

Вінницький національний технічний університет
 Кафедра електричних станцій та систем
 Факультет електроенергетики та електромеханіки

Електрична частина станцій та підстанцій

(Обов'язковий)

I (бакалаврський) рівень вищої освіти

Галузь знань 14 – Електрична інженерія

Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Викладач: Комар В.О.

Мова викладання: українська

1. Опис навчальної дисципліни

Характеристика навчальної дисципліни	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів: 9,5	Галузь знань 14 – Електрична інженерія Спеціальність 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» Освітня програма Електроенергетика та електротехніка Рівень вищої освіти: перший бакалаврський	Рік підготовки	
		3, 4	3, 4
Загальна кількість годин: 285		Семестр	
		6, 7-й	7, 8-й
Модулів: 3		Лекції	
		54 год.	20
Змістовних модулів: 4		Практичні, семінарські	
		36 год.	15 год.
Курсова робота/проект: 7/8		Лабораторні	
		27 год	10 год.
Підсумковий контроль: іспит	Самостійна робота		
	168 год.	240 год.	

2. Передумови для вивчення дисципліни

Дисципліна «Електрична частина станцій та підстанцій» базується на знаннях та вміннях, отриманих студентами під час вивчення дисциплін «Теоретичні основи електротехніки», «Основи метрології та електричні вимірювання», «Електричні машини», «Електричні системи та мережі», «Перехідні процеси в електричних системах», «Техніка високих напруг», «Електричні матеріали», «Електричні апарати». З урахуванням знань дисципліни «Електрична частина станцій та підстанцій» опановуються курси: АСК електричних систем, АСК електричних станцій, РЗА електричних станцій, Релейний захист і системна автоматика, САПР електроустановок, Моделі оптимального розвитку електричних мереж і систем, Диспетчерське керування ЕЕС, Стійкість і режими роботи електричних систем, Комп'ютерні системи діагностики.

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення дисципліни. Вивчення дисципліни «Електрична частина станцій та підстанцій» полягає в формуванні систематичних знань студентів по електричній частині усіх типових станцій та підстанцій як частини енергетичного комплексу.

Завдання вивчення дисципліни. Завданнями вивчення дисципліни є: ознайомлення з техніко-економічними характеристиками різних типів електростанцій; ознайомлення з призначенням електричних апаратів в схемах станцій; вивчення характеристик та режиму роботи трансформаторів; ознайомлення з характеристиками джерела активної та реактивної потужності в енергосистемах та їх окремими системами; вивчення головних схем електричних з'єднань розподільчих пристроїв електричних станцій та підстанцій; вивчення конструкцій розподільчих пристроїв і допоміжних систем; вивчення систем керування, контролю та сигналізації; оволодіти знання з основ теорії функціонування електричних апаратів та принципів їх будови; навчитись визначати розрахункові умови вибору та перевірки електричних апаратів; знати принципи дії та особливості конструкцій основних типів комутаційних та вимірювальних електричних апаратів та пристроїв.

Програмні результати вивчення дисципліни. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

вміти:

- логічно та послідовно викладати засвоєний матеріал;
- формалізувати задачі з прийняття рішень в електроенергетичній галузі;
- застосовувати й експлуатувати електроустаткування електричних станцій і підстанцій;
- аналізувати технічну інформацію з електроустаткування, схем електричних з'єднань станцій і підстанцій;
- працювати над проектами електростанцій і підстанцій;
- розробляти прості конструкції електростанцій і підстанцій;

- графічно відображати схеми розподільних пристроїв;
- розв’язувати класичні, комплексні і непередбачувані завдання при розробці та проектуванні систем управління та виробництва електроенергії із застосуванням сучасних та інноваційних підходів до їх вирішення;
- аналізувати технічну інформацію з електроустаткування, схем електричних з’єднань станцій і підстанцій;
- обґрунтовано вибирати обладнання для ЕС і ПС;
- вибирати, виходячи з умов експлуатації, електричні схеми ЕС і ПС;
- оцінювати надійність розподільних установок ЕС і ПС;
- розраховувати потужність трансформаторів власних потреб ЕС і ПС і вибирати відповідне обладнання;
- розраховувати заземлення розподільних установок ЕС і ПС;
- користуватися схемами дистанційного керування для оперативних перемикачів в РУ ЕС і ПС;
- застосовувати результати аналізу перехідних процесів для попередження аварійних ситуацій на об’єктах електроенергетики;
- читати креслення та користуватись нормативно-технічною, конструкторською та технологічною документацією;
- розробляти прості конструкції електростанцій і підстанцій;
- графічно відображати схеми розподільних установок;
- виконувати приймально-здавальні випробування під час введення в дію електрообладнання на об’єктах електричних станцій;
- знаходити та аналізувати наукову, технічну та нормативно-технічну інформацію для систем управління виробництвом електроенергії;
- досліджувати фізичні явища та процеси при виробництві, передачі та розподілі електроенергії; аналізувати передовий вітчизняний та закордонний досвід щодо ефективної експлуатації, ремонту, технічного обслуговування комплексів захисту, автоматики, інформаційного забезпечення та керування.

знати:

- характеристики електричних станцій, їх особливості, технологічні схеми, роль і місце різних типів ЕС в ЕЕС;
- схеми й основне електротехнічне й комутаційне устаткування електричних станцій і підстанцій;
- нормативні документи (ГОСТ, стандарти) по електроустаткуванню, схемах розподільних пристроїв;
- основні режими роботи електроустаткування електростанцій і підстанцій;
- особливості конструкцій генераторів, трансформаторів і автотрансформаторів електричних станцій;
- володіти навичками роботи з комп’ютером та сучасними програмними пакетами для вирішення проектно-конструкторських задач в електроенергетиці;
- принципи та методи розрахунку параметрів електрообладнання на ЕС та ПС;
- вимоги до електричних схем ЕС і ПС, переваги і недоліки типових схем РУ, область їх застосування;

- конструкції закритих і відкритих РУ;
- власні потреби ЕС і ПС: робочі машини власних потреб і їх характеристики, схеми живлення власних потреб електричних станцій різних типів і підстанцій;
- конструкції заземлювачів на РУ, вимоги до них, методи розрахунку;
- системи керування, контролю і сигналізації на ЕС і ПС;
- режими роботи ЕС в ЕЕС, методи і способи регулювання частоти і напруги на ЕС і в електричних мережах енергосистем.

Компетентності, якими повинен оволодіти здобувач в результаті вивчення дисципліни.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми для успішного виконання професійних обов'язків за обраною спеціальністю у процесі вивчення даної дисципліни у бакалавра повинні бути сформовані такі компетентності:

загально-професійні:

- здатність застосовувати основні методи електротехніки для розрахунку електричних та електромагнітних кіл;
- базові знання про принципи дії, побудову та види трансформаторів, машин постійного та змінного струмів;
- базові знання про виробництво електроенергії;
- базові знання про основи загальної та прикладної екології, принципи захисту і охорони природи від шкідливого впливу електричних станцій;

спеціалізовано-професійні

- здатність використовувати професійно профільовані знання в галузі математики для статистичної обробки експериментальних даних, математичного моделювання та розрахунку режимів електроенергетичних об'єктів;
- знання електричної частини електростанцій та підстанцій;
- знання конструкцій, основних характеристик, принципів дії та режимів роботи електроустаткування електростанцій та підстанцій;
- базові знання про струми короткого замикання, їх розрахунок та методи їх зменшення в електроустановках, їх розрахунок та методи їх зменшення в електроустановках;
- базові знання про оперативне управління режимами електроенергетичних систем, електростанцій та електричних мереж;
- здатність використовувати та впроваджувати нові технології в електроенергетиці, брати участь в модернізації і реконструкції електричних станцій, мереж, систем та високовольтного електроустаткування;

Поточний та підсумковий контроль знань студентів проводиться шляхом фронтального, індивідуального чи комбінованого опитування студентів під час практичного заняття, контрольних робіт, колоквиумів, тестування, заліку та іспиту.

На позааудиторну роботу виносяться вивчення окремих проблем курсу, написання рефератів, підготовка до практичних занять, колоквиумів,

тестування, заліку, іспиту, виконання індивідуальних науково-дослідних завдань (підготовка доповідей на щорічну науково-теоретичну конференцію викладачів, співробітників та студентів ВНТУ).

4. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1.

Тема 1. Вступ. Предмет курсу, його призначення та місце серед дисциплін спеціальності. Сучасний стан і перспективи розвитку електроенергетики України. Загальні відомості про електричні станції та підстанції. Основні типи електростанцій, їх характерні особливості та параметри. Технологічні схеми. Графіки навантаження електроустановок, їх типи, призначення. Техніко-економічні характеристики електроустановок. Участь електростанцій різного типу у покритті добового графіка навантаження енергосистеми.

Тема 2. Режими споживання електроенергії. Відомості про якість і надійність електропостачання. Потужності і резерви потужності станцій, енергосистем. Питання охорони навколишнього середовища. Екологічні вимоги, що висуваються до об'єктів електроенергетики.

Тема 3. Технологічні схеми електричних станцій різних типів. Технологічні схеми КЕС, ТЕЦ. Технологічні схеми АЕС. Технологічні схеми ГЕС, ГАЕС. Особливості режимів та технологічних схем відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії. Перспективи розвитку альтернативної енергетики в Україні.

Змістовий модуль 2.

Тема 4. Схеми електричних з'єднань станцій і підстанцій. Основні поняття, види схем і їх призначення. Схеми підключення джерел до розподільних пристроїв. Структурні схеми станцій і підстанцій. Схеми електричних з'єднань розподільних пристроїв зі збірними шинами, без збірних шин. Особливості головних схем станцій: блоковий принцип, виконання зв'язку між розподільними пристроями, схеми електричних з'єднань розподільних пристроїв різної напруги. Особливості головних схем підстанцій. Особливості систем електропостачання міст, промислових підприємств, об'єктів сільського господарства й транспортних засобів. Особливості систем електропостачання міст, промислових підприємств, об'єктів сільського господарства й транспортних засобів

Проектування схем електростанцій різного виду. Оперативні перемикання в схемах: введення й вивід з роботи; переклад приєднання з однієї системи збірних шин на іншу; заміна вимикача приєднання функціональним.

Тема 5. Власні потреби електричних станцій і підстанцій. Основні характеристики механізмів власних потреб. Типи приводів, застосовуваних для цих механізмів. Джерела живлення власних потреб і їх резервування. Схеми живлення власних потреб АЕС, КЕС, ТЕЦ, ГЕС, ГАЕС і підстанцій.

Вибір електродвигунів для роботи механізмів власних потреб. Робота електродвигунів в нормальних режимах і під час втрати живлення..

Тема 6. Установки постійного струму з акумуляторними батареями. Споживачі постійного струму на електричних станціях та підстанціях. Призначення АБ. Види споживачів постійного струму. Обладнання, принципи дії і технічні характеристики свінцево-кіслотних акумуляторів. Схема і щит постійного струму з АБ.

Змістовий модуль 3.

Тема 7. Синхронні генератори і компенсатори. Технічні характеристики. Системи охолодження. Структурні схеми систем збудження: електромашинної, тиристорної, безщіткової, самозбудження. Гасіння поля генератора. Режим форсування. Нормальні режими роботи генератора з аналізом зміни параметрів з допомогою векторних діаграм і рівнянь руху ротора генератора: зміна струму збудження, впуск енергоносія в турбіну, напруга на виводах генератора. Кутова характеристика і стійка робота генератора. Діаграма допустимих потужностей. Загальна характеристика асинхронізованого генератора. Аномальні режими: перевантаження, режим синхронного компенсатора, асинхронний і несиметричний режими. Синхронний компенсатор: призначення, характеристика систем охолодження і збудження; використання в енергосистемі.

Тема 8. Силкові трансформатори і автотрансформатори. Класифікація трансформаторів. Системи охолодження. Режими роботи нейтралі трансформаторів. Силкові автотрансформатори: принципові схеми, класифікація режимів по передачі потужності. Автотрансформаторний режим: вивід виразів для трансформаторної й прохідної потужностей, поняття номінальної й типовий потужностей. Трансформаторні й комбіновані режими: вивід виразів для потужностей, переданих обмотками автотрансформатора, обмеження за переданою потужністю. Використання автотрансформатора в електроустановках. Схеми регуляторів напруги і їх підключення для автотрансформаторів. Параметри й експлуатаційні режими. Навантажувальна здатність: поняття, характеристика теплового режиму, зношування; розрахунок можливого перевантаження за допомогою двоступінчастого графіка навантаження. Спеціальні регулювальні трансформатори, схеми підключення, векторні діаграми.

Тема 9. Електричні реактори. Призначення, класифікація, умови функціонування, конструкція струмообмежувальних, заземлювальних, шунтувальних реакторів. Схеми включення. Параметри й маркування апаратів.

Тема 10. Комутаційні апарати. Опис процесу відключення електричному кола змінного струму під час коротких замикань. Фізичні процеси в дуговому проміжку вимикача для високому тиску. Гасіння дуги в повітряних вимикачах. Гасіння дуги в масляних вимикачах. Характерні властивості повітряних і масляних вимикачів.

Низьковольтні апарати: контактори, пускачі, автомати; високовольтні апарати: вимикачі, вимикачі навантаження, роз'єднувачі, віддільники, короткозамикачі, заземлювачі. Призначення, класифікація, умови функціонування, конструкція. Фізичні процеси, що протікають при роботі

апаратів. Характеристика приводів. Схеми керування електромагнітним і пневматичним приводом. Параметри й маркування апаратів.

Тема 11. Вимірювальні трансформатори струму й напруги. Призначення, класифікація, умови функціонування, конструкція. Схеми заміщення, векторні діаграми, похибки, класи точності. Схеми з'єднання обмоток для цілей вимірювання. Місця підключення апаратів в електроустановках. Система вимірювання для контролю за режимом роботи електроустаткування: типи, місця установки, схеми підключення електровимірювальних приладів і пристроїв. Параметри й маркування апаратів.

Змістовий модуль 4.

Тема 12. Загальні питання теорії нагрівання. Втрати в провідниках. Поверхневий ефект. Ефект близькості. Втрати в деталях з магнітних матеріалів. Теплообмін. Конвекція. Випромінювання.

Тема 13. Нагрівання провідників та апаратів в усталеному режимі. Термічна стійкість. Тепловий розрахунок однорідних провідників при тривалому нагріванні. Нагрів провідників та апаратів в довготривалому режимі. Нагрів котушок. Охолодження провідників.

Тема 14. Нагрівання провідників та апаратів при коротких замиканнях. Особливості нагріву провідників при к.з. Термічна стійкість неізолюваних провідників, кабелів та електричних апаратів. Визначення інтеграла Джоуля від аперіодичної та періодичної складових струму к.з.

Тема 15. Провідники і ізолятори в електроустановках. Основні поняття. Характеристики, елементи конструкції, область застосування різних видів провідників і струмопроводів: твердих, гнучких, комплектних. Характеристики, елементи конструкції, область застосування різних видів ізоляторів: опорних, прохідних, підвісних.

Змістовий модуль 5.

Тема 16. Режими роботи нейтралі в електроенергетичних системах. Поняття, класифікація режимів. Напруга на нейтралі в нормальному режимі. Режим стійкого й дугового замикання однієї фази на землю в мережах з ізолюваною нейтраллю. Поняття критичного струму замикання на землю. Режим стійкого замикання однієї фази на землю в мережах з компенсованою нейтраллю. Характеристики, режими, схеми підключення дугогасильних реакторів. Режим однофазного короткого замикання в мережах з ефективно- і глухозаземленою нейтраллю. Область застосування різних режимів.

Тема 17. Заземлюючі пристрої. Основні поняття й визначення. Електричне поле заземлювача. Дія електричного струму на людину. Допустимі напруги. Умови безпеки. Характеристики землі. Визначення розрахункового струму для заземлювачів. Нормування заземлюючих пристроїв. Розрахунок заземлювачів. Електробезпека у мережах з напругою до 1 кВ.

Змістовий модуль 6.

Тема 18. Керування на електричних станціях і підстанціях. Організаційна структура оперативного керування. Щити керування. Дистанційне керування

комутаційними апаратами: апаратура, принципи виконання, схеми і їх аналіз (для вимикачів, роз'єднувачів, короткозамикачів і віддільників). Сигналізація: види й принципи виконання; ланцюги сигналізації в схемах керування. Блокування: види, схеми електромагнітного блокування.

Тема 19. Системи керування, контролю, сигналізації і виміру на станціях та підстанціях. Дистанційне керування вимикачами з різного види приводами. Дистанційне керування роз'єднувачами, віддільниками, короткозамикачами. Блокування вимикачів та роз'єднувачів. Поняття про АСУ ТП електростанцій.

5. Теми семінарських занять (не передбачено)

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	(денна форма навчання)	
1	Техніко-економічне обґрунтування проектних рішень	3
2	Графіки навантажень та визначення техніко-економічних показників ЕС	2
3	Технологічна частина та вибір основного обладнання ЕС	2
4	Проектування головної електричної схеми	3
5	Вибір доцільного способу обмеження струмів короткого замикання	2
6	Вибір схеми розподільних установок станції	3
7	Проектування електроустановок власних потреб	3
8	Розрахунок струмів короткого замикання та вибір провідників і апаратів	3
9	Вибір струмопровідних частин та апаратів	2
10	Вибір електричних апаратів розподільних установок	4
11	Конструкції розподільних установок	3
12	Розрахунок пристроїв заземлення підстанції.	2
13	Розрахунок захисту підстанції від ударів блискавки.	2
14	Проектування системи керування	2
	Всього	36
	(заочна форма навчання)	
1	Техніко-економічне обґрунтування проектних рішень	1
2	Графіки навантажень та визначення техніко-економічних показників ЕС	1
3	Вибір схеми розподільних установок станції	1
4	Проектування електроустановок власних потреб	1
5	Розрахунок струмів короткого замикання та вибір провідників і апаратів	1
6	Вибір струмопровідних частин та апаратів	1
7	Вибір електричних апаратів розподільних установок	1
8	Конструкції розподільних установок	-

9	Розрахунок пристроїв заземлення підстанції.	1
10	Розрахунок захисту підстанції від ударів блискавки.	1
11	Проектування системи керування	1
12	Всього	10

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	(денна форма навчання)	
1	Лабораторна робота № 1 Вивчення конструкції 9лухо заземле та вакуумних вимикачів	4
2	Лабораторна робота № 2 Вивчення конструкції вимикачів навантаження та роз'єднувачів внутрішньої установки	4
3	Лабораторна робота № 3 Дослідження трансформаторів струму	3
4	Лабораторна робота №4 Дослідження трансформаторів напруги	3
5	Лабораторна робота №5 Вивчення конструкції комплектних розподільних установок високої напруги	4
6	Лабораторна робота №6 Регулювання напруги в електричних мережах за допомогою вольтододавальних трансформаторів	5
	Лабораторна робота №7 Фазування силових трансформаторів і вмикання їх на паралельну роботу	2
7	Лабораторна робота №8 Дослідження шинних конструкцій	2
	Всього	27
	(заочна форма навчання)	
1	Лабораторна робота № 1 Вивчення конструкції 9лухо заземле та вакуумних вимикачів	2
2	Лабораторна робота № 2 Вивчення конструкції вимикачів навантаження та роз'єднувачів внутрішньої установки	2
3	Лабораторна робота № 3 Дослідження трансформаторів струму	2
4	Лабораторна робота №4 Дослідження трансформаторів напруги	2
5	Лабораторна робота №6 Регулювання напруги в електричних мережах за допомогою вольтододавальних трансформаторів	2
	Всього	10

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	(денна форма навчання)	
1	Тема 1. Вступ. Предмет курсу, його призначення та місце серед дисциплін спеціальності. Сучасний стан і перспективи розвитку електроенергетики України. Загальні відомості про електричні станції та підстанції. Основні типи електростанцій, їх характерні особливості та параметри. Технологічні схеми. Графіки навантаження електроустановок, їх типи, призначення. Техніко-економічні характеристики електроустановок. Участь електростанцій різного типу у покритті добового графіка навантаження енергосистеми.	5
2	Тема 2. Режимы споживання електроенергії. Відомості про якість і надійність електропостачання. Потужності і резерви потужності станцій, енергосистем. Питання охорони навколишнього середовища. Екологічні вимоги, що висуваються до об'єктів електроенергетики.	12

3	Тема 3. Технологічні схеми електричних станцій різних типів. Технологічні схеми КЕС, ТЕЦ. Технологічні схеми АЕС. Технологічні схеми ГЕС, ГАЕС. Особливості режимів та технологічних схем відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії. Перспективи розвитку альтернативної енергетики в Україні.	9
4	Тема 4. Схеми електричних з'єднань станцій і підстанцій. Основні поняття, види схем і їх призначення. Схеми підключення джерел до розподільних пристроїв. Структурні схеми станцій і підстанцій. Схеми електричних з'єднань розподільних пристроїв зі збірними шинами, без збірних шин. Особливості головних схем станцій: блоковий принцип, виконання зв'язку між розподільними пристроями, схеми електричних з'єднань розподільних пристроїв різної напруги. Особливості головних схем підстанцій. Особливості систем електропостачання міст, промислових підприємств, об'єктів сільського господарства й транспортних засобів. Особливості систем електропостачання міст, промислових підприємств, об'єктів сільського господарства й транспортних засобів. Проектування схем електростанцій різного виду. Оперативні перемикання в схемах: введення й вивід з роботи; переклад приєднання з однієї системи збірних шин на іншу; заміна вимикача приєднання функціональним.	5
5	Тема 5. Власні потреби електричних станцій і підстанцій. Основні характеристики механізмів власних потреб. Типи приводів, застосовуваних для цих механізмів. Джерела живлення власних потреб і їх резервування. Схеми живлення власних потреб АЕС, КЕС, ТЕЦ, ГЕС, ГАЕС і підстанцій. Вибір електродвигунів для роботи механізмів власних потреб. Робота електродвигунів в нормальних режимах і під час втрати живлення.	6
6	Тема 6. Установки постійного струму з акумуляторними батареями. Споживачі постійного струму на електричних станціях та підстанціях. Призначення АБ. Види споживачів постійного струму. Обладнання, принципи дії і технічні характеристики свинцево-кіслотних акумуляторів. Схема і щит постійного струму з АБ.	7
7	Тема 7. Синхронні генератори і компенсатори. Технічні характеристики. Системи охолодження. Структурні схеми систем збудження: електромашинної, тиристорної, безщіткової, самозбудження. Гасіння поля генератора. Режим форсування. Нормальні режими роботи генератора з аналізом зміни параметрів з допомогою векторних діаграм і рівнянь руху ротора генератора: зміна струму збудження, впуск енергоносія в турбіну, напруга на виводах генератора. Кутова характеристика і стійка робота генератора. Діаграма допустимих потужностей. Загальна характеристика асинхронізованого генератора. Анормальні режими: перевантаження, режим синхронного компенсатора, асинхронний і несиметричний режими. Синхронний компенсатор: призначення, характеристика систем охолодження і збудження; використання в енергосистемі.	6
8	Тема 8. Силові трансформатори і автотрансформатори. Класифікація трансформаторів. Системи охолодження. Режими роботи нейтралі трансформаторів. Силові автотрансформатори: принципові схеми, класифікація режимів по передачі потужності. Автотрансформаторний режим: вивід виразів для трансформаторної й прохідний потужностей, поняття номінальної й типовий потужностей. Трансформаторні й комбіновані режими: вивід виразів для потужностей, переданих обмотками автотрансформатора, обмеження за переданою потужністю. Використання автотрансформатора в електроустановках. Схеми 10-лук зазрів напруги і їх підключення для автотрансформаторів. Параметри й експлуатаційні режими. Навантажувальна здатність: поняття, характеристика теплового режиму, зношування; розрахунок можливого перевантаження за допомогою двоступінчастого графіка навантаження. Спеціальні регульовальні	6

	трансформатори, схеми підключення, векторні діаграми.	
9	Тема 9. Електричні реактори. Призначення, Іллухо зкація, умови функціонування, конструкція струмообмежувальних, заземлювальних, шунтувальних реакторів. Схеми включення. Параметри й маркування апаратів.	3
10	Тема 10. Комутаційні апарати. Опис процесу відключення електричному кола змінного струму під час коротких замикань. Фізичні процеси в дуговому проміжку вимикача для високому тиску. Гасіння дуги в повітряних вимикачах. Гасіння дуги в масляних вимикачах. Характерні властивості повітряних і масляних вимикачів. Низьковольтні апарати: контактори, пускачі, автомати; високовольтні апарати: вимикачі, вимикачі навантаження, роз'єднувачі, віддільники, короткозамикачі, заземлювачі. Призначення, класифікація, умови функціонування, конструкція. Фізичні процеси, що протікають при роботі апаратів. Характеристика приводів. Схеми керування електромагнітним і пневматичним приводом. Параметри й маркування апаратів.	4
11	Тема 11. Вимірювальні трансформатори струму й напруги. Призначення, класифікація, умови функціонування, конструкція. Схеми заміщення, векторні діаграми, похибки, класи точності. Схеми з'єднання обмоток для цілей вимірювання. Місця підключення апаратів в електроустановках. Система вимірювання для контролю за режимом роботи електроустаткування: типи, місця установки, схеми підключення електровимірювальних приладів і пристроїв. Параметри й маркування апаратів.	9
12	Тема 12. Загальні питання теорії нагрівання. Втрати в провідниках. Поверхневий ефект. Ефект близькості. Втрати в деталях з магнітних матеріалів. Теплообмін. Конвекція. Випромінювання.	5
13	Тема 13. Нагрівання провідників та апаратів в усталеному режимі. Термічна стійкість Тепловий розрахунок однорідних провідників при тривалому нагріванні. Нагрів провідників та апаратів в довготривалому режимі. Нагрів котушок. Охолодження провідників.	7
14	Тема 14. Нагрівання провідників та апаратів при коротких замиканнях. Особливості нагріву провідників при к.з. Термічна стійкість неізолюваних провідників, кабелів та електричних апаратів. Визначення інтеграла Джоуля від аперіодичної та періодичної складових струму к.з.	6
15	Тема 15. Провідники і ізолятори в електроустановках. Основні поняття. Характеристики, елементи конструкції, область застосування різних видів провідників і струмопроводів: твердих, гнучких, комплектних. Характеристики, елементи конструкції, область застосування різних видів ізоляторів: опорних, прохідних, підвісних.	5
16	Тема 16. Режими роботи нейтралі в електроенергетичних системах. Поняття, класифікація режимів. Напруга на нейтралі в нормальному режимі. Режим стійкого й дугового замикання однієї фази на землю в мережах з ізолюваною нейтраллю. Поняття критичного струму замикання на землю. Режим стійкого замикання однієї фази на землю в мережах з компенсованою нейтраллю. Характеристики, режими, схеми підключення дугогасильних реакторів. Режим однофазного короткого замикання в мережах з ефективно- і Іллухо заземленою нейтраллю. Область застосування різних режимів.	10
17	Тема 17. Заземлюючі пристрої. Основні поняття й визначення. Електричне поле заземлювача. Дія електричного струму на людину. Допустимі напруги. Умови безпеки. Характеристики землі. Визначення	13

	розрахункового струму для заземлювачів. Нормування заземлюючих пристроїв. Розрахунок заземлювачів. Електробезпека у мережах з напругою до 1 Кв.	
18	Тема 18. Керування на електричних станціях і підстанціях. Організаційна структура оперативного керування. Щити керування. Дистанційне керування комутаційними апаратами: апаратура, принципи виконання, схеми і їх аналіз (для вимикачів, роз'єднувачів, короткозамикачів і віддільників). Сигналізація: види й принципи виконання; ланцюги сигналізації в схемах керування. Блокування: види, схеми електромагнітного блокування.	3
19	Тема 19. Системи керування, контролю, сигналізації і виміру на станціях та підстанціях. Дистанційне керування вимикачами з різного види приводами. Дистанційне керування роз'єднувачами, віддільниками, короткозамикачами. Блокування вимикачів та роз'єднувачів. Поняття про АСУ ТП електростанцій.	11
20	Курсовий проект	36
	Всього	168
	(заочна форма навчання)	
1	Тема 1. Вступ. Предмет курсу, його призначення та місце серед дисциплін спеціальності. Сучасний стан і перспективи розвитку електроенергетики України. Загальні відомості про електричні станції та підстанції. Основні типи електростанцій, їх характерні особливості та параметри. Технологічні схеми. Графіки навантаження електроустановок, їх типи, призначення. Техніко-економічні характеристики електроустановок. Участь електростанцій різного типу у покритті добового графіка навантаження енергосистеми.	6
2	Тема 2. Режими споживання електроенергії. Відомості про якість і надійність електропостачання. Потужності і резерви потужності станцій, енергосистем. Питання охорони навколишнього середовища. Екологічні вимоги, що висуваються до об'єктів електроенергетики.	13
3	Тема 3. Технологічні схеми електричних станцій різних типів. Технологічні схеми КЕС, ТЕЦ. Технологічні схеми АЕС. Технологічні схеми ГЕС, ГАЕС. Особливості режимів та технологічних схем відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії. Перспективи розвитку альтернативної енергетики в Україні.	12
4	Тема 4. Схеми електричних з'єднань станцій і підстанцій. Основні поняття, види схем і їх призначення. Схеми підключення джерел до розподільних пристроїв. Структурні схеми станцій і підстанцій. Схеми електричних з'єднань розподільних пристроїв зі збірними шинами, без збірних шин. Особливості головних схем станцій: блоковий принцип, виконання зв'язку між розподільними пристроями, схеми електричних з'єднань розподільних пристроїв різної напруги. Особливості головних схем підстанцій. Особливості систем електропостачання міст, промислових підприємств, об'єктів сільського господарства й транспортних засобів. Особливості систем електропостачання міст, промислових підприємств, об'єктів сільського господарства й транспортних засобів. Проектування схем електростанцій різного виду. Оперативні перемикання в схемах: введення й вивід з роботи; переклад приєднання з однієї системи збірних шин на іншу; заміна вимикача приєднання функціональним.	13
5	Тема 5. Власні потреби електричних станцій і підстанцій. Основні характеристики механізмів власних потреб. Типи приводів, застосовуваних для цих механізмів. Джерела живлення власних потреб і їх резервування. Схеми живлення власних потреб АЕС, КЕС, ТЕЦ, ГЕС, ГАЕС і підстанцій. Вибір електродвигунів для роботи механізмів власних потреб. Робота електродвигунів в нормальних режимах і під час втрати живлення.	12
6	Тема 6. Установки постійного струму з акумуляторними батареями.	17

	Споживачі постійного струму на електричних станціях та підстанціях. Призначення АБ. Види споживачів постійного струму. Обладнання, принципи дії і технічні характеристики свинцево-кіслотних акумуляторів. Схема і щит постійного струму з АБ.	
7	Тема 7. Синхронні генератори і компенсатори. Технічні характеристики. Системи охолодження. Структурні схеми систем збудження: електромашинної, тиристорної, безщіткової, самозбудження. Гасіння поля генератора. Режим форсування. Нормальні режими роботи генератора з аналізом зміни параметрів з допомогою векторних діаграм і рівнянь руху ротора генератора: зміна струму збудження, впуск енергоносія в турбіну, напруга на виводах генератора. Кутова характеристика і стійка робота генератора. Діаграма допустимих потужностей. Загальна характеристика асинхронізованого генератора. Анормальні режими: перевантаження, режим синхронного компенсатора, асинхронний і несиметричний режими. Синхронний компенсатор: призначення, характеристика систем охолодження і збудження; використання в енергосистемі.	18
8	Тема 8. Силові трансформатори і автотрансформатори. Класифікація трансформаторів. Системи охолодження. Режими роботи нейтралі трансформаторів. Силові автотрансформатори: принципові схеми, класифікація режимів по передачі потужності. Автотрансформаторний режим: вивід виразів для трансформаторної й прохідний потужностей, поняття номінальної й типовий потужностей. Трансформаторні й комбіновані режими: вивід виразів для потужностей, переданих обмотками автотрансформатора, обмеження за переданою потужністю. Використання автотрансформатора в електроустановках. Схеми ІЗлухо зазрів напруги і їх підключення для автотрансформаторів. Параметри й експлуатаційні режими. Навантажувальна здатність: поняття, характеристика теплового режиму, зношування; розрахунок можливого перевантаження за допомогою двоступінчастого графіка навантаження. Спеціальні регульовальні трансформатори, схеми підключення, векторні діаграми.	17
9	Тема 9. Електричні реактори. Призначення, ІЗлухо зкація, умови функціонування, конструкція струмообмежувальних, заземлювальних, шунтувальних реакторів. Схеми включення. Параметри й маркування апаратів.	17
10	Тема 10. Комутаційні апарати. Опис процесу відключення електричному кола змінного струму під час коротких замикань. Фізичні процеси в дуговому проміжку вимикача для високому тиску. Гасіння дуги в повітряних вимикачах. Гасіння дуги в масляних вимикачах. Характерні властивості повітряних і масляних вимикачів. Низьковольтні апарати: контактори, пускачі, автомати; високовольтні апарати: вимикачі, вимикачі навантаження, роз'єднувачі, віддільники, короткозамикачі, заземлювачі. Призначення, класифікація, умови функціонування, конструкція. Фізичні процеси, що протікають при роботі апаратів. Характеристика приводів. Схеми керування електромагнітним і пневматичним приводом. Параметри й маркування апаратів.	16
11	Тема 11. Вимірювальні трансформатори струму й напруги. Призначення, класифікація, умови функціонування, конструкція. Схеми заміщення, векторні діаграми, похибки, класи точності. Схеми з'єднання обмоток для цілей вимірювання. Місця підключення апаратів в електроустановках. Система вимірювання для контролю за режимом роботи електроустаткування: типи, місця установки, схеми підключення електровимірювальних приладів і пристроїв. Параметри й маркування	7

	апаратів.	
12	Тема 12. Загальні питання теорії нагрівання. Втрати в провідниках. Поверхневий ефект. Ефект близькості. Втрати в деталях з магнітних матеріалів. Теплообмін. Конвекція. Випромінювання.	4
13	Тема 13. Нагрівання провідників та апаратів в усталеному режимі. Термічна стійкість Тепловий розрахунок однорідних провідників при тривалому нагріванні. Нагрів провідників та апаратів в довготривалому режимі. Нагрів котушок. Охолодження провідників.	7
14	Тема 14. Нагрівання провідників та апаратів при коротких замиканнях. Особливості нагріву провідників при к.з. Термічна стійкість неізольованих провідників, кабелів та електричних апаратів. Визначення інтеграла Джоуля від аперіодичної та періодичної складових струму к.з.	3
15	Тема 15. Провідники і ізолятори в електроустановках. Основні поняття. Характеристики, елементи конструкції, область застосування різних видів провідників і струмопроводів: твердих, гнучких, комплектних. Характеристики, елементи конструкції, область застосування різних видів ізоляторів: опорних, прохідних, підвісних.	2
16	Тема 16. Режими роботи нейтралі в електроенергетичних системах. Поняття, класифікація режимів. Напряга на нейтралі в нормальному режимі. Режим стійкого й дугового замикання однієї фази на землю в мережах з ізолюваною нейтраллю. Поняття критичного струму замикання на землю. Режим стійкого замикання однієї фази на землю в мережах з компенсованою нейтраллю. Характеристики, режими, схеми підключення дугогасильних реакторів. Режим однофазного короткого замикання в мережах з ефективно- і 14лухо заземленою нейтраллю. Область застосування різних режимів.	10
17	Тема 17. Заземлюючі пристрої. Основні поняття й визначення. Електричне поле заземлювача. Дія електричного струму на людину. Допустимі напруги. Умови безпеки. Характеристики землі. Визначення розрахункового струму для заземлювачів. Нормування заземлюючих пристроїв. Розрахунок заземлювачів. Електробезпека у мережах з напругою до 1 Кв.	12
18	Тема 18. Керування на електричних станціях і підстанціях. Організаційна структура оперативного керування. Щити керування. Дистанційне керування комутаційними апаратами: апаратура, принципи виконання, схеми і їх аналіз (для вимикачів, роз'єднувачів, короткозамикачів і віддільників). Сигналізація: види й принципи виконання; ланцюги сигналізації в схемах керування. Блокування: види, схеми електромагнітного блокування.	9
19	Тема 19. Системи керування, контролю, сигналізації і виміру на станціях та підстанціях. Дистанційне керування вимикачами з різного види приводами. Дистанційне керування роз'єднувачами, віддільниками, короткозамикачами. Блокування вимикачів та роз'єднувачів. Поняття про АСУ ТП електростанцій.	9
20	Курсовий проект	36
	Всього	240

9. Індивідуальні завдання

Обсяг і зміст індивідуальної роботи студента з дисципліни залежить від форми навчання студента. Студенти заочної форми навчання виконують контрольну роботу відповідно до рекомендацій, наведених у [3].

10. Методи навчання

Лекція, проблемна лекція, демонстрація, зокрема, з використанням мультимедійних засобів навчання, практичні роботи, підготовка рефератів, доповідей науково-дослідного характеру, зокрема, на щорічну науково-технічну конференцію викладачів, співробітників та студентів ВНТУ.

В якості технічних засобів навчання використовуються:

- клас, обладнаний мультимедійним проектором;
- технічна лабораторія зі стендами з високою напругою.

11. Засоби діагностування результатів навчання

Протягом вивчення дисципліни передбачається поточний та підсумковий форми контролів знань студентів.

Поточний контроль проводиться шляхом фронтального, індивідуального чи комбінованого опитування студентів в результаті написання колоквіумів та захисту виконаних лабораторних робіт. Колоквіуми можуть проводитись за допомогою таких методів:

- письмової контрольної роботи;
- складання тестів у електронній системі університету;
- складання тестів у електронній системі університету та додаткової письмової контрольної роботи (додатково оголошується розподіл балів за складання тестів та виконання письмової роботи із загальної кількості балів, відведених на колоквіум).

Метод написання та максимально дозволений час колоквіуму оголошується студентам на першому тижні навчального семестру.

Підсумковий контроль знань студентів проводиться шляхом складання диференційованого заліку за темами, що охоплюють весь курс дисципліни. Диференційований залік може проводитись за допомогою таких методів:

- письмової роботи;
- складання тестів у електронній системі університету;
- складання тестів у електронній системі університету та додаткової письмової роботи (додатково оголошується розподіл балів за складання тестів та виконання письмової роботи із загальної кількості балів, відведених на підсумковий контроль).

Метод та максимально дозволений час складання підсумкового контролю оголошується студентам на першому тижні навчального семестру.

12. Розподіл балів, які отримують студенти

Вивчення дисципліни за кредитно-модульною системою (КМС) студентами денної форми навчання проводиться у відповідності з положенням про кредитно-модульну систему організацію навчального процесу у ВНТУ. Нижче наведено трудомісткість дисципліни.

В 6 семестрі

Вид контролю – іспит

<i>Змістовий модуль 1</i>		<i>Змістовий модуль 2</i>		<i>Змістовий модуль 3</i>	
Лаб. робота № 1	5	Лаб. робота № 4	4	Лаб. робота № 6	3
Лаб. робота № 2	5	Лаб. робота № 5	5	Лаб. робота № 7	2
Лаб. робота № 3	5				
СРС № 1	5	СРС № 2	5	СРС № 3	5
Колоквіум 1	15	Колоквіум 2	10	Колоквіум 3	5
Сума за модуль 1	35	Сума за модуль 2	24	Сума за модуль 3	15
Іспит 26					
Сума за семестр 100					

В 7 семестрі

Вид контролю – іспит

<i>Змістовий модуль 4</i>		<i>Змістовий модуль 5</i>		<i>Змістовий модуль 6</i>	
Лаб. робота № 1	5	Лаб. робота № 4	4	Лаб. робота № 6	3
Лаб. робота № 2	5	Лаб. робота № 5	5	Лаб. робота № 7	2
Лаб. робота № 3	5				
СРС № 1	5	СРС № 2	5	СРС № 3	5
Колоквіум 1	15	Колоквіум 2	10	Колоквіум 3	5
Сума за модуль 1	35	Сума за модуль 2	24	Сума за модуль 3	15
Іспит 26					
Сума за семестр 100					

За виконання курсового проекту

Пояснювальна записка (оцінюються результати проектування та їх оформлення)	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
до 50	до 10	до 40	100

13. Критерії оцінювання знань, умінь та навичок студентів

Загальна оцінка студента за результатами КМС залежить від суми набраних протягом теоретичного семестру балів (до 100 балів), і визначається за таблицею.

Якщо студент за результатами виконання завдання протягом семестру отримав бальну оцінку на рівні F, то він має право пройти повторний курс вивчення дисципліни відповідно до «Тимчасового положення про порядок ліквідації академічної заборгованості, академічної різниці та надання платної послуги з проведення занять з вивчення окремої навчальної дисципліни понад обсяги, встановлені навчальним планом».

Рівень компетентності	За національною шкалою	За шкалою ЕКТС	Критерії оцінювання
IV Високий (творчий) «5»	відмінно (90–100)	A	Виставляється, якщо при відповіді на питання виявлено всебічні, систематизовані, глибокі знання матеріалу, який виноситься на контроль, уміння вільно виконувати завдання, передбачені програмою, знання основної і додаткової літератури, передбаченої програмою на рівні творчого використання.
III Достатній (конструктивний) «4»	добре «4+» (82–89)	B	Повні знання з питань і задач, що стоять перед студентом. Уміння викладати основні ідеї. Вміння професійно відстоювати свою точку зору. Припускаються несуттєві неточності у викладенні матеріалу та у відповідях.
	добре «4» (75–81)	C	Достатньо повні знання з поставлених питань і задач. Вміння викладати основні ідеї. Здатність самостійно застосовувати вивчений матеріал на рівні стандартних ситуацій, наводити окремі власні приклади на підтвердження власних тверджень. Вміння доводити правильність своїх рішень. Несуттєві неточності у відповідях та деякі нераціональності при програмуванні задач.
II Середній (репродуктивний) «3»	задовільно «3+» (64–63)	D	Студент може відтворити значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання та розуміння основних положень, з допомогою викладача може аналізувати матеріал, робити висновки та розробляти програмні блоки. Пояснення неповні, нелаконічні, не завжди точні. Відповіді на питання неповні, містять неточності, при програмуванні застосовуються не найраціональніші рішення.
	задовільно «3» (60–63)	E	Задовільні знання програмного матеріалу на рівні вищому за початковий. Здатність за допомогою викладача логічно відтворювати значну частину матеріалу. При відповіді на запитання виникають труднощі у деяких положеннях, відповіді не повні, програми пишуться нераціонально, не використовуються всі ефективні засоби програмування.
I Низький «2»	«незадовільно з можливістю повторного складання» 2 (35–59)	FX	Теорією володіє на рівні фрагментів, викладає матеріал уривчасто. Утруднюється в обґрунтуванні рішень, на запитання викладача дає неправильні відповіді (40-60%), пояснення не до ладу. Самостійно, без допомоги викладача, не може сформулювати алгоритм рішення задачі. Програми не раціональні та неефективні, при програмуванні використовуються лише прості конструкції.
	«незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни» 2 (0–34)	F	Теорією володіє на рівні фрагментів, викладає матеріал уривчасто. Утруднюється в обґрунтуванні рішень, на запитання викладача дає неправильні відповіді (60-100%). Самостійно, без допомоги викладача, не може сформулювати алгоритм рішення задачі.

14. Рекомендована література

Основна

1. Электрическая часть станций и подстанций / Под ред. А.А.Васильева. - М.: Энергия, 1985.
4. Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций: Учебник для техн. - 3-е изд. - М.: Энергоатомиздат, 1987. - 648 с.

Додаткова

1. Таев И.С. Электрические аппараты. Общая теория. - М.: Энергия, 1977. - 270 с.
2. Электрическая часть станций и подстанций / Под ред. А.А.Васильева. - М.: Энергия, 1985.
3. Зелінський В.Ц. Фізичні основи електричних апаратів. Навч. посібник. - Вінниця: Універсум-Вінниця, 2000 р. - С. 134.
4. Родштейн Л.А. Электрические аппараты. - Л.: Энергоиздат, 1981.
5. Зелінський В.Ц., Лагутін В.М. Електричні апарати. Лабораторний практикум. Навчальний посібник: ВДТУ, 2002. – 116 с.
6. Маргулова Т.Х. Атомные электрические станции. - М.: Высшая школа, 1984.
7. Гидроэлектрические станции / Под ред. В.Я.Карелина и Г.И.Кривченко. - М.: Энергоатомиздат, 1987.
8. Кудря С.О. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії. – К.: НТУУ «КПІ», 2012.– 492 с.
9. Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. - М.: Энергоатомиздат, 1989.
10. Двоскин Л. И. Схемы и конструкции распределительных устройств. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 220 с.
11. Лежнюк П. Д. Проектування електричної частини електричних станцій: навчальний посібник /П. Д. Лежнюк, В. М. Лагутін, В. В. Тептя. – Вінниця: ВНТУ, 2009. – 194 с.

Інформаційні ресурси

1. Національна бібліотека України імені академіка В. І. Вернадського: [сайт]. Режим доступу: <http://nbuv.gov.ua/>
2. Енергетика: [сайт]. Режим доступу: <http://LEONARDO.ENERGY.ORG/>
3. <http://any-book.org/download/68591.html/>
4. <http://window.edu.ru/resource/262/75262/>

15. Тематика курсової та контрольної робіт

Зміст завдання

Варіант _____

Запроектувати електричну частину ГЕС. Встановлена потужність станції 60 МВт (6×10). Відстань до місця приєднання до енергосистеми 65 км. Параметри енергосистеми: $S_{c,ном} = 480$ МВА; $x_{c,ном} = 0,44$; $U_{c,ном} = 110$ кВ.

Електричне навантаження станції:

а) максимальна потужність, що віддається в місцевий район 15 МВт.

б) максимальна потужність, що віддається в систему 35 МВт.

В проекті розробити:

1. Зв'язок електричної станції з системою та її роль в системі;
2. Розрахунок електричних навантажень станції;
3. Вибір типу та потужності генераторів, турбін та котельних агрегатів;
4. Вибір електричної схеми станції;
5. Вибір блочних трансформаторів, автотрансформаторів зв'язку, трансформаторів власних потреб, кількості ЛЕП та іншого електрообладнання.
6. вибір схеми ВРП високої напруги на підставі порівнювання не менше двох варіантів за техніко-економічними показниками.
7. Розрахунок струмів короткого замикання для вибору апаратури та струмоведучих частин.
8. Вибір комутаційної апаратури.
9. Вибір струмоведучих частин.
10. Вибір вимірювальних трансформаторів.

Графічний матеріал:

1. Головна схема електричних з'єднань електростанції.

Дані для побудови електричних графіків навантаження:

Таблиця 1.1

Споживачі % $P_{\text{макс}}$	Пора року	Години доби							
		0-6	6-8	8-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-24
Навантаження місцевого району	зима	50	60	90	100	80	80	70	50
	літо	40	55	80	85	70	70	55	40
Потужність, що віддається в систему	зима	30	60	100	60	60	30	30	30
	літо	20	40	40	30	30	30	30	30