



Спецпитання з виробництва та розподілу електроенергії

Силабус освітнього компоненту

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістр)</i>
Галузь знань	<i>G «Інженерія, виробництво, та будівництво»</i>
Спеціальність	<i>G3 «Електрична інженерія»</i>
Освітня програма	<i>УПРАВЛІННЯ, ЗАХИСТ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ЕНЕРГОСИСТЕМ</i>
Статус дисципліни	<i>НОРМАТИВНІ, цикл професійної підготовки</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1-й курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>120 годин / 4 кредитів ECTS (44 лек., 76 СРС, МКР, залік)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік / МКР</i>
Розклад занять	<i>https://schedule.kpi.ua/ лекція 1,5 рази на тиждень;</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: 1) <i>Заколюдажний Володимир Васильович,</i> <i>zakolodyazhny-fea@ill.kpi.ua,</i> 2) <i>Хоменко Олег Володимирович, hotenko-fea@ill.kpi.ua</i>
Розміщення курсу	<i>Google Classroom</i> Частина 2: <i>https://classroom.google.com/c/MjYwMjE4MDQwMTk3?cjc=oilksw</i> Частина 1: <i>https://classroom.google.com/c/NTg4ODY4MDQyMjA4?cjc=d5bmcyx</i>

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 G «Інженерія, виробництво, та будівництво» за спеціальністю G3 «Електрична інженерія», освітньої програми "Управління, захист та автоматизація енергосистем".

Метою навчальної дисципліни є формування 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 існуючі та розробляти нові методи, методики, технології та процедури для вирішення інженерних завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки; ФК04 - здатність демонструвати знання і розуміння математичних принципів і методів, необхідних для використання в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці, ФК05 - здатність розуміти і враховувати соціальні, екологічні, економічні та комерційні міркування, що впливають на реалізацію технічних рішень в електроенергетиці, електротехніці та

електромеханіці, ФК11 - 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, ФК12 - здатність визначити проблему і ідентифікувати обмеження, включаючи ті, що пов'язані з проблемами охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків в електроенергетиці, здатність керувати процесами та оцінювати їх результати, ФК13 - здатність до моделювання, розрахунку та аналізу параметрів перехідних електромагнітних процесів в електроенергетичних системах, ФК14 - 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, ФК17 - здатність розуміти принципи організації та особливості функціонування інформаційно-управляючих систем та засобів збереження інформації в електроенергетиці.

Предмет навчальної дисципліни – проектування систем автоматизованого керування технологічними процесами в електричних мережах. 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:
РН01 - відтворювати процеси в електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах при їх комп'ютерному моделюванні, РН03 - аналізувати процеси в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні і відповідних комплексах та системах, РН04 - реконструювати існуючі електричні мережі, станції та підстанції, електромеханічні і електротехнічні комплекси та системи з метою підвищення їх надійності, ефективності експлуатації та подовження ресурсу, РН05 - володіти методами математичного та фізичного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах, РН06 - здійснювати пошук джерел ресурсної підтримки для додаткового навчання, наукової та інноваційної діяльності, РН07 - планувати та виконувати наукові дослідження та інноваційні проекти в сфері електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, РН08 - враховувати правові та економічні аспекти наукових досліджень та інноваційної діяльності, РН09 - дотримуватися принципів та напрямів стратегії розвитку енергетичної безпеки України, РН13 - виявляти основні чинники та технічні проблеми, що можуть заважати впровадженню сучасних методів керування електроенергетичними, електротехнічними та електромеханічними системами, РН14 - опановувати нові версії або нове програмне забезпечення, призначене для комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах, РН17 - 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, РН19 - 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.

Складається з 7 розділів:

1. Об'єкти і системи керування.
2. Послідовність проектування АСКТП
3. Розробка і виконання схем автоматизації в АСКТП
4. Вибір технічних засобів при проектуванні схем автоматизації
5. Проектування мікропроцесорних систем керування
6. Проектування принципів схем живлення систем автоматизації
7. Проектування пунктів керування для АСКТП.

Кількість годин: лекції – 22 години.

Література: [1, 6]

Додаткові ресурси: [9, 10]

Частина 2. Математичні задачі енергетики. Спеціальні питання

Складається із 4-х 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.

Кількість годин: лекції – 22 години, МКР.

Література: [2, 5]

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література:

1. Пушкар М.С. Проектування систем автоматизації [Текст]: навч. посібник / М.С. Пушкар, С.М. Проценко – Д.: Національний гірничий університет, 2013. – 268 с.
2. 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%20Enerq.pdf>

3. *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 данні (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*
4. *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.*
5. *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 данні (1 файл: 4,473 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 108 с.
<http://ela.kpi.ua/handle/123456789/49048>*
6. *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.*
7. *«Спецітання з виробництва та розподілу електроенергії. Частина 1. Проектування та експлуатація систем захисту, керування та автоматики». Збірник задач і вправ для практичних занять. Для студентів денної та заочної форми навчання спеціальності 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" / Укл.: В.В. Заколюдажний, О.В. Хоменко – Київ: КПІ, 2023 – 26 с.
<https://classroom.google.com/c/NTg4ODY4MDQyMjA4/m/NjE1NjMwNTQzODU4/details>*
8. *Правила улаштування електроустановок: 2017. – Офіц. вид. – К.: Форт, Мінпаливенерго України, 2017.*

Додаткова література.

9. *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.*
10. *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_Relejnij_zahist*

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
2	Об'єкти і системи керування. Аналіз систем керування Літературні джерела: [1, 6, 9, 10]
3	Послідовність проектування АСКТП. Термінологія, зміст і склад технічної документації Літературні джерела: [1, 6, 9, 10]
4	Розробка і виконання схем автоматизації в АСКТП. Види і типи схем, правила їх виконання. Літературні джерела: [1, 6, 9, 10]
5	Розробка і виконання схем автоматизації в АСКТП. Розробка принципових схем автоматизації. Літературні джерела: [1, 6, 9, 10]
6	Вибір технічних засобів при проектуванні схем автоматизації. Вибір датчиків, перетворювачів, вторинних приладів, засобів відображення, виконавчих пристроїв, засобів передачі інформації Літературні джерела: [1, 6, 9, 10]
7	Проектування мікропроцесорних систем керування Основні характеристики мікропроцесорних систем. Літературні джерела: [1, 6, 9, 10]
8	Проектування мікропроцесорних систем керування Розробка програмного забезпечення для мікропроцесорних систем. Літературні джерела: [1, 6, 9, 10]
9	Проектування принципових схем живлення систем автоматизації. Системи та джерела електроживлення засобів автоматики АСКТП Літературні джерела: [1, 6, 9, 10]
10	Проектування пунктів керування для АСКТП Ергодічні характеристики оператора. Аналіз і оптимізація роботи людини-оператора в системах керування. Літературні джерела: [1, 6, 9, 10]
11	Проектування пунктів керування для АСКТП Основні принципи і рекомендації з проектування робочих місць оператора. Створення комфортних та безпечних умов праці обслуговуючого персоналу АСКТП Літературні джерела: [1, 6, 9, 10]
	Частина 2. Математичні задачі енергетики. Спеціальні питання
	Розділ 1. Математичні моделі для аналізу і оптимізації режимів роботи ЕЕС
12	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]
13	Розв'язання систем рівнянь усталеного режиму. Заключні обчислення параметрів режиму: струмозподіл в мережі, потужнострозподіл, втрати потужності, баланс

	потужності в ЕЕС Літературні джерела: [1, 3]
14	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]
	Частина 2. Розділ 2. Методи другого порядку в задачах моделювання і оптимізації режимів роботи ЕЕС
15	Формування апроксимаційної моделі усталеного режиму роботи електричної мережі Літературні джерела: [1, 4]
16	Методи нульового, першого і другого порядків для розв'язання систем рівнянь усталеного режиму. Загальний алгоритм розв'язання систем рівнянь усталеного режиму методами першого і другого порядків. Приклади розв'язання систем рівнянь усталеного режиму методами другого порядку Літературні джерела: [1, 4]
17	Методи другого порядку в оптимізаційних задачах. Апроксимаційна модель оптимізації. 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
18	Визначення і формування статистичних моделей. Основні визначення. Види регресійних залежностей. Алгоритм обчислення коефіцієнтів регресії. Розрахунок простих статистичних моделей. Літературні джерела: [2]
19	Розрахунок простих статистичних моделей: Лінійна однофакторна статистична модель. Лінійна двофакторна та багатофакторна статистичні моделі. Квадратичні одно- та двофакторні статистичні моделі. Приклади розрахунку моделей. Літературні джерела: [2]
	Частина 2. Розділ 4. Регулювання напруги і реактивної потужності в електроенергетичній системі
20	Вплив напруги на техніко-економічні показники споживачів та елементів електричної системи Літературні джерела: [2, 3]
21	Методи і засоби регулювання напруги Літературні джерела: [3]
22.	Деякі технічні засоби регулювання напруги. Регулювання напруги трансформаторами з РПН. Закони регулювання напруги трансформаторами з РПН. Компенсація реактивної потужності в електричних мережах Літературні джерела: [3] Модульна контрольна робота.

Лабораторні заняття – не передбачені

Практичні заняття – не передбачені

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]	35
2	Підготовка до МКР Літературні джерела: [1-4]	20
3	Підготовка до заліку Літературні джерела: [1-4]	21
	ЗАГАЛОМ	76

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 (РСО)

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.

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 модульної контрольної роботи (МКР);
- балів, отриманих на заліку;

МКР	Залік	R
60	40	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 може отримати позитивну оцінку відповідно набраних протягом семестру рейтингових балів.

Модульна контрольна робота.

Складається з відповідей на тестові запитання.

Модульна контрольна робота складається з чотирьох практичних задач.

Ваговий бал задачі № 1 – 15 балів;

Ваговий бал задачі № 2 – 15 балів;

Ваговий бал задачі № 3 – 15 балів;

Ваговий бал задачі № 4 – 15 балів;

Максимальний бал за МКР – 60 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 – 10.

Ваговий бал кожного теоретичного питання – 10.

Максимальний бал за залікову роботу – 40.

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 – 8-10 балів;
- майже вичерпна відповідь, наявність незначних неточностей – 5-7 балів;
- часткова відповідь, показує знання, але недостатньо розуміє суть процесів, наявність незначних неточностей – 2-4 бали;
- часткова відповідь, недостатнє розуміння суті процесів, наявність значних помилок – 1 бал;
- 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 Заколодяжний В.В.

Ухвалено кафедрою автоматизації енергосистем ФЕА (протокол № 3 від 24.09.2025 р.)

Погоджено Навчально-методичною комісією факультету електроенерготехніки та автоматики (протокол №1 від 25.09.2025р.)

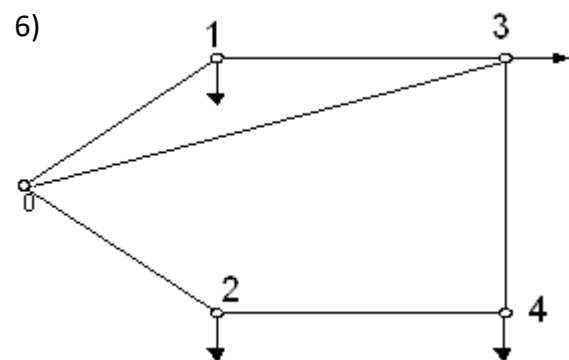
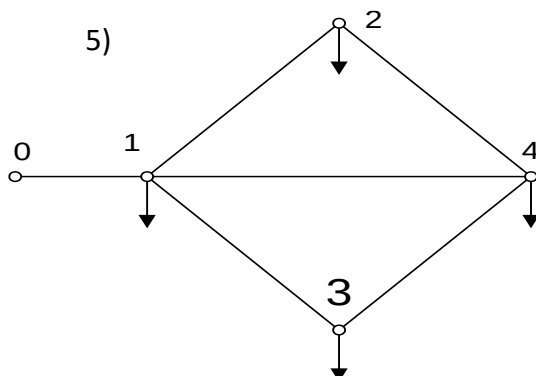
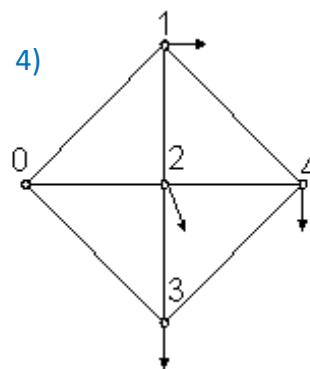
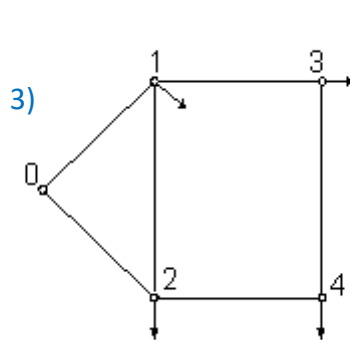
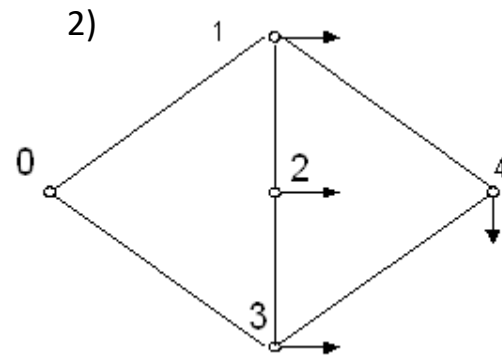
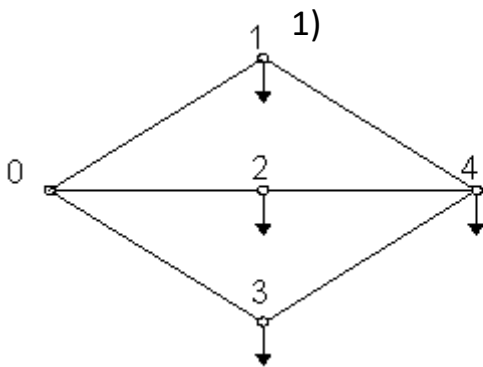
Індивідуальні завдання на модульну контрольну роботу

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

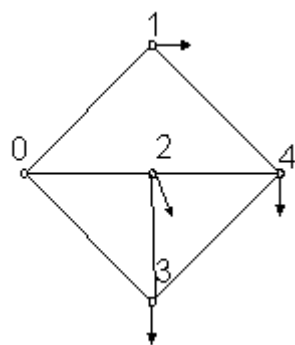
Відомі:

- 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

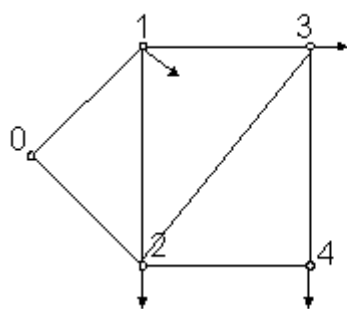
Варіанти схем електричної мережі:



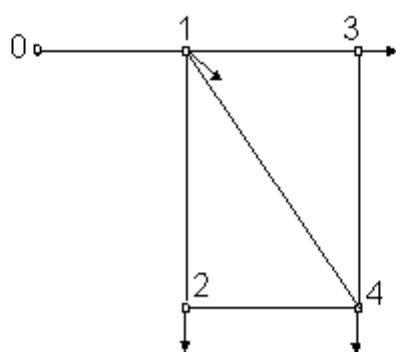
7)



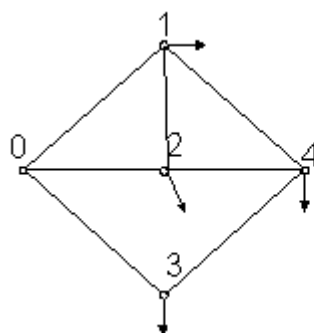
8)



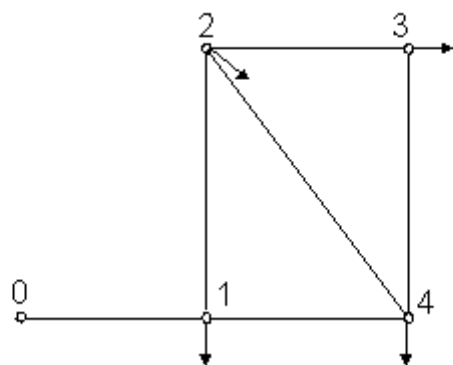
9)



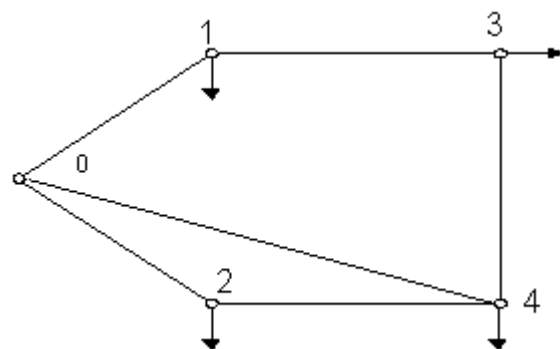
10)



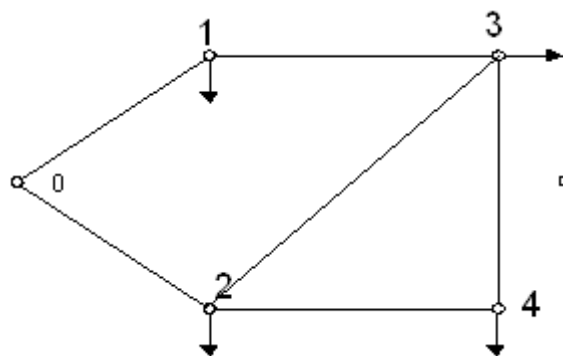
11)



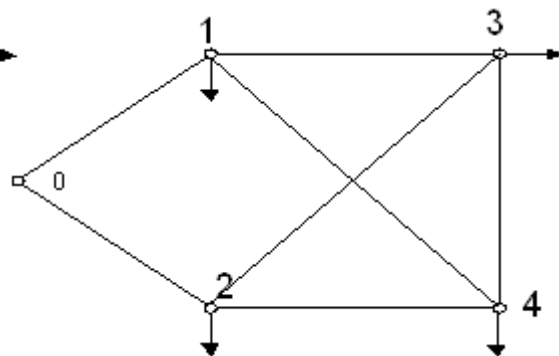
12)



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) сформувати 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) 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 $P_{2п}$.

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) сформувати *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) сформувати *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) сформувати *двохфакторну лінійну* 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 № 5

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 лінійно-квадратичну* регресійну залежність втрат від навантаження ЛЕП, визначити коефіцієнти регресії і обчислити сумарні втрати енергії при прогнозованому значенні потужностей P1п і P1п.

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) сформувані *двохфакторну квадратичну* регресійну залежність втрат від навантаження ЛЕП, визначити коефіцієнти регресії і обчислити сумарні втрати енергії при прогнозованому значенні потужностей P1п і P1п.

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) сформувані *двохфакторну лінійно-квадратичну* регресійну залежність втрат від навантаження ЛЕП, визначити коефіцієнти регресії і обчислити сумарні втрати енергії при прогнозованому значенні потужностей P1п і P1п.

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 $P_{п}$.

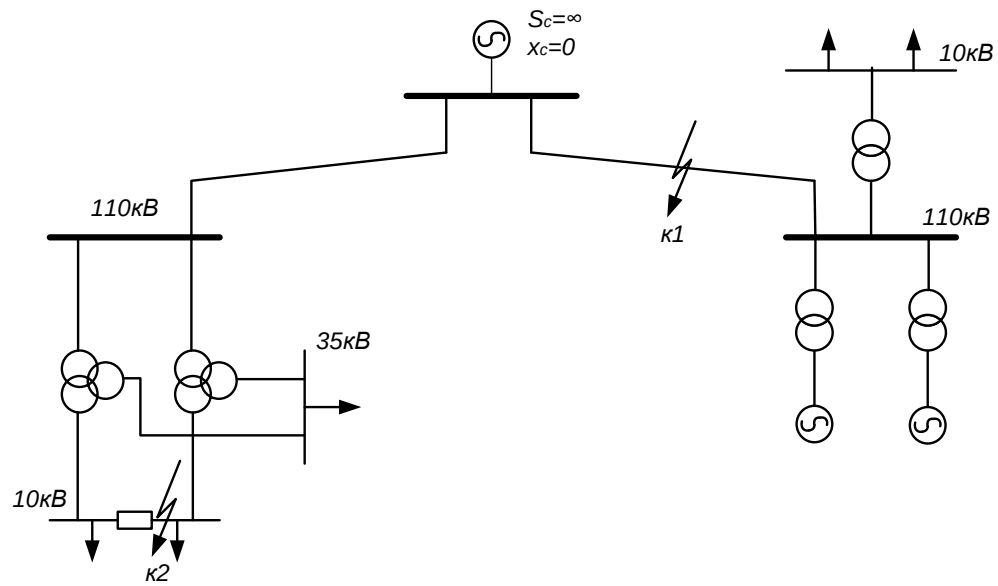
t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_t	10	15	15	20	14	10	11	12	10	17
$\Delta P_{\Sigma t}$	21	22	24	26	21	19	21	21	19	22
$P_{п}$	19									

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 $K2$.

