таких системах.

**Програмні результати навчання:** РН3. Знати та розуміти режими роботи та окремі процеси в енергетичних системах розосередженої генерації, у тому числі щодо вирішення завдань їх балансування; знати принципи регулювання режимів енергетичних систем розосередженої генерації. РН4. Знати та вміти застосувати сучасні програмні продукти для вирішення завдань балансування електроенергетичних систем розосередженої генерації.

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

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти: теоретичною та практичною базою дисципліни «Інформаційні системи і технології в енергетиці», «Системи електропостачання», «Енергетичний менеджмент».

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

### **Математичні задачі енергетики**

**Розділ 1.** Режими роботи та процеси в енергосистемах з розподіленою генерацією.

Тема 1. Загальна характеристика проблеми балансування режимів роботи електроенергетичних систем

Тема 2. Нормальні режими роботи енергосистем з розподіленою генерацією.

Тема 3. Аварійні режими в енергосистемах з розподіленою генерацією.

Тема 4. Нормативно-правові засади, технічні аспекти забезпечення режимів роботи енергосистем.

**Розділ 2.** Теоретичні аспекти регулювання режимів енергетичних систем розподіленої генерації.

Тема 5. Регулювання частоти та потужності в умовах змінної потужності поновлювальних джерел енергії.

Тема 6. Критерії надійності та сталості режимів роботи електроенергетичної системи з розподіленою генерацією.

Тема 7. Оптимізація поєднання традиційної та поновлювальної генерації

Тема 8. Моделі оптимальної диспетчеризації.

**Розділ 3.** Ресурс, методи та засоби балансування енергетичних систем розподіленої генерації.

Тема 9. Методи та засоби накопичення електричної енергії на рівні електроенергетичної системи.

Тема 10. Оптимізація розміщення джерел розосередженої генерації, накопичувачів енергії щодо реалізації процесів балансування в системі.

Тема 11. Регулювання режимів з врахуванням ринкових механізмів.

Тема 12. Платформи з надання послуг регулювання.

#### 4. Навчальні матеріали та ресурси

##### Базова література

1. Денисюк С.П., Базюк Т.М., Федосенко М.М., Ярмолюк О.С. Системи електропостачання з активним споживачем: моделі та режими. – Київ: вид-во ПП «АВЕРС», 2017. – 182 с.
2. Стогній Б.С., Кириленко О.В., Баталов А.Г., Денисюк С.П. Інтелектуальні електричні мережі: світовий досвід і перспективи України. Праці Інституту електродинаміки НАН України. 2011. Спец. вип. Ч. 1. С. 20–31.
3. Ефективне керування режимами систем забезпечення споживачів електричною енергією [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітніх програм «Системи забезпечення споживачів електричною енергією» та «Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології» / В. А. Попов, В. В. Ткаченко, О. С. Ярмолюк ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 4,32 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 163 с.
4. Цифрова енергетика / Є.І. Сокол, О.Г. Гриб, І.Т. Карпалюк, А.О. Запорожець, Д.А. Гапон, С.С. Козлов, О.Ю. Заковоротний, В.П. Старенький, Н.М. Шматько, К.В. Камчатна-Степанова // Х.: ФОП Бровін О.В., 2022. - 212 с. ISBN 978-617-8009-72-4
5. Клімушин П.С., Орлов О.В., Серенок А.О. Інформаційні системи та інформаційні технології в економіці / Навчальн. Посібник. Вид-во ХарPI НАДУ «Магістр», 2011.- 448 с.

##### Додаткова література

(факультативно / ознайомлення)

6. Abdmouleh, Z.; Gastli, A.; Ben-Brahim, L.; Haouari, M.; Al-Emadi, N.A. Review of optimization techniques applied for the integration of distributed generation from renewable energy sources. *Renew. Energy* 2017, 113, 266–280.
7. Hossain, E.; Tür, M.R.; Padmanaban, S.; Ay, S.; Khan, I. Analysis and mitigation of power quality issues in distributed generation systems using custom power devices. *IEEE Access* 2018, 6, 16816–16833.
8. Twaha, S.; Ramli, M.A. A review of optimization approaches for hybrid distributed energy generation systems: Off-grid and grid-connected systems. *Sustain. Cities Soc.* 2018, 41, 320–331.
9. Adnani, K.; Vaez-Zadeh, S.; Jabbarnejad, A. Flexible active/reactive power ripple control of grid-connected voltage source converters under unbalance conditions. In *Proceedings of the 2020 IEEE 29th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE), Delft, The Netherlands, 17–19 June 2020*; pp. 1022–1027.
10. Das, C.K.; Bass, O.; Kothapalli, G.; Mahmoud, T.S.; Habibi, D. Overview of energy storage systems in distribution networks: Placement, sizing, operation, and power quality. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2018, 91, 1205–1230. [CrossRef]

##### Інформаційні ресурси

<https://www.excel-easy.com>

<http://mathworks.com>

<http://scilab.org>

Літературу, бібліографія якої подана із посиланням, можна знайти в інтернеті. Літературу, бібліографія якої не містить посилання, можна знайти в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського. Обов'язковим для прочитання є окремі розділи базової літератури [1]-[5]. Розділи базової літератури, що є обов'язковими для прочитання, а також зв'язок цих ресурсів з конкретними темами дисципліни наводиться нижче, в методиці опанування навчальної дисципліни. Усі інші літературні джерела є факультативними, з ними рекомендується ознайомитись.

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

Навчальна дисципліна охоплює 36 годин лекцій, 18 годин практичних занять, а також виконання однієї модульної контрольної роботи (МКР), розрахункової роботи.

Практичні заняття з дисципліни проводяться з метою закріплення теоретичних положень навчальної дисципліни і набуття студентами практичних навичок розрахунків в галузі електроенергетики. Методи та форми навчання включають не лише традиційні університетські лекції та практичні заняття. 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.

### Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
<b>Розділ 1. Режим роботи та процеси в енергосистемах з розподіленою генерацією.</b>	
1	<b>Тема 1. Загальна характеристика проблеми балансування режимів роботи електроенергетичних систем</b> Літературні джерела: [1, 2, 3]
2	<b>Тема 2. Нормальні режими роботи енергосистем з розподіленою генерацією.</b> Літературні джерела: [1, 3]
3	<b>Тема 3. Аварійні режими в енергосистемах з розподіленою генерацією.</b> Літературні джерела: [1, 3]
4	<b>Тема 4. Нормативно-правові засади, технічні аспекти забезпечення режимів роботи енергосистем. Частина 1</b> Літературні джерела: [1, 3]
5	<b>Тема 4. Нормативно-правові засади, технічні аспекти забезпечення режимів роботи енергосистем. Частина 2</b> Літературні джерела: [1, 3]
<b>Розділ 2. Теоретичні аспекти регулювання режимів енергетичних систем розподіленої генерації.</b>	
6	<b>Тема 5. Регулювання частоти та потужності в умовах змінної потужності поновлювальних джерел енергії. Частина 1</b> Літературні джерела: [1, 2, 3]
7	<b>Тема 5. Регулювання частоти та потужності в умовах змінної потужності поновлювальних джерел енергії. Частина 2</b> Літературні джерела: [1, 2, 3]
8	<b>Тема. 6. Критерії надійності та сталості режимів роботи електроенергетичної системи з розподіленою генерацією.</b>

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
	Літературні джерела: [1, 3]
9	<b>Тема 7. Оптимізація поєднання традиційної та поновлювальної генерації</b> Літературні джерела: [1, 3, 5]
10	<b>Тема 8. Моделі оптимальної диспетчеризації. Частина 1</b> Літературні джерела: [1, 3, 5]
11	<b>Тема 8. Моделі оптимальної диспетчеризації. Частина 2</b> Літературні джерела: [1, 3, 5]
<b>Розділ 3. Ресурс, методи та засоби балансування енергетичних систем розподіленої генерації.</b>	
12	<b>Тема 9. Методи та засоби накопичення електричної енергії на рівні електроенергетичної системи. Частина 1</b> Літературні джерела: [1, 2, 5]
13	<b>Тема 9. Методи та засоби накопичення електричної енергії на рівні електроенергетичної системи. Частина 2</b> Літературні джерела: [1, 2, 5]
14	<b>Тема 10. Оптимізація розміщення джерел розосередженої генерації, накопичувачів енергії щодо реалізації процесів балансування в системі. Частина 1</b> Літературні джерела: [1, 2, 5]
15	<b>Тема 10. Оптимізація розміщення джерел розосередженої генерації, накопичувачів енергії щодо реалізації процесів балансування в системі. Частина 2</b> Літературні джерела: [1, 2, 5]
16	<b>Тема 11. Регулювання режимів з врахуванням ринкових механізмів.</b> Літературні джерела: [1, 2, 5]
17	<b>Тема 12. Платформи з надання послуг регулювання. Частина 1</b> Літературні джерела: [1, 2, 5]
18	<b>Тема 12. Платформи з надання послуг регулювання. Частина 2</b> Літературні джерела: [1, 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. Моделювання нормальних режимів в енергосистемі з розосередженою генерацією</b> Літературні джерела: [1, 2, 3]
2	<b>Тема 2. Моделювання аварійних режимів в енергосистемі з розосередженою генерацією</b> Літературні джерела: [1, 3]
3	<b>Тема 3. Моделювання регулювання частоти та потужності в умовах змінної потужності поновлювальних джерел енергії.</b> Літературні джерела: [1, 3]
4	<b>Тема 4. Оптимізація поєднання традиційної та поновлювальної генерації</b> Літературні джерела: [1, 3]
5	<b>Тема 5. Моделі оптимальної диспетчеризації.</b>

№ з/п	Назва теми практичного заняття та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
	Літературні джерела: [1, 3, 5]
6	<b>Тема 6. Оптимізація розміщення джерел розосередженої генерації в електроенергетичній системі</b> Літературні джерела: [1, 3, 5]
7	<b>Тема 7. Оптимізація розміщення накопичувачів енергії.</b> Літературні джерела: [1, 3, 5]
8	<b>Тема 8. Моделювання регулювання режимів з врахуванням ринкових механізмів.</b> Літературні джерела: [1, 3, 5]
9	<b>Тема 9. Модульна контрольна робота.</b> Літературні джерела: [1, 3, 5]

## 6. Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять	47
2	Підготовка до МКР	4
3	Підготовка до РР	15
4	Підготовка до екзамену	30

## 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, практичних та лабораторних заняттях.

На момент проведення кожного заняття, як лекційного, практичного, так і лабораторного у студента на пристрої, з якого він працює, має бути встановлено додаток Zoom (у випадку дистанційного навчання), а також відкрито курс «Балансування енергетичних систем» на платформі «Сікорський» (код доступу до курсу надається на першому занятті згідно з розкладом). Силабус; лекційний матеріал; практикум; завдання до кожного практичного та лабораторного заняття; варіанти модульної контрольної роботи; тести, які потрібно виконати за лекціями; методичні рекомендації до виконання розрахункової роботи; перелік питань до екзамену розміщено на платформі «Сікорський» та у системі «Електронний Кампус КПІ».

- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних, практичних 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 призначення заохочувальних та штрафних балів: заохочувальні та штрафні бали не входять до основної шкали PCO, а їх сума не перевищує 10% від максимальної кількості балів. Загальна сума заохочувальних балів не може перевищувати 10 балів. Заохочувальні бали нараховують за участь у наукових конференціях, студентських конкурсах та олімпіадах, за написання статті та її публікацію. За участь у Всеукраїнській олімпіаді (конкурсі наукових робіт) студенту нараховується 5 (I тур) або 10 (II тур) балів. За написання статті та її публікацію студенту нараховується 10 балів (видання, що входить до Scopus або Web of Science) або 8 балів (фахове видання України). За публікацію тез доповіді на науковій конференції – 5 балів. Штрафні бали нараховуються за кожний тиждень затримки з поданням розрахункової роботи – 2 бали (усього не більше – 10 балів);*
- *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 зарахування завдань до практичних занять, захист лабораторних робіт з курсу, написання МКР та виконання РР. 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. Викладачі та студенти, що вивчають дану дисципліну, зобов'язані дотримуватися положень прийнятого в університеті Кодексу честі<sup>2</sup>;*
- *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:** тестування, МКР, виконання завдань до практичних занять, розрахункова робота

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

**Семестровий контроль:** екзамен.

<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>

1. Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- тестування за матеріалами лекційних занять (10 балів);
- виконання завдань до практичних занять (15 балів);
- виконання розрахункової роботи (15 балів);
- написання МКР (20 балів).

2. Критерії нарахування балів:

2.1 Тестування за матеріалами лекційних занять: ваговий бал – 2. Максимальна кількість балів за тестування – 2 бали \* 5 тестувань = 10 балів.

Тести студент виконує безпосередньо на лекційному занятті, за 5-10 хвилин до його закінчення. По закінченню заняття тести закриваються і не підлягають переписуванню або виконанню вдома. Тест містить п'ять запитань і декілька відповідей до кожного з них, одна з яких вірна. Кожна правильна відповідь оцінюється в 0,4 бали.

2.2 Виконання завдань до практичних занять: ваговий бал – 4. Максимальна кількість балів за виконання завдань до практичних занять – 3 балів \* 5 завдань = 15 балів.

На практичних заняттях студенти разом із викладачем розв'язують завдання за тематикою практичного заняття. Після практичного заняття студенти отримують домашнє завдання, яке необхідно вирішити та надати на перевірку викладачу до початку наступного заняття (зазвичай це 1 тиждень, однак іноді цей час може бути змінений викладачем у деяких конкретних випадках).

Критерії оцінювання:

- домашнє завдання вирішено вірно та здано протягом одного тижня після практичного заняття – 3 балів;
- домашнє завдання вирішено вірно, але здано протягом більш ніж одного тижня після практичного заняття – 2,5 бали;
- домашнє завдання вирішено із незначними помилками та здано протягом одного тижня після практичного заняття – 2 бали;
- домашнє завдання вирішено із незначними помилками та здано протягом більш ніж одного тижня після практичного заняття – 1,5 бали;
- домашнє завдання вирішено із значними помилками – повертається на доопрацювання.

2.3 Виконання та захист РР: ваговий бал – 15. Максимальна кількість балів за РР – 15.

Розрахункова робота (РР) складається з двох частин, кожна з яких оформлюється та здається у визначений лектором термін.

До захисту на максимальний бал допускаються студенти, які у визначений викладачем термін виконали РР та оформили її у відповідності до встановлених вимог. При здачі РР на перевірку після встановленого терміну максимальний бал за захист РР зменшується. Захист РР складається з двох етапів: усний та письмовий. Під час усного захисту викладач задає питання по змістовній частині РР для визначення у студента рівня знань теоретичної частини та його розуміння методів вирішення завдань. Після успішного усного захисту студент отримує письмове завдання, яке він повинен вирішити за визначений час. Кожному студенту надається одна спроба для вирішення задачі.

Критерії оцінювання усного етапу РР:

- своєчасна здача роботи, розуміння представленого матеріалу, повні відповіді на запитання до захисту – 4-5 балів;
- своєчасна здача роботи, розуміння представленого матеріалу, відповіді на запитання до захисту з деякими неточностями – 2-3 балів;



- своєчасна здача роботи, неповне розуміння представленого матеріалу, відповіді на запитання до захисту зі значними неточностями – 1-1,5 балів;

- робота виконана, але студент взагалі не орієнтується у матеріалі/робота виконана із значними помилками – на доопрацювання.

Критерії оцінювання письмового етапу РР:

- задача вирішена вірно з несуттєвими помилками – 9-10 балів;

- задача вирішена частково та (або) із деякими помилками – 6-8 балів;

- задача майже не вирішена, або вирішена із суттєвими помилками – 3-5 балів;

- задача взагалі не вирішена – 0 балів\*

\* У випадку отримання 0 балів за письмовий етап РР студент має право попросити у викладача, що приймає РР додаткову спробу, проте при цьому максимальний бал за письмовий етап зменшується вдвоє.

Наявність позитивної оцінки з розрахункової роботи є умовою допуску до екзамену.

2.4 Написання модульної контрольної роботи: ваговий бал за одну МКР – 10. Максимальний бал за дві МКР складає 20 балів.

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

– повна відповідь на теоретичні питання, задачі вирішені правильно – 9-10 балів;

– відповідь на теоретичні питання з незначними недоліками, незначні помилки у вирішенні задач – 7-9 балів;

– відповідь на теоретичні питання з суттєвими недоліками, значні помилки у вирішенні задач – 4-6 балів;

– незадовільна відповідь на теоретичні питання, невірне вирішення задач – 0 балів.

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

3. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Умовою позитивного першого та другого календарного контролів є отримання не менше 50 % максимально можливого на момент відповідного календарного контролю рейтингу.

4. Умовою допуску до екзамену є зарахування завдань до практичних занять, 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. Завдання до екзамену складається із тестових завдань двох рівнів складності. Перший рівень складності містить двадцять запитань, на кожне з яких пропонується декілька відповідей, лише одна правильна. Кожна правильна відповідь у рамках першого рівня оцінюється в 1 бал. Другий рівень складності передбачає розв'язок 10 практичних завдань і за результатами розв'язку вибір правильної відповіді, оцінюється таке завдання у 2 бали.

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
Тестування за матеріалами лекційних занять	5	5	10

Виконання завдань до практичних занять	5	7,5	15
Розрахункова робота	15	7,5	15
МКР	2	10	20
Стартовий рейтинг		30	60
Екзамен	1	30	40
Підсумковий рейтинг		60	100

**Семестровий контроль:** екзамен. Умови допуску до семестрового контролю: виконані і зараховані МКР, практичні роботи і стартовий рейтинг не менше 30 балів.

Студенти, які виконали умови допуску до екзамену, виконують екзаменаційні тестові завдання. Сума стартових балів та балів за тестове завдання на екзамені переводиться до кінцевої оцінки згідно з таблицею.

Екзаменаційні тестові завдання оцінюються у 40 балів як і для очної форми навчання. Критерії оцінювання наведено вище.

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. Загальна характеристика проблеми балансування режимів роботи електроенергетичних систем

Тема 2. Нормальні режими роботи енергосистем з розподіленою генерацією.

Тема 3. Аварійні режими в енергосистемах з розподіленою генерацією.

Тема 4. Нормативно-правові засади, технічні аспекти забезпечення режимів роботи енергосистем.

Тема 5. Регулювання частоти та потужності в умовах змінної потужності поновлювальних джерел енергії.

Тема 6. Критерії надійності та сталості режимів роботи електроенергетичної системи з розподіленою генерацією.

Тема 7. Оптимізація поєднання традиційної та поновлювальної генерації

Тема 8. Моделі оптимальної диспетчеризації.

Тема 9. Методи та засоби накопичення електричної енергії на рівні електроенергетичної системи.

Тема 10. Оптимізація розміщення джерел розосередженої генерації, накопичувачів енергії щодо реалізації процесів балансування в системі.

Тема 11. Регулювання режимів з врахуванням ринкових механізмів.

Тема 12. Платформи з надання послуг регулювання.

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль, наведено у додатку до силабусу.

*Здобувач вищої освіти має можливість пройти онлайн курс(и) за однією або декількома темами, передбаченими робочою програмою навчальної дисципліни. Онлайн курс здобувач може обрати самостійно або за рекомендацією викладача. 1 год прослуханого курсу оцінюється у 0,83 бали. Максимальна кількість годин, яка може бути зарахована за результатами неформальної освіти, становить 12 год, відповідно максимальна кількість балів за такі результати становить – 10 балів.*

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

**Складено:** доцент кафедри електропостачання, канд. техн .наук, доцент, Черкашина Галина Ігорівна;

**Ухвалено** на засіданні кафедри електропостачання (протокол № 21 від 7.06.2023 р.)

**Погоджено** Методичною комісією НН інституту енергозбереження та енергоменеджменту (протокол № 9 від 22.06.2023 р.)