

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

ПРОГРАМА, МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
з вивчення дисципліни
“Електрична частина станцій та підстанцій ”
та контрольні завдання

для підготовки бакалаврів заочної форми навчання за спеціальністю
141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» з на-
вчанням за освітніми програмами "Енергетичний менеджмент" та
"Електротехнічні системи електроспоживання"

2019

Програма, методичні вказівки з вивчення дисципліни “Електрична частина станцій та підстанцій ” та контрольні завдання для підготовки бакалаврів заочної форми навчання за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» з навчанням за освітніми програмами "Енергетичний менеджмент" та "Електротехнічні системи електроспоживання" / Укл.: О. М. Климко. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2019. – 26с.

Укладач

О. М. Климко, доцент, к.т.н.

Рецензент

І. В. Авдєєв, доцент, к.т.н.

Відповідальний за випуск

О. А. Шрам, доцент, к.т.н.

Затверджено
на засіданні кафедри "Електропостачання
промислових підприємств"
Протокол №5 від 26.12.2018

Рекомендовано до випуску
НМК ЕТФ
протокол №7 від 21.02.2019

ЗМІСТ

1 Загальні методичні вказівки.....	4
2 Робоча програма і методичні вказівки щодо вивчення тем дисципліни.....	7
2.1 Основні поняття та відомості з електроенергетики.....	7
2.2 Виробництво та споживання електроенергії	8
2.3 Синхронні генератори та компенсатори.....	9
2.4 Силові трансформатори та автотрансформатори.....	10
2.5 Електричні схеми станцій та підстанцій	12
2.6 Власні потреби станцій та підстанцій.....	13
2.7 Конструкції розподільних пристроїв.....	14
2.8 Робоче уземлення електричних мереж.....	15
2.9 Захист електроустановок від блискавки.....	16
2.10 Системи керування електростанцій та підстанцій.....	16
3 Перелік лабораторних робіт.....	18
4 Перелік практичних занять.....	19
5 Контрольні завдання.....	20
Завдання на контрольну роботу	20
6 Курсовий проект.....	23
7 Рекомендована література.....	26

1 ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

“Електрична частина станцій та підстанцій ” – одна з професійно-орієнтованих дисциплін підготовки бакалаврів та магістрів з електроенергетики, електротехніки та електромеханіки. Вона базується на попередньо вивчених курсах: електротехнічні матеріали, теоретичні основи електротехніки, промислова електроніка, енергетичні установки, електричні машини, електричні апарати, електричні мережі та системи та інші.

В свою чергу без засвоєння цієї дисципліни неможливе вивчення таких дисциплін, як “Основи релейного захисту та автоматики”, “Електропостачання”.

Метою викладання дисципліни “ Електрична частина станцій та підстанцій ” є засвоєння студентами основних необхідних знань в галузі електроенергетики.

Після засвоєння дисципліни студенти повинні знати: технологічні схеми виробництва електричної енергії на електростанціях різних типів та технологічне обладнання цих електростанцій; принцип перетворення енергії природних ресурсів (палива, ядерного розпаду, гідравлічної та ін.) в електричну на електростанціях та параметрів електричної енергії на підстанціях електричної мережі; конструктивні особливості, технічні характеристики та параметри основного електричного обладнання (генераторів, трансформаторів, апаратів та провідників); методику вибору та перевірки придатності цього обладнання та провідників; проектування електричних схем головних кіл та кіл власних (господарчих) потреб електростанцій та підстанцій; складати компоновальні схеми з урахуванням Правил улаштування електроустановок (ПУЕ) та Правил безпечної експлуатації електроустановок.

Студенти повинні вміти: вибрати тип електростанції (підстанції), виходячи з вимог та плану розташування та режиму роботи споживачів електроенергії, або для заданого типу електроустановки – вибрати електричне устаткування головних кіл (машини, апарати, провідникові елементи), яке відповідає сучасним вимогам до електроустановок та правилам улаштування та безпечної експлуатації цих об'єктів; складати електричні, компоновальні схеми та схеми заміщення з'єднань електричного обладнання та його розташування;

вибирати трансформатори та апарати, які використовуються в процесі одержання та перетворення електроенергії (системи власних потреб), в тому числі – системи оперативного струму, що використовується в колах та пристроях керування та контролю режиму роботи електростанції (підстанції), в системах обліку та вимірювання параметрів електроенергії.

Навчальним планом на цей курс передбачено 180 годин, з яких 10 – аудиторних та 170 – самостійної роботи. Вивчається дисципліна у 6-му семестрі в таких обсягах:

- лекцій – 6 годин;
- лабораторних робіт – 2 годин;
- практичних занять – 2 години;
- самостійної роботи(курсний проект) – 170 годин;
- 1 контрольна робота;
- на сесії – диференційний залік;

Протягом 6-го семестру студенти виконують одну контрольну роботу, змістом якої є відповіді на теоретичні запитання. Під час установчої сесії студенти слухають лекції та виконують три лабораторні роботи [13].

При самостійному вивченні курсу до екзаменаційної сесії студентам заочної форми навчання рекомендується:

- ознайомитися з програмою та методичними вказівками;
- вивчити курс за підручниками та посібниками в об'ємі програми, звертаючи увагу на контрольні запитання, що наведені в кінці кожної теми;
- скласти короткий конспект з основними положеннями тем, рисунками, математичними формулами, умовами вибору та перевірки апаратів тощо;
- виконати та заздалегідь вислати або привезти в університет контрольні роботи, завдання до яких наведені в кінці методичних вказівок;
- виконати та захистити курсовий проект.

Студенти, що не вислали до екзаменаційної сесії контрольних робіт, не захистили курсового проекту та що не мають конспекту опрацьованого матеріалу, до екзамену не допускаються.

Теми лекцій, які виносяться на установчу сесію (6-ий семестр).

1. Головні схеми електричних станцій та підстанцій, вимоги до них – 4 години.
2. Власні потреби на електростанціях та підстанціях – 2 години.

Лабораторні роботи передбачають вивчення електричного обладнання у вигляді комплектних розподільних установок (ауд. 294) – 2 години.

Практичні заняття – приклади розрахунків при виконанні курсового проекту.

2 РОБОЧА ПРОГРАМА І МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ЩОДО ВИВЧЕННЯ ТЕМ ДИСЦИПЛІНИ

2.1 Основні поняття та відомості з електроенергетики

Енергетичні ресурси України та історія розвитку її енергетики. Принципи виробництва електричної енергії на сучасних електричних станціях (ЕС); основні типи ЕС, їхні технологічні схеми та особливості. Нові напрямки та принципи виробництва електричної енергії. Графіки електричних навантажень та участь електростанцій у виробництві електроенергії.

Необхідність та принципи перетворення параметрів електроенергії на підстанціях (ПС). Класифікація ПС та їх особливості. Вплив об'єктів електроенергетики на довкілля.

Самостійна робота – 15 годин.
Література: [1]с.4-23; [2]с.5-16; [3],с.4-47.

Контрольні запитання

2.1.1 Які енергетичні ресурси має Україна? Виділити ті з них, які використовують або можуть бути використані для виробництва електричної енергії.

2.1.2 Назвіть основні види (типи) електростанцій в залежності від джерел енергії, що перетворюється в електричну.

2.1.3 Наведіть та поясніть технологічну схему теплової конденсаційної електростанції. Який коефіцієнт корисної дії такої станції?

2.1.4 Наведіть та поясніть технологічну схему теплофікаційної електростанції. Який коефіцієнт корисної дії такої станції?

2.1.5 Наведіть та поясніть технологічну схему атомної електростанції з реакторами ВВЕР. Який коефіцієнт корисної дії такої станції?

2.1.6 Наведіть та поясніть технологічну схему гідравлічної електростанції. Який коефіцієнт корисної дії такої станції?

2.1.7 Поясніть принцип роботи та особливості технологічної схеми гідроаккумуляторної електростанції. Для чого необхідні такі електростанції?

2.1.8 Наведіть приклади нетрадиційних джерел електроенергії, які використовують або можуть бути використані практично.

2.1.9 Які типи електростанцій використовуються в Україні та яка їх роль у виробництві електроенергії?

2.1.10 Назвіть теплові електростанції України які ви знаєте; де вони розташовані? Назвіть параметри (потужність, напругу).

2.1.11 Назвіть атомні електростанції України які ви знаєте; де вони розташовані? Назвіть параметри (потужність, напругу).

2.1.12 Гідравлічні електростанції Дніпровського каскаду – назвіть місце розташування всіх ГЕС та їх параметри. На якій ще річці України є промислові ГЕС?

2.1.13 Які переваги дає об'єднання електростанцій в енергосистеми?

2.1.14 Що таке підстанція? Призначення та їх стисла характеристика.

2.1.15 Поясніть необхідність та принципи зміни параметрів електроенергії на підстанціях в різних точках електричної системи.

2.1.16 Який вплив чинять електростанції на довкілля?

2.1.17 Який вплив чинять підстанції та повітряні лінії електропередачі на довкілля?

2.2 Виробництво та споживання електроенергії

Виробництво електроенергії. Блок-схема агрегату для одержання електричної енергії (турбіна-генератор): принцип перетворення механічної енергії в електричну; параметри генераторів та електричної енергії, зв'язок між ними.

Поняття про якість електроенергії; показники якості, норми якості.

Споживачі електроенергії (електроприймачі); принципи перетворення електроенергії в інші види. Категорії споживачів щодо надійності забезпечення електричною енергією.

Самостійна робота – 15 годин.

Література: [1]с.12-15

Контрольні запитання

2.2.1 Поясніть принципи перетворення енергії в системі “турбіна – електричний генератор”. Які генератори використовують на різних електростанціях? В чому полягає їх відмінність?

2.2.2 Назвіть параметри електричної енергії та поясніть формулами зв'язок між ними.

2.2.3 Що розуміють під якістю електроенергії? Які параметри та в яких межах нормуються?

2.2.4 Поясніть принципи трансформації електроенергії. Для чого це робиться?

2.2.5 Наведіть приклади споживачів електроенергії, поясніть принцип перетворення електроенергії:

- а) в механічну – з двигунами змінного струму;
- б) в механічну – з двигунами постійного струму;
- в) в теплову – приклади апаратів та пристроїв, де використовуються ця енергія;
- г) в світло – приклади освітлювальних приладів та схеми їх вмикання.

2.2.6 Що Ви знаєте про категорію електроприймачів та про вимоги щодо постачання їх електричною енергією? Наведіть приклади споживачів різних категорій.

2.3 Синхронні генератори та компенсатори

Загальні відомості про синхронні машини. Турбогенератори: особливості конструкції, основні параметри. Гідрогенератори: особливості конструкції, основні параметри. Синхронні компенсатори: призначення, особливості конструкції, основні параметри.

Системи охолодження.

Системи збудження.

Автоматичне гасіння магнітного поля генераторів та компенсаторів.

Вмикання синхронних генераторів на паралельну роботу.

Самостійна робота – 6 годин.

Література: [1]с.235-271; [2]с.17-83; [3]с.47-75, 104-107

Контрольні запитання

- 2.3.1 Поясніть принцип роботи синхронної машини.
- 2.3.2 Які особливості конструкції турбогенератора?
- 2.3.3 Які особливості конструкції гідрогенератора?
- 2.3.4 Які особливості конструкції синхронного компенсатора?
- 2.3.5 Поясніть роботу опосередкованої повітряної системи охолодження синхронних машин.
- 2.3.6 Поясніть роботу опосередкованої водневої системи охолодження синхронних машин.
- 2.3.7 Поясніть роботу безпосередньої водневої системи охолодження синхронних машин.
- 2.3.8 Поясніть роботу безпосередньої оливної системи охолодження синхронних машин.
- 2.3.9 Поясніть роботу безпосередньої водяної системи охолодження синхронних машин.
- 2.3.10 Призначення системи збудження та її характеристики.
- 2.3.11 Як працюють електромашинні системи збудження?
- 2.3.12 Як працюють системи збудження із збуджувачем змінного струму та напівпровідниковими випрямлячами?
- 2.3.13 Як працює безщіткова система збудження?
- 2.3.14 Як працюють системи самозбудження ?
- 2.3.15 Чим відрізняється незалежне збудження генераторів від самозбудження?
- 2.3.16 Яким чином здійснюється автоматичне гасіння магнітного поля? Яке його призначення?
- 2.3.17 Які способи вмикання синхронних генераторів на паралельну роботу Ви знаєте? Поясніть їх особливості.
- 2.3.18 Яка мета форсування збудження та як воно здійснюється?
- 2.3.19 Яка мета установки автоматичних регуляторів збудження?
- 2.3.20 Чим відрізняється синхронний компенсатор від синхронного генератора?

2.4 Силові трансформатори та автотрансформатори

Силові трансформатори: призначення, основні типи, номінальні параметри, позначення.

Автотрансформатори: призначення, основні типи, номінальні параметри, особливості конструкції, режими триобмоткових автотрансформаторів.

Регулювання напруги в трансформаторах та автотрансформаторах.

Системи охолодження трансформаторів та автотрансформаторів.

Номінальна потужність та навантажувальна здатність трансформаторів.

Вмикання трансформаторів та автотрансформаторів на паралельну роботу.

Самостійна робота — 7 годин.

Література: [1]с.310-334; [2]с.83-97; [3]с.75-103.

Контрольні запитання

2.4.1 Поясніть принцип роботи силового трансформатора.

2.4.2 Наведіть кілька типів силових трансформаторів напругою 6...220 кВ, наведіть їх параметри та поясніть зміст літерних позначень.

2.4.3 Які трансформатори використовуються на підстанціях і чому?

2.4.4 Які трансформатори використовуються на електростанціях і чому?

2.4.5 Чим автотрансформатор відрізняється від трансформатора та які він має переваги?

2.4.6 Наведіть кілька типів силових автотрансформаторів, наведіть їх параметри та поясніть зміст літерних позначень.

2.4.7 Поясніть режими роботи триобмоткових автотрансформаторів.

2.4.8 Яким чином здійснюється регулювання напруги в трансформаторах і автотрансформаторах?

2.4.9 Які системи охолодження трансформаторів Ви знаєте? Як це позначається?

2.4.10 Чим відрізняється система охолодження трансформаторів М і Д?

2.4.11 Що таке навантажувальна здатність трансформатора? Як і чим вона визначається?

2.4.12 Наведіть умови вмикання трансформаторів на паралельну роботу?

2.4.13 Що таке типова потужність автотрансформатора? Як її визначити?

2.4.14 Чим відрізняється система регулювання напруги трансформаторів РПН від ПБЗ?

2.5 Електричні схеми станцій та підстанцій

Головні схеми електростанцій та підстанцій. Структурні схеми. Чинники які впливають на вибір схеми електроустановки. Вимоги які висуваються до схем електричних з'єднань електроустановок: надійність, економічність, оперативна гнучкість, безпечність обслуговування та пристосування до проведення ремонтів.

Електричні схеми розподільних пристроїв: з однією системою збірних шин, з двома системами збірних шин, кільцевого типу, спрощені схеми, блочні схеми.

Лекції – 4 години.

Самостійна робота – 10 годин.

Література: [1]с.335-364; [2]с.97-131; [3]с.380-388, 402-443.

Контрольні запитання

2.5.1 Що таке головна схема електричних з'єднань та які вимоги до неї висуваються?

2.5.2 Що таке структурна схема електричної частини станції та підстанції?

2.5.3 Наведіть можливі структурні схеми теплової конденсаційної електростанції.

2.5.4 Наведіть можливі структурні схеми теплофікаційної електростанції.

2.5.5 Наведіть можливі структурні схеми гідравлічної електростанції.

2.5.6 Наведіть можливі структурні схеми підстанції.

2.5.7 Які чинники впливають на вибір головної схеми електроустановки?

2.5.8 Наведіть приклади схем з однією системою збірних шин. Яка область використання таких схем?

2.5.9 Наведіть приклади схем з двома системами збірних шин. Яка область використання таких схем?

2.5.10 Наведіть приклади спрощених схем. Яка область використання таких схем?

2.5.11 Наведіть приклади блочних схем. Яка область використання таких схем?

2.5.12 Наведіть приклади кільцевих схем. Яка область використання таких схем?

2.5.13 У яких схемах можна здійснювати ремонт лінійного вимикача без вимикання лінії? Поясніть на прикладі.

2.5.14 Яке призначення секційного, обхідного та шиноз'єднувального вимикачів?

2.6 Власні потреби станцій та підстанцій

Споживачі власних потреб на електростанціях та підстанціях. Системи власних потреб ТЕС, ТЕЦ, ГЕС та ГАЕС. Системи власних потреб підстанцій. Системи оперативного струму. Джерела живлення системи власних потреб. Схеми живлення власних потреб електростанцій та підстанцій. Вибір робочих та резервних трансформаторів власних потреб.

Лекції – 2 години.

Самостійна робота – 19 годин.

Література: [1]с.380-423; [2]с.140-196, 449-465; [3]с.443-452, 471-478.

Контрольні запитання

2.6.1 Наведіть приклади споживачів власних потреб на ТЕС.

2.6.2 Наведіть приклади споживачів власних потреб на ТЕЦ.

2.6.3 Наведіть приклади споживачів власних потреб на ГЕС.

2.6.4 Наведіть приклади споживачів власних потреб на підстанції.

2.6.5 Які системи оперативного струму використовують на електростанціях та підстанціях?

2.6.6 У яких випадках використовують змінний оперативний струм? Що може бути джерелом змінного оперативного струму?

2.6.7 У яких випадках використовують випрямлений оперативний струм? Що може бути джерелом випрямленого оперативного струму?

2.6.8 У яких випадках використовують постійний оперативний струм? Що може бути джерелом постійного оперативного струму?

2.6.9 Як вибирається кількість та потужність трансформаторів власних потреб на підстанціях?

2.6.10 Які особливості схеми живлення власних потреб ТЕС? Наведіть приклади.

2.6.11 Які особливості схеми живлення власних потреб ТЕЦ? Наведіть приклади.

2.6.12 Які особливості схеми живлення власних потреб ГЕС? Наведіть приклади.

2.6.13 Як вибирається кількість та потужність робочих та резервних трансформаторів власних потреб на ТЕС?

2.6.14 Як вибирається кількість та потужність робочих та резервних трансформаторів власних потреб на ТЕЦ?

2.6.15 Як вибирається кількість та потужність робочих та резервних трансформаторів власних потреб на ГЕС?

2.7 Конструкції розподільних пристроїв

Класифікація розподільних пристроїв. Основні вимоги до них. Внутрішні розподільні пристрої, зовнішні розподільні пристрої, комплектні розподільні пристрої.

Лабораторна робота – 2 години.

Самостійна робота – 22 години.

Література: [1]с.424-454; [2]с.465-537; [3]с.478-537

Контрольні запитання

2.7.1 Що таке розподільний пристрій? Які основні вимоги до них висуваються?

2.7.2 Наведіть класифікацію розподільних пристроїв.

2.7.3 Наведіть вимоги до закритих (внутрішніх) розподільних пристроїв.

2.7.4 Наведіть вимоги до відкритих (зовнішніх) розподільних пристроїв.

2.7.5 Які переваги мають комплектні розподільні пристрої?

2.7.6 Чим відрізняється комплектні розподільні пристрої для внутрішньої установки від комплектних розподільних пристроїв для зовнішньої установки?

2.7.7 Якими конструктивними рішеннями забезпечується безпека обслуговування електрообладнання на відкритих розподільних пристроях?

2.7.8 Які конструктивні рішення передбачені на відкритих розподільних пристроях для локалізації пожеж?

2.8 Робоче уземлення електричних мереж

Основні поняття та визначення. Мережі з ізолюованою нейтраллю. Мережі з компенсацією ємнісних струмів. Мережі з ефективно-уземленою нейтраллю.

Захисне уземлення. Вимоги до уземлення електричних станцій та підстанцій. Конструктивне виконання та розрахунок уземлювальних пристроїв.

Електробезпека в мережах напругою до 1 кВ.

Самостійна робота – 4 години.

Література: [1]с.455-488; [2]с.585-608; [3]с.27-38,588-603.

Контрольні запитання

2.8.1 Які види уземлення використовуються на електростанціях та підстанціях?

2.8.2 Що таке робоче уземлення? Які режими роботи нейтралі можуть використовуватися на електростанціях та підстанціях?

2.8.3 Що таке захисне уземлення? Яке його призначення? Як воно виконується?

2.8.4 Наведіть переваги та вади електричних мереж з ізолюованою нейтраллю.

2.8.5 Наведіть переваги та вади електричних мереж з ефективно-уземленою нейтраллю.

2.8.6 Поясніть навіщо та як компенсується ємнісний струм на землю.

2.8.7 Як забезпечується електробезпека в трипровідних мережах напругою до 1 кВ?

2.8.8 Як забезпечується електробезпека в чотирипровідних мережах напругою до 1 кВ?

2.8.9 Як забезпечується електробезпека в п'ятипровідних мережах напругою до 1 кВ?

2.8.10 Як конструктивно виконується захисне уземлення?

2.8.11 Чим відрізняються природні уземлювачі від штучних? Що може використовуватися як природні уземлювачі?

2.9 Захист електроустановок від блискавки

Параметри та небезпечні впливи блискавки. Захист від блискавки будівель та споруд електричних станцій та підстанцій. Розрахунок та конструктивне виконання пристроїв захисту від блискавки.

Самостійна робота – 9 годин.

Література: [5]с.205-259

Контрольні запитання

2.9.1 У чому полягає небезпека блискавки для електроустановок?

2.9.2 Як здійснюється захист будівель від прямих ударів блискавки?

2.9.3 Як здійснюється захист підстанцій від прямих ударів блискавки?

2.9.4 Поясніть конструктивне виконання пристроїв захисту від блискавки.

2.9.5 Як розраховується зона захисту стрижньових блискавковідводів?

2.9.6 Як розраховується зона захисту тросових блискавковідводів?

2.10 Системи керування електростанцій та підстанцій

Принципи керування електроустановками. Системи керування. Дистанційне керування комутаційними апаратами. Блокування: призначення, види, особливості виконання.

Сигналізація: види, призначення, особливості виконання. Контроль ізоляції в мережах постійного та змінного струму. Вимірювання на електричних станціях та підстанціях.

Самостійна робота – 10 годин.

Література: [1]с.496-537; [2]с.408-448, 546-584; [3]с.361-373, 568-588.

Контрольні запитання

- 2.10.1 З яких елементів складається оперативне обслуговування?
- 2.10.2 Що належить до виробничо-господарського обслуговування?
- 2.10.3 Як вирішуються питання керування на ТЕС?
- 2.10.4 Як вирішуються питання керування на ТЕЦ?
- 2.10.5 Як вирішуються питання керування на ГЕС?
- 2.10.6 Як вирішуються питання керування на підстанціях?
- 2.10.7 Як виконується сигналізація положення комутаційних апаратів? Наведіть приклади.
- 2.10.8 Як виконується попереджувальна сигналізація? Наведіть приклади.
- 2.10.9 Як виконується аварійна сигналізація? Наведіть приклади.
- 2.10.10 Поясніть призначення блоків. Наведіть приклади.
- 2.10.11 Які вимірювання здійснюють на ТЕС?
- 2.10.12 Які вимірювання здійснюють на ТЕЦ?
- 2.10.13 Які вимірювання здійснюють на ГЕС?
- 2.10.14 Які вимірювання здійснюють на підстанціях?
- 2.10.15 Як здійснюється контроль ізоляції в мережах змінного струму?
- 2.10.16 Як здійснюється контроль ізоляції в мережах постійного струму?

3 ПЕРЕЛІК ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Студенти заочники у 6 семестрі виконують лабораторні роботи за методичними вказівками [13].

1. Шафа комплектного розподільного пристрою серії КСО-272.

Мета роботи:

- вивчити призначення та конструктивні особливості комірки, схему заповнення комірки та склад апаратів головного кола (10кВ);
- вивчити конструкцію приводу, схеми керування, захисту, сигналізації та блокування хибних дій персоналу;
- випробувати схеми керування, захисту, сигналізації та блокування хибних дій персоналу.

2. Шафа комплектного розподільного пристрою серії КМ-1Ф.

Мета роботи:

- вивчити призначення та конструктивні особливості комірки, схему заповнення комірки та склад апаратів головного кола (10кВ);
- вивчити конструкцію приводу, схеми керування, захисту, сигналізації та блокування хибних дій персоналу;
- випробувати схеми керування, захисту, сигналізації та блокування хибних дій персоналу.

3. Шафа комплектного розподільного пристрою серії КУ-10Ц.

Мета роботи:

- вивчити призначення та конструктивні особливості комірки, схему заповнення комірки та склад апаратів головного кола (10кВ);
- вивчити конструкцію приводу, схеми керування, захисту, сигналізації та блокування хибних дій персоналу;
- випробувати схеми керування, захисту, сигналізації та блокування хибних дій персоналу.

4 ПЕРЕЛІК ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Практичне заняття присвячене отриманню завдання на курсовий проект і ознайомлення з прикладами виконання розділів курсового проекту:

- вибір кількості ліній зв'язку електростанції (підстанції) із системою та споживачами;
- вибір кількості та потужності генераторів і трансформаторів;
- вибір кількох варіантів головної схеми проекрованої електроустановки та техніко-економічне порівняння їх;
- розрахунки струмів нормального, максимального (післяаварійного) та аварійного (трифазне коротке замикання) режимів;
- вибір електричних апаратів, провідників та шин;
- вибір трансформаторів власних потреб і складання схеми живлення власних потреб;
- компонування розподільного пристрою заданої напруги.

5 КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Під час вивчення дисципліни “Електрична частина станцій та підстанцій ” студенти заочної форми навчання повинні у 6 семестрі виконати одну контрольну роботу.

Завдання на контрольну роботу

Виконуючи контрольну роботу студенти повинні дати змістовні відповіді на шість запитань.

Таблиця 5.1 – Вихідні дані до контрольної роботи

№ вар	Номери контрольних запитань					
1	2.1.1,	2.2.1,	2.4.1,	2.6.1,	2.7.1,	2.9.1
2	2.1.2,	2.2.2,	2.4.2,	2.6.2,	2.7.2,	2.9.2
3	2.1.3,	2.2.3,	2.4.3,	2.6.3,	2.7.3,	2.9.3
4	2.1.4,	2.2.4,	2.4.4,	2.6.4,	2.7.4,	2.9.4
5	2.1.5,	2.2.5a,	2.4.5,	2.6.5,	2.7.5,	2.9.5
6	2.1.6,	2.2.5б,	2.4.6,	2.6.6,	2.7.6,	2.9.6
7	2.1.7,	2.2.5г,	2.4.7,	2.6.7,	2.7.7,	2.10.1
8	2.1.8,	2.2.6,	2.4.8,	2.6.8,	2.7.8,	2.10.2
9	2.1.9,	2.3.1,	2.4.9,	2.6.9,	2.8.1,	2.10.3
10	2.1.10,	2.3.2,	2.4.10,	2.6.10,	2.8.2,	2.10.4
11	2.1.11,	2.3.3,	2.4.11,	2.6.11,	2.8.3,	2.10.5
12	2.1.12,	2.3.4,	2.4.12,	2.6.12,	2.8.4,	2.10.6
13	2.1.13,	2.3.5,	2.4.13,	2.6.13,	2.8.5,	2.10.7
14	2.1.14,	2.3.6,	2.5.1,	2.6.14,	2.8.6,	2.10.8
15	2.1.15,	2.3.7,	2.5.2,	2.6.15,	2.8.7,	2.10.9
16	2.1.16,	2.3.8,	2.5.3,	2.6.1,	2.8.8,	2.10.10
17	2.1.17,	2.3.9,	2.5.4,	2.6.2,	2.8.9,	2.10.11
18	2.2.1,	2.3.10,	2.5.5,	2.6.3,	2.8.10,	2.10.12
19	2.2.2,	2.3.11,	2.5.6,	2.6.4,	2.8.11,	2.10.13
20	2.2.3,	2.3.12,	2.5.7,	2.6.5,	2.7.1,	2.10.14
21	2.2.4,	2.3.13,	2.5.8,	2.6.6,	2.7.2,	2.10.15
22	2.2.5a,	2.3.14,	2.5.9,	2.6.7,	2.7.3,	2.10.16
23	2.2.5б,	2.3.15,	2.5.10,	2.6.8,	2.7.4,	2.9.1
24	2.2.5в,	2.3.16,	2.5.11,	2.6.9,	2.7.5,	2.9.2
25	2.2.5г,	2.3.17,	2.5.12,	2.6.10,	2.7.6,	2.9.3

Продовження табл.5.1

№ вар	Номери контрольних запитань					
26	2.2.6,	2.3.18,	2.5.13,	2.6.11,	2.7.7,	2.9.4
27	2.1.1,	2.3.1,	2.5.14,	2.6.12,	2.7.8,	2.9.5
28	2.1.2,	2.3.2,	2.4.1,	2.6.13,	2.8.1,	2.9.6
29	2.1.3,	2.3.3,	2.4.2,	2.6.14,	2.8.2,	2.10.1
30	2.1.4,	2.3.4,	2.4.3,	2.6.15,	2.8.3,	2.10.2
31	2.1.5,	2.3.5,	2.4.4,	2.6.1,	2.8.4,	2.10.3
32	2.1.6,	2.3.6,	2.4.5,	2.6.2,	2.8.5,	2.10.4
33	2.1.7,	2.3.7,	2.4.6,	2.6.3,	2.8.6,	2.10.5
34	2.1.8,	2.3.8,	2.4.7,	2.6.4,	2.8.7,	2.10.6
35	2.1.9,	2.3.9,	2.4.8,	2.6.5,	2.8.8,	2.10.7
36	2.1.10,	2.3.10,	2.4.9,	2.6.6,	2.8.9,	2.10.8
37	2.1.11,	2.3.11,	2.4.10,	2.6.7,	2.8.10,	2.10.9
38	2.1.12,	2.3.12,	2.4.11,	2.6.8,	2.8.11,	2.10.10
39	2.1.13,	2.3.13,	2.4.12,	2.6.9,	2.7.1,	2.10.11
40	2.1.14,	2.3.14,	2.4.13,	2.6.10,	2.7.2,	2.10.12
41	2.1.15,	2.3.15,	2.4.14,	2.6.11,	2.7.3,	2.10.13
42	2.1.16,	2.3.16,	2.5.1,	2.6.12,	2.7.4,	2.10.14
43	2.1.17,	2.3.17,	2.5.2,	2.6.13,	2.7.5,	2.10.15
44	2.2.1,	2.3.18,	2.5.3,	2.6.14,	2.7.6,	2.10.16
45	2.2.2,	2.3.19,	2.5.4,	2.6.15,	2.7.7,	2.9.1
46	2.2.3,	2.3.20,	2.5.5,	2.6.1,	2.7.8,	2.9.2
47	2.1.16,	2.2.4,	2.5.6,	2.6.2,	2.8.1,	2.9.3
48	2.1.17,	2.2.5a,	2.5.7,	2.6.3,	2.8.2,	2.9.4
49	2.1.13,	2.2.5б,	2.5.8,	2.6.4,	2.8.3,	2.9.5
50	2.2.1,	2.3.1,	2.5.9,	2.6.5,	2.8.4,	2.9.6
51	2.2.6,	2.3.2,	2.5.10,	2.6.6,	2.8.5,	2.10.1
52	2.1.1,	2.3.3,	2.5.11,	2.6.7,	2.8.6,	2.10.2
53	2.1.2,	2.3.1,	2.5.12,	2.6.8,	2.8.7,	2.10.3
54	2.1.5,	2.3.10,	2.5.13,	2.6.9,	2.8.8,	2.10.4
55	2.1.6,	2.3.3,	2.5.14,	2.6.10,	2.8.9,	2.10.5
56	2.1.16,	2.2.4,	2.4.1,	2.6.11,	2.8.10,	2.10.6
57	2.1.15,	2.2.3,	2.4.2,	2.6.12,	2.8.11,	2.10.7
58	2.1.10,	2.2.2,	2.4.3,	2.6.13,	2.7.1,	2.10.8
59	2.1.9,	2.2.1,	2.4.4,	2.6.14,	2.7.2,	2.10.9
60	2.1.8,	2.3.1,	2.4.5,	2.6.15,	2.7.3,	2.10.10
61	2.1.1,	2.3.2,	2.4.6,	2.6.1,	2.7.4,	2.10.11
62	2.1.2,	2.3.3,	2.4.7,	2.6.2,	2.7.5,	2.10.12
63	2.1.3,	2.3.4,	2.4.8,	2.6.3,	2.7.6,	2.10.13

Продовження табл.5.1

№ вар	Номери контрольних запитань					
64	2.1.4,	2.3.5,	2.4.9,	2.6.4,	2.7.7,	2.10.14
65	2.1.5,	2.3.6,	2.4.10,	2.6.5,	2.8.1,	2.10.15
66	2.1.6,	2.3.7,	2.4.11,	2.6.6,	2.8.2,	2.10.16
67	2.1.7,	2.3.8,	2.4.12,	2.6.7,	2.8.3,	2.9.1
68	2.1.8,	2.3.9,	2.4.13,	2.6.8,	2.8.4,	2.9.2
69	2.1.9,	2.3.10,	2.5.1,	2.6.9,	2.8.5,	2.9.3
70	2.1.10,	2.3.11,	2.5.2,	2.6.10,	2.8.6,	2.9.4
71	2.1.11,	2.3.12,	2.5.3,	2.6.11,	2.8.7,	2.9.5
72	2.1.12,	2.3.13,	2.5.4,	2.6.12,	2.8.8,	2.9.6
73	2.1.13,	2.3.14,	2.5.5,	2.6.13,	2.8.9,	2.10.1
74	2.1.14,	2.3.15,	2.5.6,	2.6.14,	2.8.10,	2.10.2
75	2.1.15,	2.3.16,	2.5.7,	2.6.15,	2.8.11,	2.10.3
76	2.1.16,	2.3.17,	2.5.8,	2.6.1,	2.8.10,	2.10.4
77	2.1.17,	2.3.18,	2.5.9,	2.6.2,	2.8.9,	2.10.5
78	2.2.1,	2.3.1,	2.5.10,	2.6.3,	2.8.8,	2.10.6
79	2.2.2,	2.3.2,	2.5.11,	2.6.4,	2.8.7,	2.10.7
80	2.2.3,	2.3.3,	2.5.12,	2.6.5,	2.8.6,	2.10.8
81	2.2.4,	2.3.4,	2.5.13,	2.6.6,	2.8.5,	2.10.9
82	2.2.5а,	2.3.5,	2.5.14,	2.6.7,	2.8.4,	2.10.10
83	2.2.5б,	2.3.6,	2.4.1,	2.6.8,	2.8.3,	2.10.11
84	2.2.5в,	2.3.7,	2.4.2,	2.6.9,	2.8.2,	2.10.12
85	2.2.5г,	2.3.8,	2.4.3,	2.6.10,	2.8.1,	2.10.13
86	2.2.6,	2.3.9,	2.4.4,	2.6.11,	2.7.1,	2.10.14
87	2.1.1,	2.3.10,	2.4.5,	2.6.12,	2.7.2,	2.10.15
88	2.1.2,	2.3.11,	2.4.6,	2.6.13,	2.7.3,	2.10.16
89	2.1.3,	2.3.12,	2.4.7,	2.6.14,	2.7.4,	2.9.1
90	2.1.4,	2.3.13,	2.4.8,	2.6.15,	2.7.5,	2.9.2
91	2.1.5,	2.3.14,	2.4.9,	2.6.1,	2.7.6,	2.10.5
92	2.1.6,	2.3.15,	2.4.10,	2.6.2,	2.7.7,	2.10.6
93	2.1.7,	2.3.16,	2.4.11,	2.6.3,	2.8.1,	2.9.3
94	2.1.8,	2.3.17,	2.4.12,	2.6.4,	2.8.2,	2.9.4
95	2.1.9,	2.3.18,	2.4.13,	2.6.5,	2.8.3,	2.9.5
96	2.1.10,	2.2.1,	2.5.1,	2.6.6,	2.8.4,	2.9.6
97	2.1.11,	2.2.2,	2.5.2,	2.6.7,	2.8.5,	2.10.1
98	2.1.12,	2.2.3,	2.5.3,	2.6.8,	2.8.6,	2.10.2
99	2.1.13,	2.2.4,	2.5.4,	2.6.9,	2.8.7,	2.10.3
100	2.1.14,	2.2.6,	2.5.5,	2.6.10,	2.8.8,	2.10.4

6 КУРСОВИЙ ПРОЕКТ

Завершальним етапом вивчення дисципліни “Електрична частина станцій та підстанцій” є виконання кожним студентом у 6 семестрі курсового проекту.

Курсовий проект складається з пояснювальної записки (40 ... 60 аркушів формату А4) та графічної частини (2 аркуші формату А1).

Темою проекту є розробка та техніко-економічне обґрунтування схеми електростанції чи підстанції заданого типу, вибір та перевірка обладнання електричної частини цієї установки.

Завданням (бланк завдання одержує кожний студент перед початком 6-го семестру) передбачено:

- проаналізувавши задані потужність (споживання чи видачі в електричну мережу) та напругу, студент вибирає вид та кількість ліній зв'язку електростанції чи підстанції з енергетичною системою та споживачами (з урахуванням категорії споживачів за надійністю);
- довільно вибравши кількість та потужність генераторів та (або) трансформаторів (для підстанцій – в залежності від категорії споживачів, для ЕС – не менше двох), студент намічає 2 – 3 варіанти схем з'єднання цих головних елементів схеми (ЛЕП, генераторів, трансформаторів). Сума потужностей генераторів ЕС не повинна відрізнятись більше, як на 5% одна від одної та від завдання.

Для трансформаторів ПС сумарна потужність не може бути менше вказаної у завданні; в післяаварійній ситуації (при вимиканні одного трансформатора чи лінії) може бути передбачена недопоставка енергії споживачам II – III категорії (доцільність такого варіанта визначається техніко-економічними розрахунками, тобто сумарними витратами на будівництво та експлуатацією електроустановки);

- остаточний вибір варіанта схеми студент робить після визначення суми витрат, які складаються з вартості обладнання з

урахуванням амортизаційних відрахувань, коефіцієнта ефективності та ін. [4];

- щоб вирішити завдання вибору апаратів та провідників шин для обраного варіанта схеми, слід розрахувати струми трьох режимів: нормального, коли увімкнуті всі головні елементи електроустановки (генератори, трансформатори, лінії) на розрахункову (номінальну) потужність; аварійного (трифазне коротке замикання в точках, коли виникає найбільше значення струмів через окремі комутаційні апарати, що призначені для вимкнення відповідної ланки (кола), де сталось пошкодження). Для кожної напруги слід визначити кілька таких точок; за розрахункову точку для вибору всіх апаратів та провідників РП відповідної напруги слід вибрати точку з найбільшим струмом короткого замикання. Третім розрахунковим режимом буде: для електростанції – аварійне вимикання лінії – в такому разі потужність ЕС видається меншим числом ліній, струм яких (через відповідні апарати) збільшиться; для підстанції – аварійне вимикання лінії чи трансформатора: через решту трансформаторів та ліній струм збільшиться, але він може бути лише в межах припустимого перевантаження трансформатора – ця величина залежить від його попереднього завантаження та часу максимального навантаження споживачів;

- системи та схеми власних потреб та оперативного струму вибирають стандартними за рекомендацією літератури [1; 2; 3.; 5;6] та ін.;

- вибрані схеми з'єднань (головну, власних потреб та оперативного струму) розміщують на першому аркуші графічної частини проекту;

- для одного розподільного пристрою (відповідно до завдання) розробляють конструктивну (компонувальну) схему, яку подають на аркуші формату А1

- останнім розділом курсового проекту є розробка рекомендацій щодо безпечної експлуатації електроустановки: попере-

дження ураження персоналу електричним струмом, пожежної безпеки, грозозахисту тощо;

- у висновках слід стисло пояснити прийняті рішення щодо виконання завдання.

Структура та порядок виконання пояснювальної записки встановлені стандартом підприємства СТП 15 – 96 на основі ДСТУ 3008 “Документація. Звіти у сфері науки і техніки”.

Витяги з цих документів, а також зразки умовних позначень для креслень (зі стандартів ЕСКД) наведені на стенді кафедри.

7 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна література

1. Электрическая часть станций и подстанций. /Под ред. А.А.Васильева – М.: Энергоатомиздат, 1990 – 576 с.
2. Электрическая часть электростанций. /Под ред. С. А. Усова. – Л.: Энергоатомиздат, 1987 – 616 с.
3. Рожкова А. Д., Козулин В. С. Электрооборудование станций и подстанций. – М.: Энергоатомиздат, 1987 – 678 с.

Додаткова література

4. Неклепаев Б. Н., Крючков И. П. Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. – М.: Энергоатомиздат, 1989 – 608 с.
5. Проектирование электрической части станций и подстанций /Ю.Б.Гук, В.В.Кантан, С.С.Петрова. – Л.: Энергоатомиздат, 1985 – 312 с.
6. Справочник по проектированию подстанций 35 ... 500 кВ / Под ред. С. С. Рокотяна, Я. С. Самойлова. – М.: Энергоиздат, 1982 – 352 с.
7. Двоскин Л. И. Схемы и конструкции распределительных устройств. – М.: Энергоатомиздат, 1986 – 220 с.
8. Правила улаштування електроустановок. – Х.: Вид-во «Форт», 2009. – 708 с.
9. Скалько Ю. С. Удосконалення групового регулювання гідроагрегатів дніпровської гес за допомогою нечіткої логіки / Ю. С. Скалько // Електротехніка та електроенергетика. - 2015. - № 2. - С. 95-99.
10. Волков В. А. Совершенствование частотного пуска гидроагрегата гидроаккумулирующей электростанции в насосном режиме / В. А. Волков, Д. В. Довбищук // Електротехніка та електроенергетика. - 2015. - № 1. - С. 55–61.

Методичні матеріали

9. Методичні вказівки з виконання лабораторних робіт з курсу “Електричні станції та підстанції” / Укладачі: О. М. Климко, Д.В.Федоша. – Запоріжжя, ЗНТУ, 2019 – 50 с.
10. Методичні вказівки до курсового проекту з дисципліни “Електричні станції та підстанції” / Укладачі: О.М.Климко, Д.В.Федоша – Запоріжжя, ЗНТУ, 2015 – 46 с.