

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) 05.09.03 Электротехнические комплексы и системы

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины по выбору

«Методы экспериментальных исследований электротехнических комплексов и систем»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.1.2

Всего: 108 часов

Семестр 1, 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 05.09.03 Электротехнические комплексы и системы, номенклатуры специальностей научных работников, утвержденной приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины является изучение методов, оборудования, подходов к анализу экспериментальных исследований электротехнических комплексов и систем.

Задачами дисциплины являются:

- ознакомление с научными основами и методами исследований;
- изучение состава оборудования для экспериментальных исследований устройств электротехнических комплексов и систем;
- изучение научных основ планирование эксперимента и анализа экспериментальных данных.

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

- владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1);
- владение культурой научного исследования в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2);
- готовность осуществлять разработку, структурный и параметрический синтез электротехнических комплексов и систем, их оптимизацию, а также разработку алгоритмов эффективного управления (ПК-3);

– способность исследовать работоспособность и качество функционирования электротехнических комплексов и систем в различных режимах, при разнообразных внешних воздействиях (ПК-4).

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

знать:

– основные физические закономерности, принципы действия устройств электротехнических комплексов и систем, а также теорию и методы обработки экспериментальных данных (ПК-4);

– состав технических средств и решений в области экспериментальных исследований устройств электротехнических комплексов и систем (ПК-3)

уметь:

– применять теорию планирования инженерного эксперимента в профессиональной деятельности (ОПК-1);

– обосновывать методы экспериментальных исследований и испытаний для обеспечения работоспособности и качества функционирования электротехнических комплексов и систем в различных режимах, при разнообразных внешних воздействиях (ПК-4)

владеть:

– методологией теоретических и экспериментальных исследований устройств электротехнических комплексов и систем (ОПК-1);

– культурой научного исследования в том числе, с использованием новейших средств измерения и автоматизированной обработки экспериментальных данных (ОПК-2)

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Общие вопросы экспериментальных исследований.

Задачи, требующие экспериментальных исследований устройств электротехнических комплексов (ЭТК) и систем. Требования, предъявляемые к оборудованию, программным и аппаратным средствам, предназначенным для экспериментальных исследований.

Этапы постановки исследовательских задач. Классификация исследований по стадии жизненного цикла объекта, характеру объекта, типу исследуемых показателей объекта, по цели исследования, характеру оценки исследуемых показателей, способу взаимодействия исследователя с объектом. Исследования, испытания, контроль.

2. Оборудование для экспериментальных исследований устройств электротехнических комплексов и систем.

Средства измерений электрических, механических, тепловых и других величин. Требования к испытательному оборудованию и средствам измерений.

Современные стенды для испытаний электроприводов средней и большой мощности. Снятие механических и рабочих характеристик. Осциллографирование основных электрических величин. Датчики момента, тока, напряжения, температуры, шума и вибрации. Связи испытательного оборудования с компьютером. Дистанционное экспериментальное исследование электротехнических комплексов и систем

3. Математическая статистика и планирование эксперимента.

Подготовка, проведение и анализ результатов эксперимента, проводимого со сложным объектом исследования. Задачи математической статистики и планирования эксперимента. Основы выборочного метода и обработки статистических данных. Теория точечного оценивания параметров. Теория интервального оценивания и некоторые распределения математической статистики. Проверка статистических гипотез. Многомерный статистический анализ и планирование эксперимента.

Параметры оптимизации. Обобщенный параметр оптимизации. Факторы. Выбор моделей. Полный факторный эксперимент. Дробный

факторный эксперимент. Ошибки измерений критериев оптимизации. Современные методы обработки результатов эксперимента.

Классический план проведения экспериментов. Построение классического плана проведения экспериментов применительно к исследованию электротехнических комплексов и систем.

Факторный план проведения экспериментов. Построение блоков методом латинского квадрата и греко-латинского квадрата. Порядок проведения экспериментов. Последовательный порядок, его достоинства и недостатки. Воспроизводимые и невоспроизводимые эксперименты. Случайный порядок проведения экспериментов, область его применения для ЭТКС.

4. Анализ экспериментальных данных.

Статистический, графический и математический анализ при обеспечении проведения экспериментов, области применения. Учет влияния случайных факторов на результаты эксперимента и вид модели. Статистический анализ многофакторной регрессии: оценка коэффициентов модели и их значимости, оценка адекватности и точности регрессии.

Проверка значимости испытаний с помощью χ^2 -критерия. Применение нормального распределения. Критерий t Стьюдента. Дисперсионный анализ. Пуассоновское распределение. Статистические методы обработки результатов исследования.

Определение степени надёжности результатов экспериментов при генеральной совокупности и малой выборке. Проверка значимости расхождений выборок с помощью критериев. Обнаружение промахов с помощью критериев при генеральной совокупности и малой выборке. Определение необходимого количества измерений при заданной степени надёжности результатов экспериментальных исследований.

Преобразование функциональных соотношений для получения графиков в виде прямой: при выборе интервалов между значениями переменной, при экстраполяции. Построение прямой: быстрые и приближённые методы построения. Исследование функций графическими

методами. Нахождение уравнения функции, заданной в определённой системе координат в виде прямой: логарифмической, гиперболической, U-образной, колоколообразной, параболической или более общей полиномиальной функции.

5. Экспериментальные испытания как объективный критерий качества проектирования и производства электротехнических комплексов и систем и их элементов.

Перспективы развития методов и средств экспериментальных испытаний. Кардинальное возрастание значения испытаний как объективного критерия качества проектирования и производства.

Перспективы развития методов и средств испытаний электротехнических комплексов и систем. Учёт современных международных требований к экспериментальным исследованиям и испытаниям. Физические и химические явления и процессы, на основе которых развиваются методы и средства испытаний.

Автоматизация экспериментальных исследований и испытаний. Модели автоматизированных систем экспериментальных исследований и испытаний. Структурные схемы автоматизированных систем экспериментальных исследований и испытаний

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины: 1 семестр – дифференцированный зачет.

Вопросы для самоконтроля и для проведения зачета

1. Классификация экспериментальных исследований.
2. Технические способы реализации электрической нагрузки для испытаний устройств ЭТК.
3. Методики измерения/косвенной оценки момента электрических машин разного типа.

4. Реализация регулируемой механической нагрузки электрических машин.
5. Построение классического плана проведения экспериментов применительно к исследованию электротехнических комплексов и систем.
6. Электромагнитная совместимость устройств ЭТК.
7. Средства обеспечения помехозащищенности каналов управления и связи.
8. Многомерный статистический анализ и планирование эксперимента.
9. Электрические измерения в силовых и высоковольтных цепях. Реализация потенциальных развязок.
10. Определение степени надёжности результатов экспериментов, понятие выборки.
11. Методы и средства измерения показателей качества электроэнергии.
12. Возможности аналого-цифрового преобразования экспериментальных данных и обработки информации.
13. Современные средства осциллографирования сигналов и визуализации результатов экспериментов.
14. Подходы к анализу экспериментальных данных: статистический, графический и математический анализ. Отличительные особенности и области применения.
15. Примеры автоматизации экспериментальных исследований и испытаний.

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

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. В. Е. Гмурман. Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие для вузов. – 12-е изд., перераб . – М. : Юрайт, 2010. – 479 с.
2. Л. С. Родина. Теория эксперимента в электроснабжении : учебное пособие по курсу "Инженерный эксперимент" по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии". – М. : Изд-во МЭИ, 2006 . – 48 с.
3. Н. И. Сидняев, Н. Т. Вилисова. Введение в теорию планирования эксперимента : учебное пособие для вузов. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011 . – 463 с.

Дополнительная литература:

4. Н. Ф. Ильинский. Моделирование в технике: Учебное пособие по курсу "Моделирование в технике" по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии". – М. : Изд-во МЭИ, 2004 . – 84 с.
5. Н. Ф. Ильинский. Учебное пособие по курсу "Теория инженерного эксперимента": Элементы теории эксперимента. Ред. Ю. Н. Сергиевский ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М . – 1988 . – 100 с.
6. Е. С. Вентцель. Теория вероятностей: Учебник для вузов. – 5-е изд., стереотип . – М. : Высшая школа, 1998 . – 576 с.
7. Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения : Учебное пособие для втузов. – 2-е изд., стереотип . – М. : Высшая школа, 2000 . – 383 с.
8. Л. С. Родина. Элементы теории физического моделирования: Учебное пособие по курсу "Моделирование в технике" для направления "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" . – М. : Изд-во МЭИ, 2001 . – 20 с.
9. Б. А. Ивоботенко, Н. Ф. Ильинский, И. П. Копылов. Планирование эксперимента в электромеханике. – М. : Энергия, 1975 . – 184 с.