

(Ф 03.02 – 91)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний авіаційний університет
Навчально-науковий Аерокосмічний інститут
Кафедра автоматизації та енергоменеджменту

ЗАТВЕРДЖУЮ
В.о. ректора

" _____ " _____ 2017 р.



Система менеджменту якості

НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни
“Електрична частина станцій та підстанцій”


Галузь знань: 14 «Електрична інженерія»
Спеціальність: 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Спеціалізація: «Енергетичний менеджмент»

Курс – 3,4 Семестр – 6,7

Аудиторні заняття – 115 Екзамен – 6,7 семестр
Самостійна робота – 140
Усього (годин/кредитів ECTS) – 255/8,5
Курсовий проект – 7 семестр

Індекс НБ – 1-141 / 16 - 2.1.18

СМЯ НАУ НІ 07.01.05-01-2017

	Система менеджменту якості. Навчальна програма навчальної дисципліни "Електрична частина станцій та підстанцій "	Шифр документа	СМЯ НАУ НП 07.01.05 – 01-2017
		Стор. 2 із 10	

Навчальну програму дисципліни "Електрична частина станцій та підстанцій» розроблено на основі освітньо-професійної програми та навчального плану № НБ – 1 - 141/16 підготовки фахівців освітнього ступеня "Бакалавр" за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» та спеціалізацією «Енергетичний менеджмент» і відповідних нормативних документів.

Навчальну програму розробили:

к. т. н., проф. кафедри автоматизації

та енергоменеджменту _____ В. Козлов

к. т. н., доц. кафедри автоматизації

та енергоменеджменту _____ Н. Соколова

Навчальна програма обговорена та схвалена на засіданні випускової кафедри за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» та спеціалізацією «Енергетичний менеджмент» - кафедри автоматизації та енергоменеджменту, протокол №__ від «__» _____ 2017 р.

Завідувач кафедри _____ В. Захарченко

Навчальна програма обговорена та схвалена на засіданні науково-методично-редакційної ради навчально-наукового Аерокосмічного інституту, протокол №__ від «__» _____ 2017 р.

Голова НМРР _____ В. Кравцов

УЗГОДЖЕНО

Директор ННАКІ

_____ В. Шмаров

«__» _____ 2017р.

Рівень документа – 3б

Плановий термін між ревізіями – 1 рік

Контрольний примірник



1. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Навчальна програма навчальної дисципліни «Електрична частина станцій та підстанцій» розроблена на основі «Методичних вказівок до розроблення та оформлення навчальної та робочої навчальної програм дисциплін», введених в дію розпорядженням від 16.06.2015р. №37/роз .

Дана навчальна дисципліна є однією з провідних в системі підготовки студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», яка формує їх фаховий рівень.

Метою викладання дисципліни є розкриття сучасних наукових концепцій, понять, методів технологій побудови електричної частини станцій та підстанцій, фізичних процесів, способів розрахунку і умов оптимального управління їх режимами.

Завданнями вивчення навчальної дисципліни є:

- оволодіння методами та технологіями побудови електричної частини станцій та підстанцій;
- засвоєння конструктивних особливостей та електричних схем електричної частини сучасних станцій та підстанцій;
- дослідження нормальних, ненормальних та аварійних режимів функціонування електричної частини сучасних станцій та підстанцій;
- дослідження фізичних явищ при виробництві, передачі, перетворенні, розподілу та споживанні електроенергії;
- оволодіння методами та процесами забезпечення якості електроенергії та надійності функціонування електричної частини станцій та підстанцій.

У результаті вивчення даної навчальної дисципліни студент повинен:

Знати:

- закономірності процесів, що протікають при комутації електричних кіл високої та низької напруги;
- структурний склад, принцип дії, конструкція, особливості електричних апаратів різного призначення;
- основні вимоги до конструкції трансформаторних підстанцій ;
- основні вимоги до розподільчих пристроїв 6-10 і 0,4 кВ, типові варіанти виконання їх електричних схем;
- основні вимоги до конструкції заземлювальних пристроїв трансформаторних підстанцій;

Вміти:

- визначати ієрархічну структуру системи електропостачання і склад електричних апаратів в даній структурі;
- здійснювати вибір електричних апаратів;
- аналізувати технічну, конструкторську та експлуатаційну документацію на електричні апарати;
- вибирати структуру електричної частини трансформаторної підстанції для електроприймачів різних категорій;



- комплектувати розподільні пристрої 6-35 і 0,4 кВ зі стандартних елементів;
- розраховувати параметри заземлювальних пристроїв трансформаторних підстанцій;

Навчальний матеріал дисципліни структурований за модульним принципом і складається з чотирьох класичних навчальних модулів, а саме:.

- навчального модуля №1 "Загальні питання електричних апаратів";
- навчального модуля №2 «Комутаційні апарати до 1000 та більше 1000 В»;
- навчального модуля №3 «Вимірювальні та захисні апарати»;
- навчального модуля №4 «Конструкції електричних підстанцій»

кожен з яких є логічно завершеною, відносно самостійною, цілісною частиною навчальної дисципліни, засвоєння якої передбачає проведення модульної контрольної роботи та аналіз результатів її виконання.

Окремим п'ятим модулем є курсовий проект, який виконується в сьомому семестрі. Курсовий проект є важливою складовою закріплення та поглиблення теоретичних та практичних знань та вмінь, набутих студентом у процесі засвоєння навчального матеріалу дисципліни.

Навчальна дисципліна «Електрична частина станцій та підстанцій» є базою для вивчення таких дисциплін, як: «Енергозбереження», «Основи релейного захисту та автоматизації енергосистем» та інших.

2. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1. Модуль №1 "Загальні питання електричних апаратів"

Тема 2.1.1. Класифікація електричних засобів станцій та підстанцій.

Історія розвитку електричних апаратів (ЕА).

Основні характеристики ЕА. Кліматичне виконання, категорії розміщення та захисні оболонки ЕА. Номінальні параметри (номінальні напруга, струм та температура). Основні вимоги (електродинамічна та термічна стійкість ЕА, надійність та вимоги до конструкції) до електричних апаратів.

Тема 2.1.2. Електричні контакти, визначення, класифікація, опір та матеріали контактів.

Робоча, ефективна та умовна поверхня контакту. Комутуючі, ковзаючі, нерухомі, основні, дугогасильні та допоміжні контакти. Опір точкового, не окисленого та окисленого контактів. Основні вимоги до матеріалів контактів. Матеріали контактів (мідь, алюміній, срібло, вольфрам, металокераміка та віх характеристики).

Тема 2.1.3. Нагрів контактів, електродинамічна сила в контактах, та конструкції контактів.



Залежність перехідного опору контакту від температури. Електродинамічні сили в контактах та методи їх компенсації. Конструкції низьковольтних (врубні, місткові, важільні та двоступеневі) та високовольтних (торцеві, пальцеві, розеткові, ковзні) контактів.

Тема 2.1.4. Електрична дуга постійного струму

Фізичні процеси в дуговому проміжку в початкової стадії розходження контактів (термоелектронна та автоелектронна емісії) та в стійко палаючі (термічна та ударна іонізація) дуги. Деіонізаційні процеси в дуговому просторі. Вольт-амперна характеристика дуги постійного струму. Характерні зони електричної дуги, умови її гасіння. Особливості вимкнення кола постійного струму.

Тема 2.1.5. Електрична дуга змінного струму

Електрична міцність дугового проміжку. Вольт-амперна характеристика дуги змінного струму, електрична міцність дугового проміжку. Умови гасіння дуги змінного струму. Особливості гасіння дуги при активному та індуктивному навантаженні.

Тема 2.1.6. Основні методи та засоби гасіння електричної дуги. Вимикаюча здатність ЕА

Гасіння електричної дуги з використанням розтягнення, охолодження та обдув дуги. Використання спеціальних середовищ (масло, елєгаз та ін) для гасіння дуги. Гасіння дуги при високому тиску, в вакуумі, в дугогасних решітках та вузьких щілинах. Використання безструмової паузи та бездугова комутація. Вимикаюча здатність ЕА

Тема 2.1.7. Теплові процеси в електричних апаратах.

Джерело тепла (втрати в струмоведучих частинах, магнітопроводах та ізоляції). Види теплопередачі (теплопровідність, конвекція та випромінювання) в ЕА. Нагрівання та охолодження апаратів в різних режимах роботи. Розрахунок теплових режимів струмоведучих частин ЕА. Термічна стійкість ЕА.

Тема 2.1.8. Електродинамічні сили в електричних апаратах, електродинамічна стійкість ЕА

Електродинамічні сили в паралельних та перпендикулярних провідниках. Електродинамічні сили кільцевого витка та між витками. Електродинамічна стійкість ЕА.

2.2. Модуль №2 "Комутаційні апарати до 1000 та більше 1000 В".

Тема 2.2.1. Класифікація комутаційних апаратів до 1000 В, категорії застосування.

Категорії застосування ЕА до 1000 В для змінного струму. Рубильники, призначення, основні параметри, конструкції та їх вибір. Пакетні та кулачкові перемикачі, ключі управління, конструкції та їх вибір.

Тема 2.2.2. Електричні контактори та магнітні пускачі

Контактори, призначення, прямоходова та важільно-поворотня конструкція, електрична схема підключення. Магнітні пускачі та теплові



реле, призначення, конструкція, електрична схема підключення. Технічні характеристики та вибір контакторів і магнітних пускатрів.

Тема 2.2.3. Повітряні автоматичні вимикачі.

Класифікація, основні елементи конструкції (механізм вільного роз'єднання, розчіплювачі, дугогасні пристрої, контактна система) та принцип дії, технічні характеристики. Захисні характеристики та можливість їх зміни в електронних розчіплювачах. Вибір автоматів, забезпечення селективності.

Тема 2.2.4. Контролери, командоапарати, та пускорегулюючі реостати

Контролери, їх призначення, основні елементи конструкції барабанних та кулачкових контролерів. Командоапарати, кнопки керування, «шляхові» вимикачі, універсальні перемикачі їх призначення, основні елементи конструкції, принцип дії та їх вибір. Пускові реостати, класифікація, конструкція.

Тема 2.2.5. Електричні апарати вище 1000 В. Роз'єднувачі, короткозамикачі та відокремлювачі

Класифікація електричних апаратів вище 1000 В. Роз'єднувачі, короткозамикачі та відокремлювачі, їх призначення, конструкція, принцип дії, технічні характеристики та їх вибір.

Тема 2.2.6. Вимикачі навантаження.

Призначення вимикача навантаження, конструкція та принцип дії автогазового та елегазового вимикачів навантаження, їх технічні характеристики та вибір.

Тема 2.2.7. Силові вимикачі

Силові вимикачі, призначення, класифікація та технічні параметри. Силові вимикачі з малим об'ємом масла, конструкція та принцип дії вимикача ВМП-10, Вакуумні (ВВ/TEL), елегазові, повітряні та електромагнітні силові вимикачі. Конструкції, принцип дії, технічні характеристики та вибір силових вимикачів.

Тема 2.2.8. Приводи низьковольтних та високовольтних вимикачів

Призначення, класифікація та види приводів. Електрофікованні приводи апаратів до 1000 В. Ручні приводи роз'єднувачів та вимикачів навантаження. Пружинні (ППМ-1) та електромагнітні (ПЕ-11) приводи силових вимикачів. Конструкції, принцип дії та технічні характеристики приводів.

2.3. Модуль №3 "Вимірювальні та захисні апарати"

Тема 2.3.1. Вимірювальні трансформаторі струму (ТС)

Вимірювальні трансформатори струму, призначення, електрична схема підключення, похибки та класи точності, режим холостого ходу. Опір вторинного навантаження, конструкції та маркірування ТС.

Тема 2.3.2. Вимірювальні трансформаторі напругі (ТН)



Вимірювальні трансформатори напруги, призначення, електрична схема підключення, похибки та класи точності. Конструкції та маркування ТН. Режими роботи.

Тема 2.3.3. Схеми з'єднання ТС та ТН та їх вибір

Схеми з'єднання ТС (з одним ТС, «зірка» та «неповна зірка»), основні технічні характеристики та вибір ТС. Схеми з'єднання ТН, (з одним однофазним ТН, двома та трьома однофазними ТН), основні технічні характеристики та вибір ТН.

Тема 2.3.4. Плавкі запобіжники

Плавкі запобіжники до 1000 та вище 1000 В, призначення, переваги та недоліки плавких запобіжників, технічні параметри, захисні характеристики, похибки спрацювання, перспективи вдосконалення.

Тема 2.3.5. Конструкції плавких запобіжників та їх вибір

Конструкції плавких запобіжників до 1000 и вище 1000 В. Умови вибору плавких запобіжників, перевірка їх на чутливість та селективність спрацювання. Перспективи вдосконалення плавких запобіжників.

Тема 2.3.6. Пристрої захисного вимкнення (ПЗВ).

Пристрої захисного вимкнення, призначення та принцип дії ПЗВ. Конструкція, технічні характеристики та схеми підключення ПЗВ в колах 0,4 кВ. Диференційні автомати.

Тема 2.3.7. Обмежувачі перенапруги та струмообмежувальні реактори.

Обмежувачі перенапруги, принцип дії, конструкція, технічні характеристики. Струмообмежувальні реактори, принцип дії, конструкція, технічні характеристики.

2.4. Модуль №4 "Конструкції електричних підстанцій"

Тема 2.4.1. Класифікація та основні вимоги до РП 6-10 і 0,4 кВ.

Відкриті (ВРП), закриті (ЗРП) та комплектні (КРП) розподільчі пристрої 6-10 і 0,4 кВ. Основні вимоги до розподільчих пристроїв, Мінімальні відстані від струмоведучих частин до заземлених елементів ЗРП.

Тема 2.4.2. Шинні конструкції

Шинні конструкції, призначення, форми шин та їх виконання, матеріали шин та пофарбування шин, способи з'єднання шин. Ізолятори, призначення та класифікація. Прохідні ізолятори, призначення, маркування та конструкція. Опорні ізолятори, призначення, маркування та конструкція.

Тема 2.4.3. Вибір елементів шинних конструкцій

Вибір перетину збірних шин. Електродинамічні сили в збірних шинах, перевірка збірних шин на електродинамічну стійкість. Нагрів збірних шин, перевірка шин на термічну стійкість. Вибір опорних та прохідних ізоляторів.

Тема 2.4.4. Схеми електричних з'єднаній РП 6 - 35 та 0,4 кВ

Електроприймачі різних категорій. Варіанти з'єднань для збірних шин РП 6 – 35 кВ, схеми електричних з'єднань 6 – 35 кВ. Варіанти з'єднань для



збірних шин РП 0,4 кВ, типові варіанти виконання схем електропостачання електроприймачів різних категорій .

Тема 2.4.5. Електричні схеми власних потреб ТП

Електроприймачі власних потреб трансформаторних підстанцій. Вторинні кола електропостачання трансформаторних підстанцій. Джерела постійного та змінного струму електропостачання для власних потреб трансформаторних підстанцій.

Тема 2.4.6. Заземлювальні пристрої трансформаторних підстанцій

Заземлювальні пристрої трансформаторних підстанцій, призначення. Поняття напруги дотикання та крокової напругі. Технічні нормативи для пристроїв заземлювання, конструкції та проектування пристроїв заземлювання. Вирівнювання крокової напруги на території ТП.

Тема 2.4.7. Комплектні розподільчі пристрої 6-35 кВ та 0,4 кВ

Комплектні розподільчі пристрої 6 – 35 кВ, схеми первинних з'єднань КРП, вибір та компоновка РП 6 – 35 кВ. Схеми первинних з'єднань РП 0,4 кВ, вибір та компоновка РП 0,4 кВ. Вітчизняні виробники комплектних розподільчих пристроїв 6 – 35 кВ, основні технічні характеристики.

2.5. Модуль №5 "Курсовий проект".

Курсовий проект (КП) з дисципліни виконується у сьомому семестрі, відповідно до затверджених в установленому порядку методичних рекомендацій, з метою закріплення та поглиблення теоретичних знань та вмінь, набутих студентом у процесі засвоєння всього навчального матеріалу дисципліни в області проектування електричної частини трансформаторних підстанцій.

Виконання КП є важливим етапом у підготовці до виконання дипломного проекту (роботи) майбутнього фахівця з електротехніки та електротехнології.

Конкретна мета КП міститься у обґрунтовані та розробці структурної і принципіальної електричної схеми підстанції, РУ 6-35 та 0,4 кВ, вибору всіх електричних апаратів та засобів вимірювання, засобів заземлювання та захисту від блискавок.

Виконання, оформлення та захист КР здійснюється студентом в індивідуальному порядку відповідно до методичних рекомендацій.

Час, потрібний для виконання КР, – до 45 годин самостійної роботи.

3. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

3.1. Основні рекомендовані джерела

3.1.1. Козлов В. Д. Електричні апарати. Модуль 1. Загальні питання електричних апаратів. -К.: НАУ 2005, 92 с.



3.1.2. Козлов В. Д., Соломаха М. І. Електричні апарати. Модуль 2. Комутаційні апарати низької та середньої напруги. -К.: НАУ 2006, 84 с.

3.1.3. Козлов В. Д., Єнчев С. В. Електричні апарати. Модуль 3. Вимірювальні, контролювальні та захисні апарати -К.: НАУ 2007, 72 с.

3.1.4. Электрическая часть станций и подстанций. Под ред. А.А. Васильева. -М.: Энергия, 1998, 604 с.

3.1.5. Чунихин А. А. Электрические аппараты.-М.: "Энергия", 1997, 720 с.

3.2. Додаткові рекомендовані джерела

3.2.1. Рожкова Л.Д., Карнеева Л.К., Чиркова Т.В. Электрооборудование электрических станций и подстанций : учебник для студентов профобучения. 5-е изд. стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2008. – 448 с.

3.2.2. Козлов В. Д. Электрооборудование трансформаторных подстанций аэропортов. - М.: Воздушный транспорт, 1993 г. 248 с.

3.2.3. Родштейн Л. А. Электрические аппараты. –Л.: Энергоиздат, 2001, 304 с.

3.2.4. Электротехнический справочник: (в трех томах). Под общ. ред. В.Г. Герасимова, 8 изд., испр. и доп. - М.: Изд-во МЭИ, 2005.

3.2.5. Кулик М.С., Полухин А.В. Положення про курсове проектування. – К.: НАУ , 2002, 32 с.



(Ф 03.02 – 01)

АРКУШ ПОШИРЕННЯ ДОКУМЕНТА

№ прим.	Куди передано (підрозділ)	Дата видачі	П.І.Б. отримувача	Підпис отримувача	Примітки

(Ф 03.02 – 02)

АРКУШ ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ДОКУМЕНТОМ

№ пор.	Прізвище ім'я по-батькові	Підпис ознайомленої особи	Дата ознайомлення	Примітки

(Ф 03.02 – 04)

АРКУШ РЕЄСТРАЦІЇ РЕВІЗІЇ

№ пор.	Прізвище ім'я по-батькові	Дата ревізії	Підпис	Висновок щодо адекватності

(Ф 03.02 – 03)

АРКУШ ОБЛІКУ ЗМІН

№ змін	№ листа (сторінки)				Підпис особи, яка внесла зміну	Дата внесення зміни	Дата введення зміни
	Зміненого	Заміненого	Нового	Анульованого			

(Ф 03.02 – 32)

УЗГОДЖЕННЯ ЗМІН

	Підпис	Ініціали, прізвище	Посада	Дата
Розробник				
Узгоджено				