

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

«Методы и средства координации токов короткого замыкания в
электроэнергетических системах»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.4.4

Всего: 108 часов

Семестр 7, в том числе

6 часов – контактная работа,
84 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 координации токов короткого замыкания в электроэнергетических системах

Задачами дисциплины являются:

- изучение методов ограничения токов короткого замыкания в энергосистемах;
- изучение методов координации токов короткого замыкания в энергосистемах.

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 демонстрировать **следующие результаты образования:**

знать:

- Методы и средства координации токов короткого замыкания на электростанциях и в электрических сетях (ПК-1);
- Области применения токоограничивающих устройств различной конструкции (ПК-1);
- Особенности ограничения токов короткого замыкания на землю (ПК-1);
- методы координации уровней токов короткого замыкания (ПК-1);

уметь:

- использовать полученные знания при решении отдельных задач проектирования и управления (УК-1);
- разрабатывать математические модели коротких замыкания для выбора метода ограничения токов короткого замыкания в электроустановке (ОПК-2);
- анализировать влияние существующих уровней токов короткого замыкания на электрооборудование, разрабатывать и обосновывать предложения по повышению надежности электроустановок (ПК-2);
- проводить 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:

- современными средствами математического моделирования объектов и систем управления (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. Необходимость ограничения уровней токов короткого замыкания в энергосистемах

Частота возникновения КЗ разных видов. Проблема координации уровней токов КЗ на электростанциях и в электрических сетях электроэнергетических систем. Классификация методов и средств ограничения токов КЗ.

2. Ограничение токов короткого замыкания выбором оптимальной структуры и делением электрической сети

Выбор принципиальной схемы выдачи мощности электростанций, обеспечивающей более медленный рост уровней токов КЗ.

Деление электрической сети стационарное и автоматическое. Эффективность этого метода, область применения, достоинства и недостатки. Влияние на режимы и надёжность работы электроустановок.

3. Применение токоограничивающих устройств

Требования к токоограничивающим устройствам. Токоограничивающие реакторы с линейной характеристикой (одинарные и сдвоенные), их характеристики и области применения. Токоограничивающие реакторы с нелинейной характеристикой, их виды и характеристики. Трансформаторы и автотрансформаторы с расщеплённой обмоткой низшего напряжения. Токоограничивающие устройства резонансного, трансформаторного и реакторно-вентильного типов. Токоограничивающие устройства, основанные на использовании сверхпроводящих материалов. Вставки постоянного тока и переменного тока не промышленной частоты.

4. Ограничение токов короткого замыкания на землю

Соотношение между токами однофазного и трёхфазного КЗ в электрической сети при различных условиях заземления нейтралей трансформаторов. Предельно допустимые соотношения между сопротивлениями нулевой и прямой последовательностей электрической сети. Частичное разземление нейтралей трансформаторов или включение в нейтраль резисторов, реакторов и других устройств. Размыкание при КЗ или исключение обмотки автотрансформаторов и трёхобмоточных трансформаторов, соединённой в треугольник.

5. Координация уровней токов короткого замыкания в энергосистемах

Уровни токов КЗ в электрических сетях разного напряжения и динамика их изменения. Влияние структуры и параметров электрической сети на уровни токов КЗ. Зависимость стоимости электрооборудования энергосистем от расчётного уровня токов КЗ. Оптимизация уровней токов КЗ. Методы координации уровней токов КЗ при проектировании электрических сетей и в условиях эксплуатации.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины: 7 семестр
– дифференцированный зачет.

Вопросы для самоконтроля и для проведения зачета

Вопросы для самоконтроля

1. Воздействие токов короткого замыкания на проводники, электрические машины и аппараты.
2. Цели ограничения токов короткого замыкания.
3. Методы ограничения токов короткого замыкания, применяемые в энергосистемах.
4. Средства ограничения токов короткого замыкания, применяемые в энергосистемах.

5. Оптимизация структуры и параметров электрической сети.
6. Стационарное и автоматическое деление электрической сети.
7. Требования, предъявляемые к токоограничивающим устройствам.
8. Применение секционных и линейных токоограничивающих реакторов.
9. Токоограничивающий эффект от применения трансформаторов и автотрансформаторов с расщепленной обмоткой низшего напряжения.
10. Ограничение токов однофазных коротких замыканий путем включения в нейтрали трансформаторов (автотрансформаторов) реакторов или резисторов.

Вопросы, включенные в билеты для проведения зачетов

1. Необходимость ограничения уровней токов короткого замыкания в энергосистемах
2. Ограничение токов короткого замыкания выбором оптимальной структуры и делением электрической сети
3. Применение токоограничивающих устройств
4. Ограничение токов короткого замыкания на землю
5. Координация уровней токов короткого замыкания в энергосистемах

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

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. 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.

2. Расчет коротких замыканий и выбор электрооборудования : учебное пособие для вузов по специальностям "Электрические станции", "Электроэнергетические системы и сети", "Электроснабжение", "Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем" направления "Электроэнергетика" / И. П. Крючков, и др. . – М. : АКАДЕМИЯ, 2005 . – 416 с.

Дополнительная литература:

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