



МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ РЕЖИМІВ ЕНЕРГОСИСТЕМ

Силабус

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>14 «Електрична інженерія»</i>
Спеціальність	<i>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</i>
Освітня програма	<i>Електричні системи і мережі</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Денна за інтегрованим навчальним планом</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2023/2024, III курс, 5-й семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>90 годин / 3 кредити ECTS</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен / МКР</i>
Розклад занять	<i>http://rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к. т. н. Чижевський В. В. доцент кафедри електричних мереж та систем, vchizh@bigmir.net</i>
Розміщення курсу	<i>https://classroom.google.com/c/MTU4MjQ0MDI4ODMy?cjc=rmrvtg</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Навчальна дисципліна «Методи оптимізації режимів енергосистем» присвячена вирішенню актуальної техніко-економічної проблеми підвищення ефективності функціонування існуючих та проєктованих електричних мереж електроенергетичних систем різних класів номінальної напруги. Вивчення дисципліни забезпечує знання методів зниження втрат активної потужності та енергії в електричних мережах, способів регулювання напруги та реактивної потужності, підходів до оцінки оптимальності режимів роботи електричних мереж електроенергетичних систем.

Метою навчальної дисципліни є розвиток у студентів здатностей до формалізації та розв'язання задачі комплексної оптимізації параметрів режимів роботи електричних мереж електроенергетичних систем, здійснення економічно обґрунтованого вибору засобів оптимізації параметрів режимів роботи електричних мереж електроенергетичних систем та визначати їх робочі параметри.

Предмет навчальної дисципліни – методи та способи техніко-економічної оптимізації параметрів режимів роботи електричних мереж електроенергетичних систем.

Програмні результати навчання:

Компетентності:

- здатність вирішувати практичні задачі, пов'язані з роботою електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високих напруг;
- здатність вирішувати практичні задачі, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії;
- здатність оптимального вибору засобів регулювання режимних параметрів електричних мереж та систем та особливостей розрахунку їх параметрів;
- здатність проводити оптимізацію параметрів ustalених режимів електричних мереж та електроенергетичних систем із застосуванням новітніх методів та засобів.

Знання:

- особливостей застосування різних способів регулювання параметрів ustalених режимів електричних мереж та електроенергетичних систем;
- особливостей практичної реалізації методів оптимізації параметрів ustalених режимів електричних мереж та електроенергетичних систем.

Уміння:

- проводити аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах;
- виконувати задачі з технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж;
- комбінувати методи емпіричного і теоретичного дослідження для пошуку шляхів зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні;
- обирати відповідні засоби та визначати параметри їх налаштування з метою оптимального регулювання параметрів ustalених режимів електричних мереж та електроенергетичних систем.

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

Пререквізити: вивчення дисципліни передбачає необхідність попереднього вивчення навчальних дисциплін «Електричні мережі та системи», «Математичні моделі електричних систем» та «Регулювання режимів електричних систем».

Постреквізити: вивчення дисципліни забезпечує можливість вирішення дослідницько-проектних завдань в рамках дипломного проектування.

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліна складається з 3 розділів з таким розподілом за темами:

1. Загальні поняття про оптимізаційні розрахунки в електроенергетиці

Тема 1.1. Загальні поняття про задачі оптимізації в електроенергетиці.

Тема 1.2. Задача комплексної оптимізації режимів та методи її розв'язання.

2. Оптимізація режимів неоднорідних електричних мереж

Тема 2.1. Поняття про оптимальний поточкорозподіл потужності

Тема 2.2 Неоднорідні електричні мережі та методи їх оптимізації

3. Оптимізація розподілу реактивної потужності в електроенергетичних системах

Тема 3.1. Споживання та виробництво реактивної потужності в електроенергетичних системах.

Тема 3.2. Оптимізація розподілу реактивної потужності в електроенергетичних системах.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

1. Чижевський В. В. *Методи оптимізації режимів енергосистем. Конспект лекцій.*
2. Журахівський А. В. *Оптимізація режимів електроенергетичних систем: Навч. посібник / А. В. Журахівський, А. Я. Яцейко, З. М. Бахор. – Львів: Видавництво Львівської Політехніки, 2018. – 180 с.*
3. ДСТУ EN 50160-2014. *Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загальної призначеності (EN 50160:2010, IDT). [Чинний від 2014–10–01]. Вид. офіц. Київ: Мінекономрозвитку України, 2014. – 32 с.*
4. Кулик В. В. *Оптимізація розміщення джерел реактивної потужності в електричній мережі на основі моделювання її ідеальних режимів / В. В. Кулик, О. Б. Бурикін, В. М. Пірняк // Технологічний аудит і резерви виробництва. – ПП «Технологічний Центр». - 2018, №2 (40). – с. 59-65.*
5. Кириленко А. В. *Інтелектуальні електроенергетичні системи: елементи і режими / А. В. Кириленко, І. В. Блинов, С. П. Денисюк, В. Я. Жуйков, А. Г. Кисільова, Л. Н. Лук'яненко, Є. С. Осипенко, В. В. Павловський, Є. В. Парус, М. Ф. Сопель, А. О. Стелюк, С. Є. Танкевич. – К.: Ін-т електродинаміки НАН України, 2014. – 408 с.*
6. *Кодекс системи передачі [із змінами, внесеними згідно з Постановами Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг № 1120 від 21.06.2019, № 2267 від 05.11.2019, № 360 від 07.02.2020, № 1070 від 03.06.2020, № 1724 від 16.09.2020, № 333 від 03.03.2021, № 1546 від 16.09.2021, № 1680 від 29.09.2021, № 2027 від 10.11.2021, № 2992 від 29.12.2021, № 493 від 17.05.2022, № 1234 від 30.09.2022, № 1305 від 11.10.2022, № 1848 від 27.12.2022, № 68 від 17.01.2023, № 642 від 11.04.2023]. Затверджений постановою НКРЕКП № 309 від 14.03.2018.*
7. *Кодекс систем розподілу [із змінами, внесеними згідно з Постановами Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг № 2595 від 03.12.2019, № 1209 від 24.06.2020, № 717 від 28.04.2021, № 955 від 09.06.2021, № 1355 від 18.08.2021, № 1811 від 20.10.2021, № 352 від 26.03.2022, № 493 від 17.05.2022, № 1369 від 01.11.2022]. Затверджений постановою НКРЕКП № 310 від 14.03.2018.*

Додаткові інформаційні ресурси:

8. Das J. C. *Load Flow Optimization and Optimal Power Flow Vol.2 - CRC Press. – 2018. – 529 p.*
9. Montoya F. G. *Optimization Methods Applied to Power Systems: Volume 1 / Francisco G. Montoya, , Raúl Vaños Navarro. – MDPI. – 2019. – 382 p.*
10. Montoya F. G. *Optimization Methods Applied to Power Systems: Volume 2 / Francisco G. Montoya, , Raúl Vaños Navarro. – MDPI. – 2021. – 350 p.*
11. Баженов В. А., Кузнецов В. Г., Тугай Ю. И. *Оптимизация режимов электрических сетей. – К.: Наукова думка, 1992. – 216 с.*

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни

Лекційні заняття (12 годин)

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
1	<p><i>Оптимізаційні задачі в електроенергетичних системах: основні поняття та визначення</i> Основні поняття та визначення. Головна задача функціонування електроенергетичної системи. Види оптимізаційних задач. <i>Література: [1], [2], [3]</i></p>
2	<p><i>Задача комплексної оптимізації в електроенергетиці</i> Залежні та незалежні параметри режиму роботи електроенергетичної системи. Задача комплексної оптимізації режимів електроенергетичної системи: постановка та підходи до розв'язання. Цільова функція в задачах оптимізації режимів електроенергетичних систем <i>Література: [1], [2], [3]</i></p>
3	<p><i>Економічний струмозподіл в електричній мережі</i> Поняття про економічний струмозподіл активних потужностей в електричній мережі. Визначення економічного струмозподілу активних потужностей. Поняття про R-схему електричної мережі. <i>Література: [1], [2], [3], [5]</i></p>
4	<p><i>Електрично однорідні та електрично неоднорідні мережі. Зрівноважувальна економічна ЕРС</i> Поняття про електрично однорідну та електрично неоднорідну мережу. Врахування необхідності мінімізації прояву неоднорідності в електричних мережах в державних стандартах України в галузі електроенергетики. Режимні наслідки прояву електричної неоднорідності в електричних мережах. Зрівноважувальна економічна ЕРС. <i>Література: [1], [2], [3], [5]</i></p>
5	<p><i>Поняття про оптимальний розподіл реактивної потужності в електроенергетичних системах</i> Постановка задачі оптимального розподілу реактивної потужності в електроенергетичних системах. Типи задач з оптимального розподілу реактивних потужностей. <i>Література: [1], [3], [9], [10]</i></p>
6	<p><i>Розподіл реактивної потужності, що забезпечує бажаний режим напруги та оптимальний розподіл реактивної потужності, що забезпечує бажаний режим напруги</i> Визначення потужностей джерел реактивної потужності, що забезпечують бажаний режим напруги в електричній мережі. Критерій оптимальності розподілу реактивної потужності в електричних мережах. Оптимальний розподіл реактивної потужності, що забезпечує бажаний режим напруги в пунктах електричної мережі. <i>Література: [1], [3], [6]</i></p>

Практичні заняття (8 годин)

№ з/п	Назва теми практичного заняття (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
1	<p>Оптимізація функцій без обмежень із застосуванням методу найшвидшого спуску. Оптимізація коефіцієнта довжини кроку оптимізації із застосуванням одномірної оптимізації, квадратичної апроксимації, визначення оптимального коефіцієнту довжини кроку із застосуванням матриці Гессе. <i>Література: [1], [10]</i></p>

2	Розрахунок значень зрівноважувальної економічної ЕРС для контурів електрично неоднорідної мережі. Розрахунок параметрів ВДТ та режиму роботи електричної мережі з ВДТ Література: [2], [4], [10]
3	Розрахунок параметрів ємнісної та індуктивної УПК та режиму роботи електричної мережі з ними Література: [2], [4], [10]
4	Розрахунок оптимальної потужності нового джерела реактивної потужності в електричній мережі Література: [1]

Індивідуальні заняття

Індивідуальні заняття передбачають опрацювання матеріалів освітнього компоненту за такими формами:

1) теоретична підготовка (24 години):

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
1	Поняття про градієнтні методи оптимізації. Метод найшвидшого спуску Градієнтні методи оптимізації. Метод найшвидшого спуску. Розрахунок масштабних множників за допомогою напрямних косинусів Література: [1], [4]
2	Оптимізація коефіцієнту довжини кроку в градієнтних методах оптимізації Одномірна оптимізація коефіцієнту довжини кроку. Оптимізація коефіцієнту довжини кроку із застосуванням матриці Гессе. Оптимізація коефіцієнту довжини кроку із застосуванням квадратичної апроксимації. Література: [1], [5], [6]
3	Розв'язання оптимізаційних задач із обмеженнями-рівностями та обмеженнями-нерівностями Розв'язання оптимізаційних задач з обмеженнями-рівностями із застосуванням допоміжної функції Лагранжа. Розв'язання оптимізаційних задач із обмеженнями-нерівностями із застосуванням внутрішніх, зовнішніх штрафних функцій. Розв'язання задач з оптимізації режимних параметрів електроенергетичних систем із обмеженнями-рівностями та обмеженнями-нерівностями Література: [1], [5], [6], [8]
4	Розрахунок складових вектора-градієнта для електроенергетичних оптимізаційних задач Підходи до розрахунку складових вектора-градієнта для електроенергетичних оптимізаційних задач Література: [1], [2], [4], [8]
5	Засоби та способи оптимізації режимів електричних мереж з неоднорідністю Засоби та способи оптимізації режимів електричних мереж з неоднорідністю. Питання стійкості економічних рішень під час вибору кількості засобів оптимізації режиму роботи неоднорідної електричної мережі Література: [1], [2], [3], [5]
6	Оптимізація режиму роботи неоднорідної електричної мережі із застосуванням трансформаторних засобів. Оптимізація режиму роботи неоднорідної електричної мережі із застосуванням вольтододаткових та фазоповоротних трансформаторів. Принципові схеми ВДТ. ВДТ з поздовжнім, поперечним та змішаним регулюванням напруги. Особливості моделювання ВДТ та ФПТ. Вибір параметрів ВДТ та оптимального місця встановлення ВДТ в електричній мережі. Література: [1], [2], [3], [5]

7	<p><i>Оптимізація режиму роботи неоднорідної електричної мережі із застосуванням ємнісних та індуктивних УПК</i></p> <p>Розрахунок опорів УПК, необхідних для оптимізації режиму мережі. Класифікація ємнісних УПК. Розрахунок параметрів ємнісної УПК та оптимального місця встановлення ємнісної УПК в електричній мережі. Моделювання ємнісної УПК. Режимні умови допустимості роботи ємнісної УПК. Класифікація індуктивних УПК. Розрахунок параметрів індуктивної УПК та оптимального місця встановлення індуктивної УПК в електричній мережі. Моделювання індуктивної УПК.</p> <p><i>Література: [1], [2], [3], [5]</i></p>
8	<p><i>Оптимізація неоднорідної мережі способом розмикання контурів.</i></p> <p>Алгоритм застосування способу оптимізації режиму електричної мережі із розмиканням контурів. Особливості застосування способу оптимізації режиму електричної мережі із розмиканням контурів в електричних мережах різних класів номінальної напруги</p> <p><i>Література: [1], [2], [3], [5]</i></p>
9	<p><i>Регульовані джерела реактивної потужності в електроенергетичних системах</i></p> <p>Синхронні генератори як регульовані джерела реактивної потужності в електроенергетичних системах. Режим роботи синхронних генераторів як джерел реактивної потужності. Синхронні компенсатори як регульовані джерела та споживачі реактивної потужності в електроенергетичних системах. Батареї статичних конденсаторів та шунтувальні реактори як регульовані джерела та споживачі реактивної потужності в електроенергетичних системах. Засоби FACTS.</p> <p><i>Література: [1], [3], [9], [10]</i></p>
10	<p><i>Підходи до виробництва та керування потоками реактивної потужності в енергосистемах країн світу та в Україні</i></p> <p>Централізований та децентралізований підходи до виробництва реактивної потужності в енергосистемах країн світу. Аналіз балансу реактивної потужності в Україні.</p> <p><i>Література: [1], [5]</i></p>
11	<p><i>Втрати активної потужності в джерелах реактивної потужності</i></p> <p>Розрахунок втрат активної потужності при виробництві реактивної потужності в синхронних генераторах, синхронних компенсаторах та ємнісних УПК. Оптимальний розподіл реактивної потужності між різними генеруючими блоками одного джерела</p> <p><i>Література: [1]</i></p>
12	<p><i>Визначення оптимальної потужності нового джерела реактивної потужності</i></p> <p>Функція дисконтованих витрат в задачі визначення оптимальної потужності нового джерела реактивної потужності. Складові функції дисконтованих витрат в задачі визначення оптимальної потужності нового джерела реактивної потужності. Обмеження задачі визначення оптимальної потужності нового джерела реактивної потужності. Мінімізація функції дисконтованих витрат.</p> <p><i>Література: [1]</i></p>

2) практична підготовка (10 годин):

№ з/п	Назва теми практичного заняття (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
1	<p><i>Оптимізація функцій без обмежень із застосуванням методу спряженого градієнта та Ньютона 1-го порядку</i></p> <p><i>Література: [1], [10]</i></p>

2	<i>Розв'язання оптимізаційних задач з обмеженнями-рівностями із застосуванням допоміжної функції Лагранжа. Розв'язання оптимізаційних задач із обмеженнями-нерівностями із застосуванням внутрішніх, зовнішніх та комбінованих штрафних функцій</i> <i>Література: [4]</i>
3	<i>Оптимальне розмикання контурів в складнозамкнених електричних мережах номінальною напругою до 220 кВ</i> <i>Література: [2], [4], [10]</i>
4	<i>Розрахунок оптимального розподілу реактивних потужностей, що забезпечує бажаний режим напруги в електричній мережі</i> <i>Література: [1]</i>
5	<i>Розрахунок оптимального розподілу реактивних потужностей з урахуванням обмежень за напругою</i> <i>Література: [1]</i>

6. Самостійна робота здобувача

<i>№з/п</i>	<i>Вид самостійної роботи</i>	<i>Кількість годин СРС</i>
1	Підготовка до аудиторних занять	9
2	Підготовка до тестування і складання тестів	6
3	Підготовка до МКР і складання МКР	6
4	Підготовка до іспиту	15
Загалом		36

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Правила відвідування занять

Відвідування лекційних та практичних занять є обов'язковим. Студенти мають право на вільне відвідування лекційних занять з письмового дозволу декану факультету у випадку, коли нормований інтегральний рейтинг студента становить не менше 80%.

Правила поведінки на заняттях

Здобувач має можливість отримувати заохочувальні бали за активність на лекційних та практичних заняттях, передбачені РСО дисципліни.

Використання засобів зв'язку на заняттях допускається виключно за вказівкою викладача для пошуку інформації на гугл-диску викладача та в інтернеті.

Політика дедлайнів та перескладань

Студент має право на перескладання МКР у разі неможливості її складання в рамках основного складання, дату та час проведення якого визначає викладач, або у разі неуспішного її складання. Перескладання МКР проводиться в інтервалі до 2 тижнів з дати її основного складання. У випадку порушення термінів перескладання МКР на результати перескладання нараховуються штрафні бали відповідно до РСО з дисципліни.

Перескладання тестового завдання передбачено виключно у випадку неможливості складання тесту в рамках основного складання. Перескладання тестового завдання проводиться в інтервалі до 2 тижнів з дати його основного складання. У випадку порушення термінів перескладання тестового завдання на результати перескладання нараховуються штрафні бали відповідно до РСО з дисципліни.

Всі перескладання відбуваються виключно у визначений викладачем час за узгодженням з ним. Дедлайн складання або перескладання МКР та тестів – не пізніше 3 днів до заліку з відповідного освітнього компоненту. У разі порушення термінів дедлайну допуск до перескладання здійснюється виключно за наявності письмового дозволу завідувача кафедри або декана факультету.

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 в процесі своєї діяльності.

Інші вимоги

У разі використання цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка у соцмережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема – бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.

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

Поточний контроль: виконання МКР (складається з двох окремих частин) та трьох тестових завдань.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу відповідно до графіку навчального процесу в КПІ ім. Ігоря Сікорського.

Умови отримання позитивної оцінки з календарного контролю: 12 балів для 1-го календарного контролю, 25 балів для 2-го календарного контролю.

Семестровий контроль: екзамен.

Умови допуску до семестрового контролю: зараховано обидві частини МКР (бал за кожен частину МКР не менший за 6).

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

Рейтингова система оцінювання освітнього компоненту передбачає можливість набору студентом максимуму у 100 рейтингових балів (без урахування заохочувальних балів).

Бали до семестрового рейтингу студент отримує за:

- 1) виконання двох частин МКР – максимально по 10 балів за кожен частину МКР;
- 2) виконання двох тестових завдань – максимально по 10 балів за кожен тест;
- 3) активну роботу на лекційних та практичних заняттях, найкращі результати виконання тестових завдань (заохочувальні бали) – максимально 10 балів;
- 4) виконання екзаменаційної роботи – максимально 50 балів;

Штрафні бали до семестрового рейтингу студент отримує за:

- 1) неуспішного складання певної частини МКР – 3 бали за кожен неуспішно складену частину МКР;

- 2) неявку на складання певної частини МКР без поважної причини – 3 бали за кожную частину МКР.

Максимальне значення суми заохочувальних балів, отриманих студентом за період вивчення освітнього компонента, не може перевищувати 10. Максимальне значення суми штрафних балів, отриманих студентом за період вивчення освітнього компонента, не може перевищувати 10.

Умовою атестації студента за результатами 7 тижнів навчання (перший календарний контроль) є отримання ним не менше 12 рейтингових балів. Умовою атестації студента за результатами 13 тижнів навчання (другий календарний контроль) є отримання ним не менше 25 рейтингових балів.

Критерії нарахування балів семестрового рейтингу:

- 1) Виконання двох частин МКР (за кожную частину):

- повне правильне розв'язання задачі – 10 балів;
- повне розв'язання задачі з незначними помилками – 8...9 балів;
- розв'язання задачі з суттєвими помилками або неповне розв'язання – 6...7 балів;
- задачу нерозв'язано або розв'язано з грубими помилками – 0 балів за роботу.

Нескладена або неуспішно складена частина МКР підлягає обов'язковому перескладанню.

У випадку неуспішного складання студентом певної частини МКР на результати її перескладання нараховуються 3 штрафні бали.

У випадку неявки студента на складання певної частини МКР без поважної причини на результати перескладання нараховуються 3 штрафні бали, за наявності поважної причини (хвороба, підтверджена медичною довідкою, тощо) штрафні бали не нараховуються.

Дату і час перескладання частин МКР визначає викладач.

- 2) Виконання трьох тестових завдань

Кожне тестове завдання містить 20 теоретичних питань. Відповіді на кожне тестове питання оцінюються так:

- повністю правильна відповідь – 0,5 бали;
- неправильна або неповністю правильна відповідь – 0 балів.

Бали, отримані за кожне тестове завдання, підсумовуються окремо. Максимальна кількість балів, яка може бути отримана за виконання кожного тестового завдання, становить 30. Десять відсотків студентів потоку, які набрали найбільшу кількість балів за виконання певного тестового завдання, отримують по 3 заохочувальні бали.

Виконані студентом тестові завдання не підлягають перескладанню.

У випадку неявки студента на складання певного тестового завдання без поважної причини на результати перескладання нараховуються 3 штрафні бали, за наявності поважної причини (хвороба, підтверджена медичною довідкою, тощо) штрафні бали не нараховуються.

Дату і час перескладання тестових завдань визначає викладач.

- 3) Активна робота на лекційних та практичних заняттях

За активну роботу на лекційному або практичному занятті студент має змогу отримати 1...2 заохочувальні бали.

- 4) Виконання екзаменаційної роботи

Критерієм допуску студента до семестрового контролю (екзамену) є зарахування обох частин МКР (бал за кожную частину МКР має становити не менше 6).

Екзаменаційна робота складається з теоретичної та практичної частини. Теоретична частина містить 20 тестових питань, практична частина – 2 задачі.

Відповіді на кожне тестове питання теоретичної частини залікової роботи оцінюються так:

- повністю правильна відповідь – 1 бал;
- неправильна або неповністю правильна відповідь – 0 балів.

Система оцінювання задач практичної частини екзаменаційної роботи є такою:

- повне правильне розв'язання задачі – 15 балів;
- повне розв'язання задачі з незначними помилками – 11...14 балів;
- розв'язання задачі з суттєвими помилками або неповне розв'язання – 9...10 балів;
- задачу нерозв'язано або розв'язано з грубими помилками – 0 балів.

Максимальне значення суми балів, які студент може отримати за виконання екзаменаційної роботи, становить 50. Час, відведений на виконання екзаменаційної роботи становить 25 хвилин на теоретичну частину та 45 хвилин на практичну частину.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою

<i>Кількість балів</i>	<i>95...100</i>	<i>85...94</i>	<i>75...84</i>	<i>65...74</i>	<i>60...64</i>	<i>Менше 60</i>	<i>Невиконання умов допуску</i>
<i>Оцінка</i>	<i>відмінно</i>	<i>дуже добре</i>	<i>добре</i>	<i>задовільно</i>	<i>достатньо</i>	<i>незадовільно</i>	<i>недопущено</i>

9. Додаткова інформація з дисципліни

Виконання МКР

Виконання обох частин МКР може відбуватися із застосуванням програмних комплексів для виконання інженерних розрахунків, встановлених в комп'ютерних класах кафедри електричних мереж та систем.

Виконання тестових завдань

Виконання обох тестових завдань передбачає можливість застосування спеціалізованої тестової системи, встановленої в комп'ютерних класах кафедри електричних мереж та систем.

Виконання екзаменаційної роботи

Виконання екзаменаційної роботи передбачає застосування спеціалізованої тестової системи та програмних комплексів для виконання інженерних розрахунків, встановлених в комп'ютерних класах кафедри електричних мереж та систем.

Перелік питань до семестрового контролю

1. Постановка задачі оптимізації режимів енергосистем. Шляхи оптимізації режиму за критерієм мінімізації експлуатаційних витрат.
2. Постановка задачі оптимізації режимів енергосистем. Види задач оптимізації.
3. Задача комплексної оптимізації: формулювання мета, особливості вирішення.
4. Задача комплексної оптимізації: формулювання, обмеження, методи розрахунку.
5. Градієнтні методи оптимізації: загальні положення.
6. Градієнтні методи оптимізації: метод найшвидшого спуску.
7. Градієнтні методи оптимізації: метод спряженого градієнту.
8. Градієнтні методи оптимізації: метод Ньютона.
9. Градієнтні методи оптимізації: оптимізація зі сталим коефіцієнтом довжини кроку із розрахунком масштабних множників на основі вектору-градієнту.
10. Градієнтні методи оптимізації: оптимізація зі сталим коефіцієнтом довжини кроку із розрахунком масштабних множників за допомогою напрямних косинусів.
11. Градієнтні методи оптимізації: розрахунок оптимального кроку за допомогою одновірної оптимізації.
12. Градієнтні методи оптимізації: розрахунок оптимального кроку за допомогою матриці Гессе.

13. Градієнтні методи оптимізації: розрахунок оптимального кроку за допомогою квадратичної апроксимації.
14. Градієнтні методи оптимізації: перевірка досягнення локального мінімуму.
15. Розв'язання оптимізаційних задач з обмеженнями-рівностями.
16. Розв'язання оптимізаційних задач з обмеженнями-нерівностями.
17. Розрахунок складових вектору-градієнту в задачах оптимізації електричних мереж та електроенергетичних систем
18. Розподіл реактивних потужностей в енергосистемах: постановка задачі, прямі та непрямі обмеження.
19. Розподіл реактивних потужностей в енергосистемах: 4 типи задач в залежності від кількості ступенів свободи системи.
20. Споживачі та джерела реактивної потужності в енергосистемі.
21. Особливості централізованого та децентралізованого використання джерел реактивної потужності.
22. Режим роботи синхронного генератора як джерела реактивної потужності.
23. Особливості застосування синхронних компенсаторів, УППК та шунтувальних реакторів як джерел реактивної потужності в системі.
24. Розподіл реактивних потужностей, що забезпечує бажаний режим напруги.
25. Експлуатаційна постановка задачі оптимального розподілу реактивних потужностей за відсутності технічних обмежень. Функція втрат потужності в мережі та похідна від функції.
26. Функція втрат активної потужності в джерелах реактивної потужності та похідна від функції. Визначення коефіцієнтів A_1 та A_2 для БСК.
27. Функція втрат активної потужності в джерелах реактивної потужності та похідна від функції. Визначення коефіцієнтів A_1 та A_2 для синхронних генераторів.
28. Функція втрат активної потужності в джерелах реактивної потужності та похідна від функції. Визначення коефіцієнтів A_1 та A_2 для синхронних компенсаторів.
29. Втрати активної потужності в джерелах реактивної потужності. Визначення функції втрат потужності в БП та в системі в цілому, похідна від функції.
30. Поняття критичної потужності. Принципи вибору кількості працюючих агрегатів – джерел реактивної потужності.
31. Визначення дисконтованих витрат, пов'язаних з покриттям втрат активної енергії, викликаних протіканням реактивної потужності в ЛЕП мережі, джерелах реактивної потужності та БП.
32. Оптимальний розподіл реактивних потужностей з урахуванням обмежень за режимом напруги.

Сертифікати проходження дистанційних чи онлайн курсів за тематикою освітнього компонента можуть бути зараховані за умови виконання вимог, наведених у Наказі «Про затвердження положення про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського результатів навчання, набутих у неформальній / інформальній освіті» №7-177 від 01.10.2020.

Силабус:

- **складено** доц. кафедри електричних мереж та систем ФЕА к. т. н. Чижевським В. В.
- **ухвалено** кафедрою електричних мереж та систем ФЕА (протокол № 13 від 20.06.2023 р.)
- **погоджено** Методичною комісією ФЕА (протокол №10 від 22.06.2023 р.)