

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

«Надежность электроснабжения»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.4.2

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 дисциплины является получение знаний о современной теории надёжности в технике и энергетике и освоение методов расчета и анализа надёжности систем электроснабжения.

Задачами дисциплины являются:

- изучение и освоение теоретических основ функционирования систем электроснабжения, прогнозирования и анализа их режимов и надёжности;
- изучение факторов, влияющих на уровень надёжность электротехнического оборудования и объектов систем электроснабжения;
- освоение методов и способов определения уровня надёжности систем электроснабжения и их частей;

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).

РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

знать:

- основные понятия и определения теории надёжности систем электроснабжения, характеристики надёжности элементов (УК-4);
- математические модели отказов и восстановления элементов систем электроснабжения, факторы, влияющие на длительность перерывов передачи электроэнергии и перерывов электроснабжения (ОПК-2);

уметь:

- рассчитывать показатели надёжности систем электроснабжения с использованием методов структурного анализа и вероятностного анализа режимов (ПК-1);
- определять средства обеспечения требуемого уровня надёжности (УК-1);
- определять экономический эффект от изменения уровня надёжности (ПК-2);

владеть:

- методами анализа структурной и функциональной надёжности систем электроснабжения (ОПК-2);
- навыками определения и прогнозирования показателей надёжности систем электроснабжения (ПК-1).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Основные понятия. Показатели надежности

Задачи надежности систем электроснабжения и электроэнергетических систем. Факторы, учитываемые при решении задач надежности.

Надежность как комплексное свойство. Свойства систем электроэнергетики, характеризующие их надежность. События и состояния, характеризующие надежность систем электроэнергетики. Классификация отказов.

Показатели надежности, характеризующие безотказность и восстанавливаемость элементов. Комплексные показатели надежности. Отечественные и зарубежные показатели надежности.

Надежность основных системообразующих электрических сетей ЭЭС. Устойчивость ЭЭС при аварийных возмущениях. Понятие живучести. Показатели надежности, характеризующие живучесть системы.

Надежность распределительных электрических сетей. Особенности СЭС, основные показатели надежности СЭС. Эффективность функционирования электрических сетей. Категории надежности электроснабжения потребителей.

2. Модели элементов для оценки надежности

Модели восстанавливаемых и невосстанавливаемых элементов. Модель отказов и восстановлений для системы, состоящей из резервируемых восстанавливаемых элементов. Модели надежности элементов с преднамеренными отключениями.

Модели внезапных и постепенных отказов элементов ЭЭС. Модели износа и старения изоляции элементов ЭЭС разного класса напряжения.

3. Методы определения надежности

Экспериментальные методы. Методы испытаний и наблюдений. Стратегии испытаний. Методы расчета показателей надежности по экспериментальным данным.

Расчетные методы. Логико-вероятностный метод расчета надежности. Табличный метод расчета надежности. Метод расчета на основе Марковских процессов.

Основные приемы и методы структурного анализа при расчетах надежности электроэнергетических систем. Методы определения минимальных путей и сечений относительно расчетных объектов в электроэнергетических системах.

Методы учета зависимых отказов. Учет вынужденного простоя оборудования с учетом функционирования систем сетевой, системной автоматики, релейной защиты, автоматизированных и неавтоматизированных оперативных переключений.

Методы расчета режимной (функциональной) надежности. Определение вероятности выхода параметров режима за допустимые пределы. Расчет недоотпуска электроэнергии вследствие отключения потребителей в послеаварийных состояниях системы.

4. Обеспечение уровня надежности

Виды ремонтов и их характеристики. Планово-предупредительные ремонты электрооборудования. Техническое обслуживание и ремонты электрооборудования с учетом технического состояния.

Методы диагностирования электрооборудования. Классификация средств диагностирования.

Прогнозирование технического состояния электрооборудования.

Средства обеспечения надежности. Надежность элементов. Структуризация, резервирование, управление.

5. Экономическая оценка надежности

Технико-экономическая оценка последствий от нарушения электроснабжения для потребителя электроэнергии. Оценка ущерба методами макро- и микро моделирования.

Составляющие ущерба от нарушения электроснабжения и их технико-экономическая оценка.

Технико-экономическая оценка последствий от нарушения электроснабжения для электроэнергетических организаций. Методы учета уровня надежности при проектировании и эксплуатации электрических сетей.

Методы учета уровня надежности при формировании тарифов на электроэнергию

6. Влияние качества электроэнергии на надежность электроснабжения

Учет провалов напряжения при расчете надежности функционирования электроустановок.

Методы учета влияния несимметрии и несинусоидальности электрического тока на надежность функционирования электрической сети.

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

1. Какие существуют проектные и эксплуатационные задачи надёжности? В чём их отличие?
2. Что необходимо учитывать при анализе, прогнозировании и оценке надёжности?
3. Какие единичные свойства объектов энергетики включает в себя надёжность?
4. Чем отличается понятие безотказности от понятия работоспособности?
5. Чем отличается аварийный простой от аварийного ремонта?
6. В чём отличие событий от состояний, отказов работоспособности и функционирования характеризующих надёжность систем электроэнергетики?

7. Какой показатель в практике эксплуатации электрических систем проще определить статистическим путём: параметр потока отказов или интенсивность отказов? В чём отличие этих понятий?
8. Какие зарубежные показатели надёжности используются в настоящее время эксплуатационными сетевыми организациями в России?
9. Какие устройства системной противоаварийной автоматики определяют надёжность системообразующих сетей?
10. В чём заключаются проблемы исследования живучести?
11. Какая существует иерархия электрических сетей СЭС и какие допущения принимаются при расчёте надёжности СЭС?
12. Как моделируется надёжность на разных уровнях иерархии СЭС?
13. Каковы условия применения модели марковских случайных процессов для описания процессов смены состояний системы?
14. Какой подход к анализу надёжности используется при необходимости учёта преднамеренных отключений?
15. Почему отличаются математические модели, описывающие изменения состояний системы и её режимов?
16. От каких показателей надёжности элементов зависит коэффициент, вводимый для учёта преднамеренных отключений?
17. При каких условиях формируются модели внезапных и постепенных отказов?
18. Каковы условия перехода от гамма-распределения к нормальному и показательному распределению времени безотказной работы?
19. В чём суть шести-, восьми-, десяти- и двенадцатиградусных правил старения изоляции? От чего зависит применение того или иного правила?
20. Чем отличается исследовательский метод испытаний на надёжность от контрольного?
21. Какие показатели надёжности определяются при экспериментальных оценках надёжности?

22. Какие существуют методы определения состояний системы по состояниям элементов на уровне структурно-функциональных показателей? В чём суть каждого из них?
23. Чем отличаются аналитический и имитационный методы определения вероятностных показателей надёжности? Какие существуют аналитические методы? В чём суть каждого из них?
24. Совпадает ли в общем случае схема электрических соединений электрической сети с расчётной схемой по структурной надёжности?
25. Какие основные приёмы получения расчётного графа для расчёта структурной надёжности по принципиальной электрической схеме?
26. В чём особенность учёта вынужденных отключений в сложных электрических сетях?
27. Какие обобщённые параметры электрических схем используются в оценках функциональной надёжности?
28. Как учитывается логика функционирования электрической сети при формировании зависимых и независимых состояний?
29. Какими факторами определяется недоотпуск электроэнергии в послеаварийных состояниях сложных схем?
30. Чем отличается система планово-предупредительных ремонтов от ремонта по состоянию?
31. Как существуют способы повышения надёжности СЭС при кратковременных нарушениях нормального режима?

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Электротехнический справочник: В 4 т. Т. 3 Производство, передача и распределение электрической энергии / Под ред. В. Г. Герасимова и др. – 10-е изд. – М.:, Издательство МЭИ, 2009 г. ISBN 978-5-383-00338-1
2. Вентцель Е.С. Теория вероятностей и ее инженерные приложения: Учеб. пособие. 5-е, стер. Москва : КноРус, 2013. ISBN 978-5-406-00565-1.
3. Секретарев Ю. А. Надежность электроснабжения: учебное пособие.– Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2010.–104 с

Дополнительная литература:

4. Энергосберегающая технология электроснабжения народного хозяйства : в 5 кн / Кн.3: Надежность и эффективность сетей электрических систем / Ю. А. Фокин ; Ред. В. А. Веников – 1989 . – 151 с. - ISBN 5-06-000455-4.
5. Фокин Ю.А. Вероятностные методы в расчётах надёжности электрических систем М.: Изд-во МЭИ, 1983.