

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе

Драгунов В.К.

«16» июня 2015 г.



Программа аспирантуры

Направление 13.06.01 Электро- и теплотехника

Направленность (специальность) 05.14.02 Электрические станции и электроэнергетические системы

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины по выбору

«Расчеты сложных повреждений в электроэнергетических системах»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.3.3

Всего: 72 часа

Семестр 5, в том числе

6 часов – контактная работа,
48 часов – самостоятельная работа,
18 часов – контроль

Программа составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 13.06.01 Электро- и теплотехника, утвержденного приказом министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 № 878, и паспорта специальности 05.14.02 Электрические станции и электроэнергетические системы, номенклатуры специальностей научных работников, утвержденной приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является изучение методов расчета сложных повреждений в электроэнергетических системах.

Задачами дисциплины являются:

- изучение методов расчета продольной несимметрии в электрических сетях;
- изучение методов расчета двойных замыканий на землю в электрических сетях;

В процессе освоения дисциплины **формируются следующие компетенции:**

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);
- владение культурой научного исследования в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2);
- владение методологией анализа надежности и качества функционирования электростанций, электроэнергетических систем и систем управления ими (ПК-1);
- способность использовать противоречивые критерии технико-экономических обоснований и принимать научно-технические решения в условиях неопределенности (ПК-2).

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен продемонстрировать **следующие результаты образования:**

знать:

- причины возникновения несимметрии в электрических сетях;
- метод расчета токов и напряжений при продольной несимметрии в электрических сетях (ПК-1);

- метод расчета токов и напряжений при двойных замыканиях на землю в электрических сетях (ПК-1);
- алгоритмы построения эпюр распределения и векторные диаграммы симметричных составляющих тока и напряжения при несимметрии в электрической сети (ПК-1);
- схемы замещения основного электрооборудования электрических сетей для расчета несимметрии (ПК-1);

уметь:

- применять метод симметричных составляющих для анализа несимметрии в электрических сетях (ПК-1);
- производить расчет параметров режима несимметрии, строить векторные диаграммы токов и напряжений (ПК-1);
- использовать полученные знания при решении отдельных задач проектирования и управления (УК-1);
- анализировать влияние несимметрии на работу оборудования электроустановок, разрабатывать и обосновывать предложения по повышению надежности электроустановок (ПК-2);
- проводить расчетные эксперименты на математических моделях (ОПК-2);
- использовать накопленные знания в процессе подготовки молодых специалистов, эффективно использовать и, в случае необходимости, модернизировать учебные и научные установки (УК-4).

владеть:

- методами и средствами расчетного исследования несимметрии в электроустановках (ПК-1);
- средствами доступа к информационным источникам в области профессиональной деятельности (УК-4);
- навыками коммуникации при выполнении совместных работ в группе, подготовки отчетов и иной документации о результатах деятельности (УК-4).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Продольная несимметрия в электрических сетях (8 часов)

Причины возникновения продольной несимметрии в электрических сетях. Особенности схем замещения нулевой последовательности при продольной несимметрии.

2. Обрыв проводника одной фазы трехфазной сети (8 часов)

Граничные условия при обрыве проводника одной фазы трехфазной цепи. Определение симметричных составляющих тока и падения напряжения.

3. Обрыв проводника двух фаз трехфазной сети (10 часов)

Граничные условия при обрыве проводников двух фаз трехфазной цепи. Основные соотношения между симметричными составляющими токов

и напряжений в месте обрыва. Эпюры распределения симметричных составляющих напряжения особой фазы вдоль сети. Векторные диаграммы токов и напряжений. Комплексная схема замещения с использованием идеальных трансформаторов и упрощенная схема замещения.

4. Способы расчета двойных несимметричных повреждений (16 часов)

Двойные несимметричные повреждения. Основные способы расчета двойных несимметричных повреждений. Расчет двойных несимметричных повреждений путем составления и решения системы расчетных уравнений, связывающих симметричные составляющие определяемых токов и напряжений.

5. Расчет токов и напряжений при двойных коротких замыканиях на землю (16 часов)

Расчет двойных коротких замыканий на землю, когда нейтрали трансформаторов глухо заземлены и обеспечена циркуляция по ним токов нулевой последовательности.

Расчет токов и напряжений при двойных замыканиях на землю, когда нейтрали трансформаторов соответствующей сети не заземлены.

6. Обрыв и короткие замыкания на землю одной фазы (16 часов)

Расчет двойных несимметричных повреждений, связанных с обрывом проводника одной фазы и соединением одного из его концов с землей, путем использования, так называемой, производной схемы замещения прямой последовательности. Составление собственных и несобственных уравнений прямой последовательности. Определение параметров производной схемы замещения и решение вопроса о возможности ее непосредственного соединения со схемой замещения прямой последовательности. Определение симметричных составляющих токов и напряжений в местах повреждений.

7. Расчет двойных несимметричных повреждений с использованием комплексных схем замещения (16 часов)

Требования к комплексным схемам замещения для простых несимметричных повреждений, которое позволяет использовать эти схемы при составлении комплексных схем замещения для расчета сложных несимметричных повреждений.

Разработка комплексной схемы замещения для заданного двойного несимметричного повреждения с учетом соответствующих видов простых повреждений и фаз, оказавшихся поврежденными. Выбор трех симметричных составляющих токов, подлежащих определению и принимаемых в качестве независимых переменных. Выражение остальных симметричных составляющих токов в ветвях схем замещения и в местах повреждений через выбранные независимые токи. Составление трех уравнений, содержащих только параметры исходных схем замещения прямой, обратной и нулевой последовательностей и выбранные независимые токи. Решение этих уравнений и определение симметричных составляющих токов в местах повреждений.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины: __ семестр
– дифференцированный зачет.

Вопросы для самоконтроля и для проведения зачета

1. Какие виды продольной несимметрии бывают?
2. Как представляется место возникновения продольной несимметрии в схеме замещения нулевой последовательности?
3. В чем состоят отличия граничных условий при обрыве проводника одной и двух фаз трехфазной сети?
4. Какой порядок построения эпюр распределения симметричных составляющих напряжения особой фазы вдоль сети при обрыве проводника двух фаз трехфазной сети?
5. Какие существуют способы расчета двойных несимметричных повреждений?
6. В чем состоят отличия расчета двойных замыканий на землю при заземленных и незаземленных нейтралях трансформаторов?
7. Какой порядок составления производной схемы замещения прямой последовательности?
8. Как производится выбор независимых переменных при расчете двойных несимметричных повреждений с использованием комплексных схем замещения?
9. Продольная несимметрия в электрических сетях
10. Обрыв проводника одной фазы трехфазной сети
11. Обрыв проводника двух фаз трехфазной сети
12. Способы расчета двойных несимметричных повреждений
13. Расчет токов и напряжений при двойных коротких замыканиях на землю
14. Обрыв и короткие замыкания на землю одной фазы
15. Расчет двойных несимметричных повреждений с использованием комплексных схем замещения

Критерии оценки за освоение дисциплины определены в Инструктивном письме И-23 от 14 мая 2012 г.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Переходные процессы в электроэнергетических системах : учебник для вузов по специальностям "Электрические станции", "Электроснабжение" направления "Электроэнергетика" / И. П. Крючков, В. А. Старшинов, Ю. П. Гусев, М. В. Пираторов . – М. : Изд. дом МЭИ, 2008 . – 416 с.

2. Короткие замыкания и несимметричные режимы электроустановок : учебное пособие для вузов по специальностям "Электрические станции", "Электроснабжение" направления "Электроэнергетика" / И. П. Крючков, В. А. Старшинов, Ю. П. Гусев, М. В. Пираторов . – 2-е., стер . – М. : Изд. дом МЭИ, 2011 . – 472 с.

Дополнительная литература

3. Крючков, И. П. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах / И. П. Крючков . – М. : Изд-во МЭИ, 2000 . – 168 с.