



Спецпитання з виробництва та розподілу електроенергії

Силабус освітнього компоненту

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістр)</i>
Галузь знань	14 «Електрична інженерія»
Спеціальність	141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Освітня програма	УПРАВЛІННЯ, ЗАХИСТ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ЕНЕРГОСИСТЕМ
Статус дисципліни	НОРМАТИВНИ, цикл професійної підготовки
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	1курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	180 годин / 6 кредитів ECTS (72 лек., 18 прак., 90 СРС, залік)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік / МКР
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua/ 1 лекція (2 години) 2 рази на тиждень; 1 практичне заняття (2 години) 1 раз на 2 тижні
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: 1) Заколюдажний Володимир Васильович, zakolodyazhny-fea@ill.kpi.ua , 2) Хоменко Олег Володимирович, hotenko-fea@ill.kpi.ua
Розміщення курсу	Google Classroom Частина 2: https://classroom.google.com/c/MjYwMjE4MDQwMTk3?cjc=oilksw Частина 1: https://classroom.google.com/c/NTq4ODY4MDQyMjA4?cjc=d5bmcyx

Програма навчальної дисципліни

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

Програма навчальної дисципліни «Спецпитання з виробництва та розподілу електроенергії» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки магістрів з галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітньої програми "Управління, захист та автоматизація енергосистем".

Метою навчальної дисципліни є закріплення у студентів наступних загальних та фахових спеціальних компетентностей: ЗК02 - здатність до використання загальних та комунікаційних технологій, ЗК03 - здатність використовувати знання у практичних ситуаціях, ЗК06 - здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями,

ФК01 - здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові і технічні методи для вирішення науково-технічних проблем і задач, планувати, організовувати та проводити наукові дослідження в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, ФК02 - здатність застосовувати існуючі та розробляти нові методи, методики, технології та процедури для вирішення інженерних завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки; ФК06 - здатність демонструвати знання і розуміння математичних

принципів і методів, необхідних для використання в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці, ФК09 - здатність розуміти і враховувати соціальні, екологічні, економічні та комерційні міркування, що впливають на реалізацію технічних рішень в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці, ФК16 - здатність до моделювання, розрахунку та аналізу параметрів перехідних електромагнітних процесів в електроенергетичних системах, ФК17 - здатність визначати типи протиаварійної автоматики та систем керування, необхідні для забезпечення функціонування електроенергетичного обладнання в нормальних та аварійних режимах, та виконувати розрахунки параметрів їх налаштування, ФК19 - Здатність розуміти математичні підходи до принципів автоматичного регулювання в енергетичних системах, особливості функціонування пристроїв регулювання.

Предмет навчальної дисципліни – розробка проекту релейного захисту системної та протиаварійної автоматики електричної мережі. Вибір пристроїв захисту та автоматики. Розрахунок уставок пристроїв захисту та автоматики. Розгляд методів другого порядку для моделювання і оптимізації усталених режимів роботи ЕЕС, формування статистичних моделей, регулювання напруг і генерація реактивної потужності в електричній мережі, оптимізаційні задачі АСДУ.

Програмні результати навчання, на формування та покращення яких спрямована дисципліна:
PH02 - відтворювати процеси в електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах при їх комп'ютерному моделюванні, PH03 - опановувати нові версії або нове програмне забезпечення, призначене для комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електро-механічних системах, PH05 - аналізувати процеси в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні і відповідних комплексах та системах, PH06 - реконструювати існуючі електричні мережі, станції та підстанції, електромеханічні і електротехнічні комплекси та системи з метою підвищення їх надійності, ефективності експлуатації та подовження ресурсу, PH08 - враховувати правові та економічні аспекти наукових досліджень та інноваційної діяльності, PH12 - планувати та виконувати наукові дослідження та інноваційні проекти в сфері електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, PH14 - дотримуватися принципів та напрямів стратегії розвитку енергетичної безпеки України, PH20 - виявляти основні чинники та технічні проблеми, що можуть заважати впровадженню сучасних методів керування електроенергетичними, електротехнічними та електромеханічними системами, PH21 - вміти обирати засоби протиаварійної автоматики та систем керування, необхідних для забезпечення функціонування електроенергетичного обладнання в нормальних та аварійних режимах, та вміти визначити оптимальні параметри їх налаштування, знати типи протиаварійної автоматики та систем керування, принципи їх функціонування, методики розрахунку параметрів їх налаштування, PH23 - знати математичні засади принципів автоматичного регулювання в електроенергетичних системах та особливостей функціонування пристроїв регулювання, відтворювати процеси в електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах при їх комп'ютерному моделюванні.

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

При вивченні дисципліни використовуються знання з попередніх за навчальним планом дисциплін: основи і засоби передачі інформації в електроенергетиці, автоматичне управління в енергосистемах. Компетенції, знання та уміння, одержані в процесі вивчення дисципліни є необхідними для наукової роботи за темою магістерської дисертації, проходження практики та подальшого якісного виконання магістерської дисертації.

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліна структурно розподілена на **2 частини**, а саме:

Частина 1. Проектування та експлуатація систем захисту, керування та автоматики.

Опис. Загальні поняття експлуатації систем РЗА. Організація робіт у пристроях РЗА. Експлуатація кіл напруги пристроїв РЗА. Пристрої РЗА генераторів, блоків та автотрансформаторів. Газовий захист. Диференційний захист шин станцій і підстанцій. Диференційний захист шин станцій і підстанцій. Основні захисти ПЛ 110-330 кВ. Резервні захисти ПЛ 110-330 кВ. Режим заземлення нейтралей. Пристрої АВР 35-110 кВ. Прискорення земляного захисту на паралельних лініях. Апаратура каналів протиаварійної автоматики і релейного захисту. Автоматичне повторне включення (ТАПВ, ШАПВ, ОАПВ). Пристрій резервування відмови вимикачів (ПРВВ). Пристрої відбору напруги на лініях для АПВ і синхронізації. Поводження захисту при хитаннях і несинхронних вмиканнях. Мікропроцесорні пристрої РЗА ПЛ-330 кВ. Мікропроцесорні пристрої РЗА АТ 330/110 кВ.

Кількість годин: лекції – 36 годин, практичні – 18 год.

Література: [5, 6]

Додаткові ресурси: [1, 2]

Частина 2. Математичні задачі енергетики. Спеціальні питання

Складається із 5-ти розділів:

1. **Математичні моделі для аналізу і оптимізації режимів роботи ЕЕС**, в якому в узагальненому вигляді розглядаються питання моделювання схем і режимів роботи електричних мереж ЕЕС, оптимізації їх режимів.
2. **Методи другого порядку в задачах моделювання і оптимізації режимів роботи ЕЕС**, в якому розглядаються апроксимаційні моделі другого порядку для моделювання і оптимізації режимів роботи ЕЕС, алгоритми їх застосування.
3. **Статистичні моделі при аналізі режимів роботи ЕЕС**, де розглядаються питання формування і розрахунку статистичних моделей для застосування їх при аналізі режимів роботи ЕЕС.
4. **Регулювання напруги і реактивної потужності в ЕЕС**, в якому розглядаються методи і основні засоби регулювання напруги в електричних мережах.
5. **Оптимізаційні задачі АСДУ**, в якому розглядаються технологічні задачі оптимізації, область допустимих режимів і введення режимів в ОДР, оцінювання стану електричної системи.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література.

1. Методичні вказівки «Математичні задачі енергетики» для студентів денної та заочної форми навчання спеціальності 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" / Укл.: І.О. Переверзєв, В.В. Зінзура – Кропивницький: ЦНТУ, 2018 – 73 с.
<http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/8151/1/MathTasks%20Ener.pdf>
2. Електричні мережі та системи: Конспект лекцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 141«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», спеціалізації «Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: С. П. Шевчук, О. В. Мейта. – Електронні текстові дані (1 файл: 4,46 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 167 с.
https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/48808/1/Elektrychni_merezhi_ta_systemy.pdf
3. Журахівський, А. В., Яцейко А.Я., Бахор З.М. Оптимізація режимів електроенергетичних систем: навч. посібник для вузів / А. В. Журахівський та ін. ; Держ. ун-т "Львівська політехніка - Львів, 2018. - 180 с.

4. Математичні задачі енергетики. Частина 1: Моделювання і аналіз усталених режимів роботи електричних систем [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітньої програми «Управління, захист та автоматизація енергосистем» / КПІ ім. І. Сікорського; укладач: О.В. Хоменко. - Електронні текстові дані (1 файл: 4,473 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 108 с.
<http://ela.kpi.ua/handle/123456789/49048>
 5. Конспект лекцій. «Спецітання з виробництва та розподілу електроенергії. Частина 1. Проектування та експлуатація систем захисту, керування та автоматики». для студентів денної та заочної форми навчання спеціальності 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" / Укл.: В.В. Заколюдажний, О.В. Хоменко – Київ: КПІ, 2023 –167 с.
 6. Спецітання з виробництва та розподілу електроенергії: Збірник задач і вправ для практичних занять [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітньої програми «Управління, захист та автоматизація енергосистем» / КПІ ім. І. Сікорського; укладач: О.В. Хоменко, В.В. Заколюдажний. - Електронні текстові дані (1 файл: 2,444 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 45 с.
<https://drive.google.com/file/d/11Yq3sdlTVkfa5CwNhO3RRORwHCwzxeZ/view>
 7. Правила улаштування електроустановок : 2017. – Офіц. вид. – К.: Форт, Мінпаливенерго України, 2017.
- Додаткова література.
8. Конспект лекцій з дисципліни «Електричні мережі та системи» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка/ Укл.: к.т.н., доцент Ключев О.В. – Кам'янське: ДДТУ, 2019, 196 стор.
 9. Навчальний посібник. Проектування електроенергетичних і електромеханічних систем та пристроїв. Релейний захист. Навчальний посібник для студентів зі спеціальності електроенергетика, електротехніка, електромеханіка. / Є.І. Сокол, О.Г. Гриб, В.М. Баженов та ін. – Харків, ФОП Бровін О.В., 2020, 128 с.
https://www.researchgate.net/publication/344830261_Projektuvanna_elektroenergeticnih_i_elektromehanicnih_sistem_ta_pristroiv_Relejniy_zahist

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)
	Частина 1. Проектування та експлуатація систем захисту, керування та автоматики
1	Вступне заняття. Загальні поняття експлуатації систем РЗА. Літературні джерела: [5, 6]
2	Організація робіт у пристроях РЗА Літературні джерела: [5, 6]
3	Експлуатація кіл напруги пристроїв РЗА Літературні джерела: [5, 6]
4	Пристрої РЗА генераторів, блоків та автотрансформаторів Літературні джерела: [5, 6]
5	Газовий захист

	<i>Літературні джерела: [5, 6]</i>
6	<i>Диференційний захист шин станцій і підстанцій Літературні джерела: [5, 6]</i>
7	<i>Пристрої АВР 35-110 кВ Літературні джерела: [5, 6]</i>
8	<i>Основні захисти ПЛ 110-330 кВ Літературні джерела: [5, 6]</i>
9	<i>Резервні захисти ПЛ 110-330 кВ Літературні джерела: [5, 6]</i>
10	<i>Прискорення земляного захисту на паралельних лініях Літературні джерела: [5, 6]</i>
11	<i>Апаратура каналів протиаварійної автоматики і релейного захисту Літературні джерела: [5, 6]</i>
12	<i>Автоматичне повторне включення (ТАПВ, ШАПВ, ОАПВ) Літературні джерела: [5, 6]</i>
13	<i>Пристрій резервування відмови вимикачів (ПРВВ) Літературні джерела: [5, 6]</i>
14	<i>Мікропроцесорні пристрої РЗА ПЛ-330 кВ Літературні джерела: [5, 6]</i>
15	<i>Мікропроцесорні пристрої РЗА АТ 330/110 кВ Літературні джерела: [5, 6]</i>
16	<i>Режим заземлення нейтралей Літературні джерела: [5, 6]</i>
17	<i>Пристрої відбору напруги на лініях для АПВ і синхронізації Літературні джерела: [5, 6]</i>
18	<i>Поводження захисту при хитаннях і несинхронних вмиканнях. Літературні джерела: [5, 6] Модульна контрольна робота 1.</i>
	Частина 2. Математичні задачі енергетики. Спеціальні питання
	Розділ 1. Математичні моделі для аналізу і оптимізації режимів роботи ЕЕС
19	<i>Математичні моделі схеми і режимів роботи режимів роботи електричної мережі ЕЕС: Схеми заміщення, системи рівнянь усталеного режиму, методи розв'язання систем рівнянь усталеного режиму Літературні джерела: [1, 3]</i>
20.	<i>Розв'язання систем рівнянь усталеного режиму. Заключні обчислення параметрів режиму: струмозподіл в мережі, потекорозподіл, втрати потужності, баланс потужності в ЕЕС Літературні джерела: [1, 3]</i>
21.	<i>Математичні моделі для оптимізації режимів роботи ЕЕС: критерій оптимізації режимів, цільова функція, обмеження при оптимізації. Методи врахування обмежень. Математичні методи оптимізації. Літературні джерела: [1, 3]</i>
	Частина 2. Розділ 2. Методи другого порядку в задачах моделювання і оптимізації режимів роботи ЕЕС
22.	<i>Формування апроксимаційної моделі усталеного режиму роботи електричної мережі Літературні джерела: [1, 4]</i>
23.	<i>Методи нульового, першого і другого порядків для розв'язання систем рівнянь</i>

	усталеного режиму. Загальний алгоритм розв'язання систем рівнянь усталеного режиму методами першого і другого порядків Літературні джерела: [1, 4]
24.	Приклади розв'язання систем рівнянь усталеного режиму методами другого порядку Літературні джерела: [1, 4]
25.	Методи другого порядку в оптимізаційних задачах. Апроксимаційна модель оптимізації. Літературні джерела: [1, 4]
26.	Узагальнений метод Ньютона. Загальний алгоритм оптимізації з використанням методів другого порядку. Літературні джерела: [1, 4]
	Частина 2. Розділ 3. Статистичні моделі при аналізі режимів роботи ЕЕС
27.	Визначення і формування статистичних моделей. Основні визначення. Види регресійних залежностей. Алгоритм обчислення коефіцієнтів регресії. Розрахунок простих статистичних моделей. Літературні джерела: [2]
28.	Розрахунок простих статистичних моделей: Лінійна однофакторна статистична модель. Лінійна двохфакторна та багатфакторна статистичні моделі. Квадратичні одно- та двох- факторні статистичні моделі. Приклади розрахунку моделей. Літературні джерела: [2]
	Частина 2. Розділ 4. Регулювання напруги і реактивної потужності в електроенергетичній системі
29.	Вплив напруги на техніко-економічні показники споживачів та елементів електричної системи Літературні джерела: [2, 3]
30.	Методи і засоби регулювання напруги Літературні джерела: [3]
31.	Регулювання напруги трансформаторами з РПН. Закони регулювання напруги трансформаторами з РПН Літературні джерела: [3]
32.	Деякі технічні засоби регулювання напруги Літературні джерела: [3]
33.	Компенсація реактивної потужності в електричних мережах Літературні джерела: [3]
	Частина 2. Розділ 5. Оптимізаційні задачі АСДУ
34.	Технологічні питання оптимізації режимів роботи електричних мереж Літературні джерела: [1, 4]
35.	Область допустимих режимів. Введення режимів в допустиму область Літературні джерела: [1, 3]
36.	Оцінювання стану електричної системи. МКР Літературні джерела: [1, 3] Модульна контрольна робота 2.

Лабораторні заняття – не передбачені

Практичні заняття

№	Тема практичного заняття	Кількість
---	--------------------------	-----------

з/п		ауд. годин
1	Автоматичне форсування збудження і роззбудження синхронного генератора	2
2	Розрахунок релейного форсування турбогенератора ТГВ-300 при його роботі з машинним збуджувачем ВТ-1600	2
3	Розрахунок режиму роботи АРЗ генератора ТВВ-165-2	2
4	Розрахунок режимів роботи пристроїв струмового компаундування і узгодженого коректора	2
5	Розрахунок системи компаундування генератора	2
6	Влаштування несинхронного АПВ	2
7	Методика розв'язання АПВСС	2
8	Розрахунок диференційного захисту трансформатора Розрахунок уставок диференційного захисту з гальмуванням на понижуючих трансформаторах	4
	ЗАГАЛОМ	18

Контрольна робота

Метою контрольної роботи є закріплення та перевірка теоретичних знань із освітнього компоненту, набуття студентами практичних навичок.

Модульна контрольна робота (МКР) виконується в два етапи – після вивчення Частини 1 та після вивчення Частини 2. Кожний студент отримує індивідуальне завдання, відповідно до якого необхідно відповісти на тестові запитання та розв'язати задачі.

Самостійна робота студентів

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять Літературні джерела: [1-4]	40
2.	Підготовка до практичних занять Літературні джерела:	20
2	Підготовка до МКР Літературні джерела: [1-4]	10
3	Підготовка до заліку Літературні джерела: [1-4]	20
	ЗАГАЛОМ	90

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.
- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський здійснюється за умови вказівки викладача;
- правила призначення заохочувальних та штрафних балів: заохочувальні та штрафні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали.

Заохочувальні бали нараховують за участь у факультетських та інститутських олімпіадах та наукових конференціях. Штрафні бали нараховують за несвоєчасну подачу студентом лабораторних робіт.

- політика дедлайнів та перескладань: 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 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 (PCO)

Поточний контроль: МКР.

Календарний контроль: провадиться двічі в семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: залік

Умови допуску до семестрового контролю: позитивні оцінки (>59 балів) на календарному контролі і на кожному з практичних занять.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно

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

- виконання практичних завдань;
- виконання модульної контрольної роботи (МКР);

Виконання практичних завдань	МКР	R
80	20	100

Якщо наприкінці семестру після проходження всіх контрольних заходів з дисципліни студент отримав не менше ніж 60 рейтингових балів, а також виконав умови допуску до семестрового контролю, він отримує позитивну оцінку відповідно набраних протягом семестру рейтингових балів.

Виконання практичних робіт

Ваговий бал – 10,0.

Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях – 10.0 бали * 8 = 80.0 балів.

Критерії оцінювання

- практичне завдання не виконано або протокол не представлений – повертається на відпрацювання або доопрацювання - 0 балів.
- виконання практичного завдання, самостійне виконання обчислень, оформлення протоколу досліджень, відповідь на питання до захисту надана повністю помилково – 2,0 бали;

- виконання практичного завдання, самостійне виконання обчислень, оформлення протоколу досліджень, відповідь на питання до захисту надана з суттєвими помилками – 2,1 - 3,0 бали;
- виконання практичного завдання, самостійне виконання обчислень, оформлення протоколу досліджень, відповідь на питання до захисту надана з несуттєвими помилками – 3,1 - 5,0 балів;
- виконання практичного завдання, самостійне виконання обчислень, оформлення протоколу досліджень, відповідь на питання до захисту має ряд неточностей – 5,1 - 7,0 балів;
- виконання практичного завдання, самостійне виконання обчислень, оформлення протоколу досліджень, відповідь на питання до захисту має одну неточність – 7,1 - 9,9 балів;
- виконання практичного завдання, самостійне виконання обчислень, оформлення протоколу досліджень, повна відповідь на питання за темою практичної роботи – 10 балів.

Модульна контрольна робота.

Складається з відповідей на тестові запитання.

Модульна контрольна робота складається з чотирьох практичних задач.

Ваговий бал задачі № 1 – 5 балів;

Ваговий бал задачі № 2 – 5 балів;

Ваговий бал задачі № 3 – 5 балів;

Ваговий бал задачі № 4 – 5 балів;

Максимальний бал за МКР – 20 балів.

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.

У разі, якщо сума рейтингових балів менше ніж 60, але виконані умови допуску до семестрової контролю з дисципліни, студент виконує на останньому за розкладом занятті залікову контрольну роботу. Також за бажанням, студент має право на участь у заліковій контрольній роботі з метою підвищення попередньої оцінки.

Форма семестрового контролю – залік

Залікова робота складається з двох теоретичних запитань та двох практичних завдань (задач).

Критерії оцінювання залікової роботи

Ваговий бал кожної задачі – 30.

Ваговий бал кожного теоретичного питання – 20.

Максимальний бал за залікову роботу – 100.

Критерії оцінювання задачі

- 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.

Критерії оцінювання теоретичного питання

- студент дав вичерпну відповідь на питання, дає чіткі визначення всіх понять і величин, відповіді логічні і послідовні – 18-20 балів;
- майже вичерпна відповідь, наявність незначних неточностей – 15-17 балів;
- часткова відповідь, показує знання, але недостатньо розуміє суть процесів, наявність незначних неточностей – 12-14 балів;

- часткова відповідь, недостатнє розуміння суті процесів, наявність значних помилок – 1-11 балів;
- відсутність відповіді – 0 балів.

8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік тем, які виносяться на семестровий контроль

1. Математичні моделі для аналізу і оптимізації режимів роботи ЕЕС.
2. Методи другого порядку в задачах моделювання і оптимізації режимів роботи ЕЕС
3. Статистичні моделі при аналізі режимів роботи ЕЕС
4. Оптимізаційні задачі АСДУ
5. Регулювання напруги і реактивної потужності в ЕЕС
6. Проектування та експлуатація систем захисту, керування та автоматики.

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

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус)

складено доц. каф. АЕ Хоменко О.В., асистент Заколюдажний В.В.

Ухвалено кафедрою автоматизації енергосистем ФЕА (протокол № 14 від 27.06.2024 р.)
Погоджено Методичною комісією факультету ФЕА (протокол № 10 від 23.06.2024 р.)

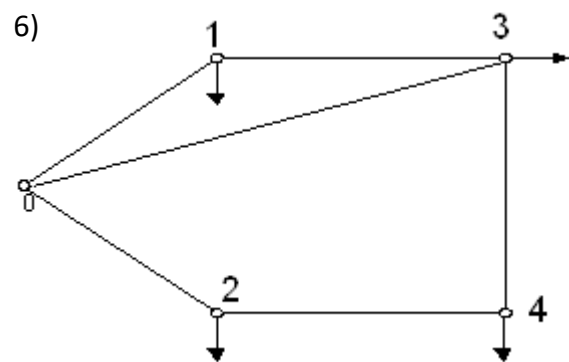
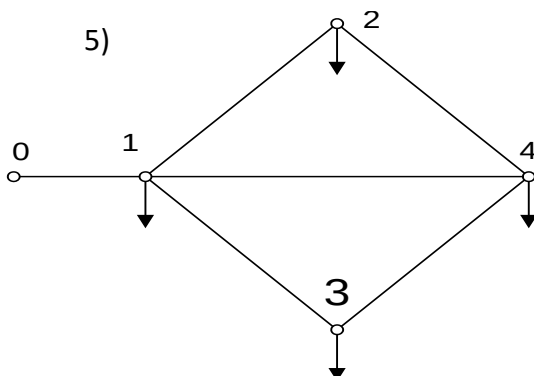
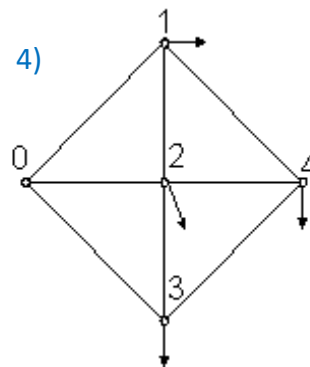
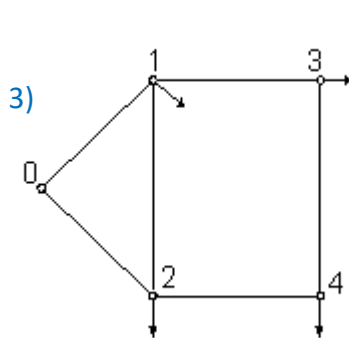
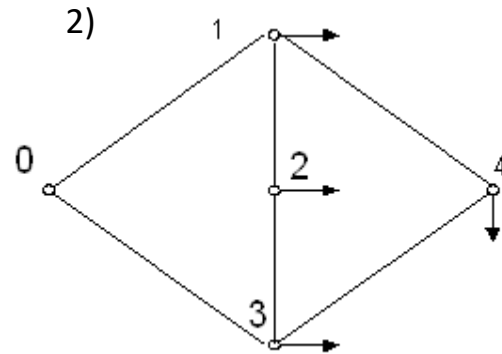
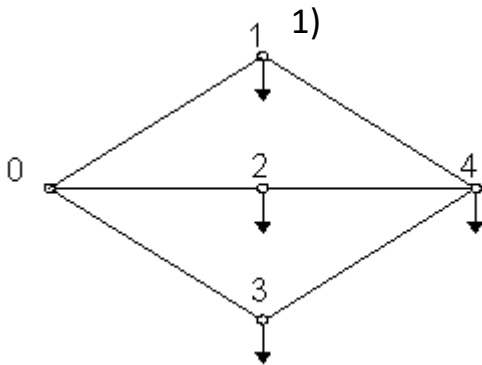
Індивідуальні завдання на модульну контрольну роботу

ЗАДАЧА 1. Для заданої схеми мережі сформувати систему рівнянь усталеного режиму і виконати її апроксимацію у вигляді системи квадратичних рівнянь (СКР).

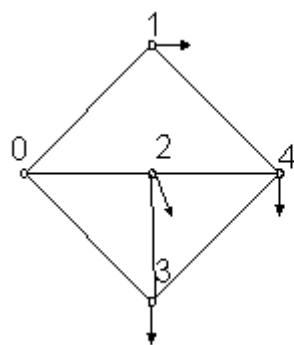
Відомі:

- схема електричної мережі (5 вузлів);
- напруга опорного вузла U_0
- провідності ділянок Y_{ij}
- активні потужності у вузлах P_1, P_2, P_3, P_4

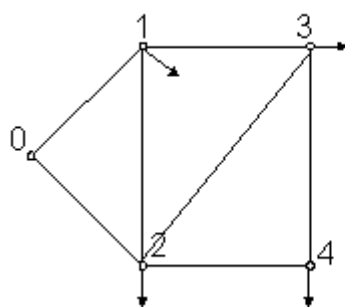
Варіанти схем електричної мережі:



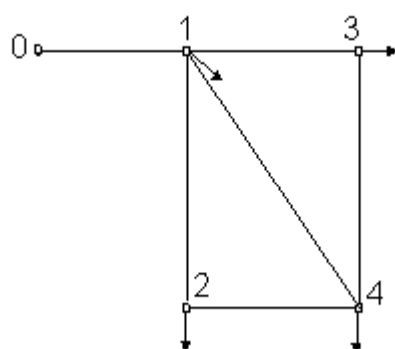
7)



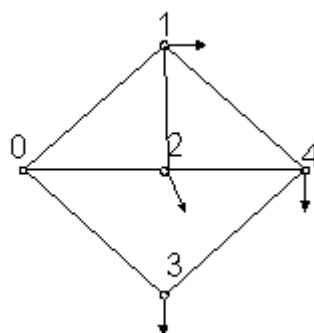
8)



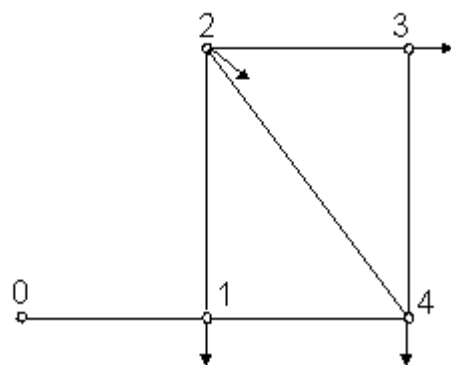
9)



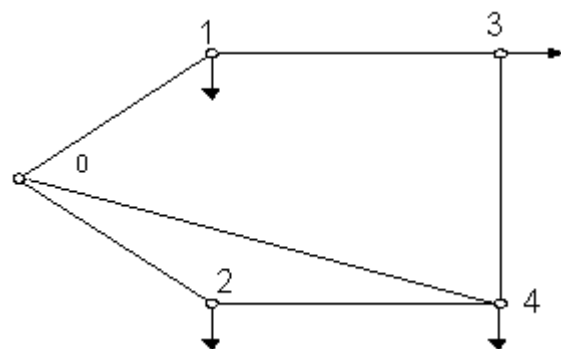
10)



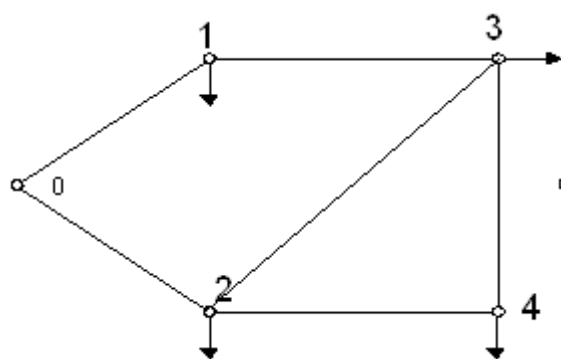
11)



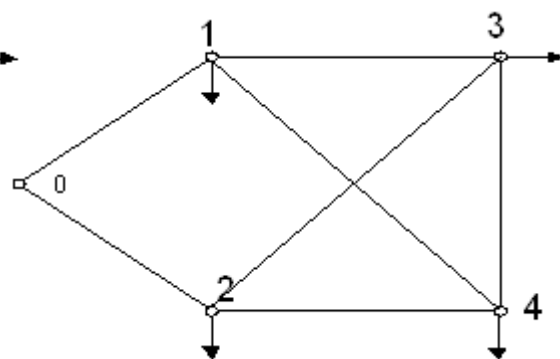
12)



13)



14)



ЗАДАЧА 2. На основі заданих статистичних рядів звітних значень визначальних факторів (потужності навантаження у міжсистемних ЛЕП) і досліджуваного показника (сумарні втрати активної потужності в мережі) сформувані регресійну залежність втрат потужності від навантаження ЛЕП, визначити коефіцієнти регресії і обчислити сумарні втрати потужності при прогнозованому значенні потужностей.

ВАРІАНТИ завдань:

Варіант № 1

На основі заданих статистичних рядів звітних значень визначальних факторів (потужності навантаження у двох міжсистемних ЛЕП) і досліджуваного показника (сумарні втрати активної потужності в мережі) сформувані *двохфакторну лінійно-квадратичну* регресійну залежність втрат від навантаження ЛЕП, визначити коефіцієнти регресії і обчислити сумарні втрати потужності при прогнозованому значенні потужностей $P_{1п}$ і $P_{2п}$.

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_{1t}	11	14	14	20	13	10	11	12	10	16
P_{2t}	10	13	16	21	13	9	11	12	10	13
$\Delta P_{\Sigma t}$	21	23	22	26	21	17	21	21	19	21
$P_{1п}$	10									
$P_{2п}$	15									

Варіант № 2

На основі заданих статистичних рядів звітних значень визначального фактора (потужність навантаження у міжсистемній ЛЕП) і досліджуваного показника (сумарні втрати електроенергії в мережі) сформувані *однофакторну лінійну* регресійну залежність втрат від навантаження, визначити коефіцієнти регресії і обчислити сумарні втрати енергії при прогнозованому значенні потужності $P_{п}$.

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_t	10	15	16	20	13	9	11	12	10	14
ΔW_t	20	22	23	26	21	18	21	21	19	23
$P_{п}$	18									

Варіант № 3

На основі заданих статистичних рядів звітних значень визначального фактора (потужність навантаження у міжсистемній ЛЕП) і досліджуваного показника (сумарні втрати електроенергії в мережі) сформувані *однофакторну квадратичну* регресійну залежність втрат від навантаження, визначити коефіцієнти регресії і обчислити сумарні втрати енергії при прогнозованому значенні потужності $P_{п}$.

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_t	11	14	15	20	13	10	11	12	10	16
ΔW_t	20	22	23	26	21	18	21	21	19	23
$P_{п}$	9									

Варіант № 4

На основі заданих статистичних рядів звітних значень визначальних факторів (потужності навантаження у двох міжсистемних ЛЕП) і досліджуваного показника (сумарні втрати електроенергії в мережі) сформувані *двохфакторну лінійну* регресійну залежність втрат від навантаження ЛЕП, визначити коефіцієнти регресії і обчислити сумарні втрати енергії при прогнозованому значенні потужностей $P_{1п}$ і $P_{1п}$.

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P1t	11	14	15	20	13	10	11	12	10	16
P2t	10	15	16	20	13	9	11	12	10	14
ΔW_t	21	22	22	26	21	17	21	21	19	22
P1п	6									
P2п	21									

Варіант № 5

На основі заданих статистичних рядів звітних значень визначальних факторів (потужності навантаження у двох міжсистемних ЛЕП) і досліджуваного показника (сумарні втрати електроенергії в мережі) сформувати *двохфакторну лінійно-квадратичну* регресійну залежність втрат від навантаження ЛЕП, визначити коефіцієнти регресії і обчислити сумарні втрати енергії при прогнозованому значенні потужностей $P_{1п}$ і $P_{2п}$.

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P1t	11	14	15	20	13	10	11	12	10	16
P2t	10	15	16	20	13	9	11	12	10	14
ΔW_t	21	22	22	26	21	17	21	21	19	22
P1п	6									
P2п	21									

Варіант № 6

На основі заданих статистичних рядів звітних значень визначальних факторів (потужності навантаження у двох міжсистемних ЛЕП) і досліджуваного показника (сумарні втрати електроенергії в мережі) сформувати *двохфакторну квадратичну* регресійну залежність втрат від навантаження ЛЕП, визначити коефіцієнти регресії і обчислити сумарні втрати енергії при прогнозованому значенні потужностей $P_{1п}$ і $P_{2п}$.

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P1t	11	14	15	20	13	10	11	12	10	16
P2t	10	15	16	20	13	9	11	12	10	14
ΔW_t	21	22	22	26	21	17	21	21	19	22
P1п	6									
P2п	21									

Варіант № 7

На основі заданих статистичних рядів звітних значень визначальних факторів (потужності навантаження у двох міжсистемних ЛЕП) і досліджуваного показника (сумарні втрати електроенергії в мережі) сформувати *двохфакторну лінійно-квадратичну* регресійну залежність втрат від навантаження ЛЕП, визначити коефіцієнти регресії і обчислити сумарні втрати енергії при прогнозованому значенні потужностей $P_{1п}$ і $P_{2п}$.

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P1t	10	14	14	20	13	10	11	12	10	16
P2t	10	15	16	21	13	9	11	12	10	15
ΔW_t	21	22	22	26	21	17	21	21	19	22
P1п	9									
P2п	19									

Варіант № 8

На основі заданих статистичних рядів звітних значень визначальних факторів (потужності навантаження у двох міжсистемних ЛЕП) і досліджуваного показника (сумарні втрати активної

потужності в мережі) сформувати *двохфакторну квадратичну* регресійну залежність втрат від навантаження ЛЕП, визначити коефіцієнти регресії і обчислити сумарні втрати потужності при прогнозованому значенні потужностей $P_{1п}$ і $P_{2п}$.

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_{1t}	12	14	15	21	13	10	11	12	10	15
P_{2t}	10	16	13	20	13	9	11	12	10	17
$\Delta P_{\Sigma t}$	21	23	22	26	24	17	21	21	19	21
$P_{1п}$	8									
$P_{2п}$	15									

Варіант № 9

На основі заданих статистичних рядів звітних значень визначальних факторів (потужності навантаження у двох міжсистемних ЛЕП) і досліджуваного показника (сумарні втрати активної потужності в мережі) сформувати *двохфакторну лінійну* регресійну залежність втрат від навантаження ЛЕП, визначити коефіцієнти регресії і обчислити сумарні втрати потужності при прогнозованому значенні потужностей $P_{1п}$ і $P_{2п}$.

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_{1t}	15	14	14	20	14	10	11	12	11	16
P_{2t}	9	15	16	21	13	9	13	12	10	14
$\Delta P_{\Sigma t}$	20	22	22	26	20	17	22	21	19	23
$P_{1п}$	18									
$P_{2п}$	13									

Варіант № 10

На основі заданих статистичних рядів звітних значень визначального фактору (потужність навантаження у міжсистемній ЛЕП) і досліджуваного показника (сумарні втрати активної потужності в мережі) сформувати *однофакторну квадратичну* регресійну залежність втрат від навантаження, визначити коефіцієнти регресії і обчислити сумарні втрати потужності при прогнозованому значенні потужності $P_{п}$.

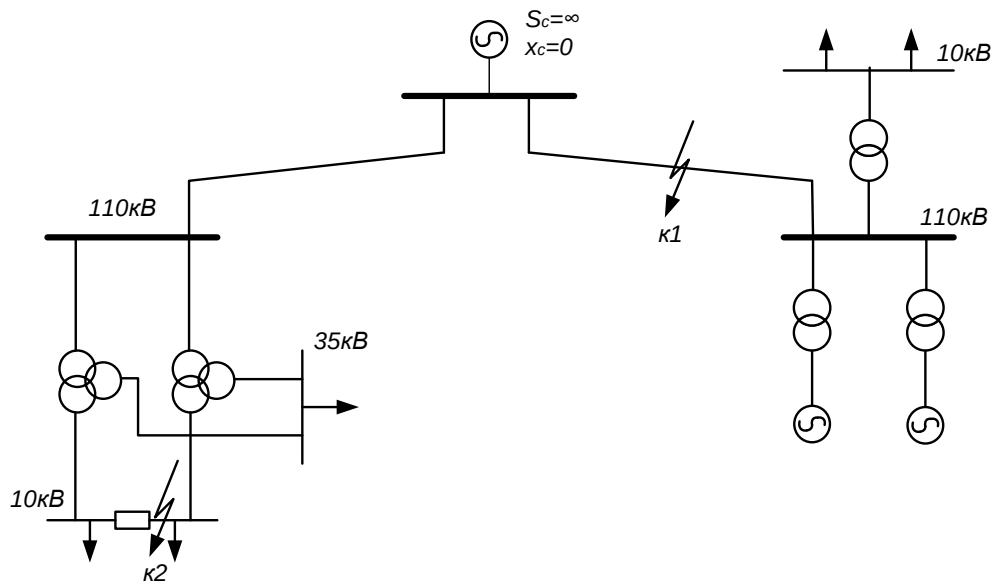
t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_t	10	15	15	20	14	10	11	12	10	17
$\Delta P_{\Sigma t}$	21	22	24	26	21	19	21	21	19	22
$P_{п}$	19									

Варіант № 11

На основі заданих статистичних рядів звітних значень визначальних факторів (потужності навантаження у двох міжсистемних ЛЕП) і досліджуваного показника (сумарні втрати активної потужності в мережі) сформувати *двохфакторну лінійно-квадратичну* регресійну залежність втрат від навантаження ЛЕП, визначити коефіцієнти регресії і обчислити сумарні втрати потужності при прогнозованому значенні потужностей $P_{1п}$ і $P_{2п}$.

ЗАДАЧА 3.

1. Вибрати пристрої РЗА для заданого вузла енергосистеми.
2. Описати спрацювання пристроїв РЗА при пошкодженні в точках $K1$ та $K2$.



ЗАДАЧА 4.

1. Вибрати пристрої РЗА для заданого вузла енергосистеми.
2. Описати спрацювання пристроїв РЗА при пошкодженні в точках $K1$ та $K2$.

