

(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 року



Система менеджменту якості

НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА

навчальної дисципліни "Електричні системи та мережі"

Галузь знань: 0507 «Електротехніка та електромеханіка»
Напрямок підготовки: 6.050701 «Електротехніка та електротехнології»

Курс – 3 Семестр – 5,6

| | | | |
|--|-------|------------|-------------|
| Аудиторні заняття | – 132 | Екзамен | – 5 семестр |
| Самостійна робота | – 153 | Диф. залік | - 6 семестр |
| Усього (годин/кредитів ECTS) – 285/9,5 | | | |

Курсовий проект – 6 семестр

Індекс Н1-6.050701/15-3.1.6

СМЯ НАУ НІ 07.01.05-01-2017



Система менеджменту якості.
Навчальна програма
навчальної дисципліни
"Електричні системи та мережі"

Шифр
документа

СМЯ НАУ
НП 07.01.05 – 01-2017

Стор.2 із 10

Навчальну програму дисципліни «Електричні системи та мережі» розроблено на основі освітньо-професійної програми та навчального плану № НБ-1-6.050701/15 підготовки фахівців освітнього ступеню «Бакалавр», напряму підготовки 6.050701 «Електротехніка та електротехнології», відповідних нормативних документів та наказу № 307/од від 20.06.17р.

Навчальну програму розробив:

к.т.н., доцент кафедри автоматизації

та енергоменеджменту

_____ В. Захарченко

Навчальну програму обговорено та схвалено на засіданні випускової кафедри напряму підготовки 6.050701 "Електротехніка та електротехнології" - кафедри автоматизації та енергоменеджменту, протокол № _____ від «__» _____ 2017 р.

Завідувач кафедри

_____ В. Захарченко

Навчальну програму обговорено та схвалено 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

Навчальну програму дисципліни «Електричні системи та мережі» розроблено на основі «Методичних вказівок до розроблення та оформлення навчальної та робочої навчальної програм дисциплін», введених в дію розпорядженням від 16.01.2015 р. №37/роз.

Дана навчальна дисципліна є теоретичною та практичною основою сукупності знань та вмінь, що формують фаховий рівень в області електротехніки та електротехнологій спеціальності «Енергетичний менеджмент»

Метою викладання дисципліни є розкриття сучасних наукових концепцій, понять, методів, технологій будови електричних систем та мереж, фізичних процесів в електричних мережах і системах, способів розрахунку та умов оптимального управління їх режимами.

Завданнями вивчення навчальної дисципліни є:

- оволодіння методами та технологіями побудови електричних систем та мереж;
- дослідження нормальних, ненормальних та аварійних режимів функціонування сучасних електричних систем та мереж;
- дослідження фізичних явищ при виробництві, передачі, перетворенні, розподілу та споживанні електроенергії;
- оволодіння методами та процесами забезпечення якості електроенергії та надійності функціонування електричних систем та мереж.


У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

Знати:

- методи та технології побудови електричних систем та мереж;
- конструкції, типи і принципи роботи електричних систем та мереж;
- сутність явищ у процесах передачі електричної енергії;
- новітні методи дослідження оптимальних та після аварійних режимів роботи енергосистем;
- закони керування технологічними процесами передачі, розподілу та споживання електричної енергії;
- підходи до рішення практичних задач проектування та експлуатації електричних систем та мереж.

Вміти:

- самостійно вибирати і застосовувати на практиці оптимальні методи розрахунку електричних мереж;
- самостійно визначати розрахункові параметри математичних моделей і ефективно використовувати їх при оцінюванні усталених, аварійних

| | | | |
|---|--|-------------------|----------------------------------|
|  | Система менеджменту якості. Навчальна програма навчальної дисципліни "Електричні системи та мережі" | Шифр документа | СМЯ НАУ НП 07.01.05 – 16-2017 |
| | | Стор.4 із 10 | |

та після аварійних режимів роботи електричних мереж енергосистем;

- самостійно визначати розрахункові параметри і оптимальні режимні характеристики обладнання для регулювання, компенсації та налаштування;
- самостійно проектувати електричні мережі різних класів та номінальної напруги;
- використовувати ефективні способи зниження технологічних втрат енергії в електричних мережах всіх ступенів номінальної напруги;
- самостійно провадити оцінку похибок і достовірність отриманих результатів, їх критичне осмислення при прийнятті відповідальних рішень.

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

- навчального модуля **№1 «Вимоги до електричних систем та мереж, їх конструктивне виконання, схеми заміщення та методи розрахунку»;**
- навчального модуля **№2 «Режими роботи електричних мереж та їх розрахунок»;**

- навчального модуля **№3 «Регулювання напруги в електричних мережах»;**

- навчального модуля **№4 «Довгі лінії електропередачі зверхвисокої напруги»**, 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 за темою **«Проектування електропостачання авіаційного підприємства»**, який є важливою складовою закріплення та поглиблення теоретичних та практичних знань та вмінь, набутих студентом у процесі засвоєння навчального матеріалу дисципліни.

Навчальна дисципліна «Електричні системи та мережі» базується на знаннях дисциплін «Теоретичні основи електротехніки», «Загальна фізика», «Електротехнічні матеріали», «Промислова електроніка», «Основи метрології та електричних вимірювань», «Електричні машини» та являється основою до вивчення дисциплін «Електрична частина станцій та підстанцій», «Основи релейного захисту та автоматизації енергосистем», «Техніка високих напруг», «Основи енергоменеджменту».

2. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1. Модуль № 1. «Вимоги до електричних систем та мереж, їх конструктивне виконання, схеми заміщення та методи розрахунку».

Тема 2.1.1. Вступ. Місце дисципліни в системі підготовки фахівця з електротехніки та електротехнологій. Загальні відомості про електричні системи та мережі.



Місце дисципліни в системі підготовки фахівця з електротехніки та електротехнологій. Загальна характеристика електричних систем. Загальна характеристика електричних мереж. Класифікація електричних мереж. Шкала номінальних напруг. Трансформація рівнів напруги систем електропостачання. Вимоги ДСТУ до електричних систем, мереж та систем електропостачання. Показники економічності. Надійність, економічність та якість електроенергії – найважливіші вимоги до систем електропостачання. Вимоги до надійності. Категорії електроприймачів згідно ПУЕ. Шляхи забезпечення надійності, економічності та якості електроенергії.

Тема 2.1.2. Конструкції, характеристики та режими роботи найпростіших електричних мереж.

Основні відомості про умови роботи та конструктивне виконання повітряних ліній електричних мереж. Основні елементи і загальна характеристика повітряних ліній. Проводи, ізоляція, арматура та опори повітряних ліній. Поняття про механічний розрахунок проводів повітряних ліній. Експлуатація ліній електропередачі (ЛЕП). Загальна характеристика кабельних ліній (КЛ). Конструкція кабелів. Основні відомості про будову кабельних ліній. Конструкція кабелів. Основні відомості про експлуатацію кабельних ліній.

Тема 2.1.3. Параметри схем заміщення елементів електричних мереж і їх розрахунок.

Основні рівняння та математичні моделі лінії електропередачі, як елементу електричної мережі. Погонні та хвильові параметри повітряних і кабельних ліній змінного струму. Схеми заміщення лінії електропередачі та їх параметри. Поняття вузла комплексного навантаження. Параметри і схеми заміщення трансформаторного обладнання підстанцій.

Тема 2.1.4. Методи розрахунку електричних мереж.

Баланс потужності в енергосистемі. Вплив навантаження на якість напруги в електричних мережах. Графіки навантажень споживачів електроенергії. Методи розрахунку навантажень електричних мереж. Основи теплових розрахунків. Довгостроково допустимі температури провідників. Методика та послідовність теплового розрахунку провідників. Економічний розрахунок перетину проводів.

Розрахунок перетину проводів трьохфазних радіальних мереж з симетричним навантаженням за допустимою втратою напруги. Спрощений електричний розрахунок освітлювальних мереж. Електричні мережі захищені від перевантажень.

2.2. Модуль №2 „ Режимы работы электрических сетей та їх розрахунок ”

Тема 2.2.1. Розрахунок ustalених режимів роботи замкнутих електричних мереж.

Розрахунки ustalених режимів роботи простих електричних мереж з одним джерелом живлення. Задачі розрахунку ustalених режимів. Розрахункові схеми



електричних мереж. Розрахунок режиму кільцевої мережі. Спрощені перетворення. Загальна характеристика електричних мереж з двома джерелами живлення. Кутові характеристики потужності. Кругові діаграми потужності. Особливості складних мереж і розрахунків їх режимів. Вузлові рівняння усталеного режиму. Рішення рівнянь усталеного режиму методами простої ітерації, методом Зейделя і на основі метода Гауса. Використання метода Ньютона для рішення рівнянь усталеного режиму електричної системи. Урахування коефіцієнтів трансформації у розрахунках.

Тема 2.2.2. Розрахунок аварійних та ненормальних режимів розімкнених електричних мереж.

Задачі розрахунку аварійних та ненормальних режимів розімкнених електричних мереж. Розрахункові схеми електричних мереж. Розрахунок режиму розімкненої мережі. Теоретичні основи коротких замикань в електричних мережах. Короткі замикання на малопотужній відпайці системи нескінченної потужності.

Фізичні процеси при трифазному короткому замиканні на затисках синхронного генератора. Недоліки аналітичного методу розрахунку струму короткого замикання в електричних мережах. Врахування впливу навантаження. Використання методу симетричних складників для розрахунку несиметричних струмів короткого замикання. Опір прямої, зворотної і нульової послідовності передування фаз елементів електричної мережі. Термічна дія струму короткого замикання. Практичні методи розрахунку струмів коротких замикань в електричних мережах аеропортів. Розрахунок параметрів і перетворення еквівалентних схем. Послідовність розрахунку струму трифазного короткого замикання. Послідовність розрахунку струму несиметричного короткого замикання. Особливості розрахунку струму КЗ в мережах аеропортів. Замикання на землю в мережах з ізольованою нейтраллю. Розрахунок струму замикання на землю і методи його зниження. Розподіл струму замикання на землю за елементами мережі. Методика визначення режиму замикання на землю і місця замикання.

2.3. Модуль №3 „Регулювання напруги в електричних мережах ”

Тема 2.3.1. Регулювання напруги в електричних мережах.

Загальна характеристика режиму напруг і способів їх регулювання. Регулюючі пристрої і їх вплив на режим напруг. Особливості регулювання напруги в розподільчих мережах низьких напруг. Особливості регулювання напруги в розподільчих та системостворюючих мережах високих напруг. Зустрічне регулювання напруги. Регулювання напруги трансформаторами. Розрахунок закону регулювання напруги для групового трансформатора з регулюванням під навантаженням. Регулювання напруги шляхом компенсації реактивної потужності навантаження і індуктивного опору ліній. Регулювання напруги тиристорними регуляторами. Методи розрахунку і зниження несинусоїдальності напруги в



електричних мережах аеропортів. Порівняльна оцінка методів регулювання та покращення якості напруги в електричних мережах.

2.4. Модуль №4 „Довгі лінії електропередачі зверхвисокої напруги”

Тема 2.4.1. Лінії електропередачі зверхвисокої напруги

Загальна характеристика ЛЕП зверхвисокої напруги. Розрахунок ЛЕП зверхвисокої напруги. Залежність напруги та потужності, що передається, від довжини лінії. Підвищення пропускної здатності лінії. Розрахунок режимів електричних мереж на ПЕОМ. Розрахунок режимів систем великої складності. Особливі режими електричних систем. Заходи по зменшенню втрат потужності та електроенергії. Оптимізація режимів електроенергетичних систем та електричних мереж.

2.5. Модуль №5 «Курсовий проект».

Курсовий проект (КП) з дисципліни виконується у шостому семестрі, відповідно до затверджених в установленому порядку методичних рекомендацій, з метою закріплення та поглиблення теоретичних знань та вмінь, набутих студентом у процесі засвоєння навчального матеріалу дисципліни в області електротехніки та електротехнологій і дослідженні електричних систем та мереж .

Виконання КП є важливим етапом у підготовці до виконання дипломного проекту майбутнього фахівця з електротехніки та електротехнологій.

Конкретною метою КП є проектування електропостачання авіаційного підприємства з розрахунком усіх елементів та забезпеченням надійності функціонування системи електропостачання і якості електроенергії з мінімальними витратами виходячи з зазначеного в методичних рекомендаціях з курсового проектування.

Графічна частина проекту складається з трьох аркушів розміром А1, на яких зображується план розміщення цехів, трансформаторних підстанцій з лініями з'єднання та варіанти розроблених схем електропостачання.

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

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



3. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

3.1. Основні рекомендовані джерела

- 3.1.1. Сулейманов В.М., Кацадзе Т.Л. Електричні мережі та системи. Підруч. для вузів. – К.: НТУУ «КПІ», 2007. – 504 с.
- 3.1.2. Величко Ю.К. Электроснабжение аэропортов: Учебное пособие. – Киев: КИИГА, 1996. – 312 с.
- 3.1.3. Б.Ю. Липкин. Электроснабжение промышленных предприятий: – М.: ” Высшая школа”, 1990. – 365 с.
- 3.1.4. Расчет режимов электроэнергетических систем. Учебн. пособие / Сулейманов В.Н. – К.: КПИ, 2001. – 100 с.
- 3.1.5. Захарченко В.П., Тихонов В.В. Проектування електропостачання авіаційного підприємства. – К.: НАУ, 2006. – 60 с.
- 3.1.6. Електропостачання. Методичні рекомендації і завдання до виконання курсового проекту для студентів напряму 0906 „Електротехніка”. В.П. Захарченко, В.В. Тихонов. – К.: НАУ, 2006. – 32 с.

3.2. Додаткові рекомендовані джерела

- 3.2.1. Расчет и регулирование установившихся режимов работы электрических сетей энергосистем. Учебн. пособие / Сулейманов В.Н. – К.: УМК ВО, 1992. – 216 с.
- 3.2.2. Справочник по проектированию электроэнергетических систем / Под ред. Рокотяна С.С. и Шапиро И.М. – М.: Энергия, 1977. – 288 с.
- 3.2.3. Холмский В.Г. Расчет и оптимизация режимов электрических сетей (специальные вопросы). Учебн. пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 1975. – 280 с.
- 3.2.4. Экономия энергии в электрических сетях / Под ред. Качановой Н.А. и Щербины Ю.В. – К.: Техніка, 1986. – 167 с.
- 3.2.5. Величко Ю.К., Козлов В.Д. Электроснабжение аэропортов. Руководство к лабораторным работам. Киев: КИИГА, 1976, 81 с., ил.
- 3.2.6. Величко Ю.К., Нерет В.И. Электроснабжение аэропортов. Лабораторные работы 10 – 13. Киев: КИИГА, 1984, 48 с., ил.
- 3.2.7. Величко Ю.К., Нерет В.И. Принципы построения систем электроснабжения аэропортов. Учебное пособие. Киев: КИИГА, 1988, - 92 с.
- 3.2.8. Величко Ю.К. Системи електропостачання аеропортів. Лабораторні роботи 1-8. – Київ: КМУЦА, 1999. – 68 с.
- 3.2.9. Электрические системы, т.2. Электрические сети / Под ред. Веникова В.А. Учебн. пособие для электроэнерг. вузов. – М.: Высшая школа, 1971. – 438 с.
- 3.2.10. Идельчик В.И. Расчеты установившихся режимов электрических систем. – М.: Энергия, 1977. – 192 с.



(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

| № зміни | № 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 | | | | |
| Узгоджено | | | | |