

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) 05.14.04 Промышленная теплоэнергетика

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины по выбору

«Методы инженерного эксперимента»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.1.1

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 05.14.04. Промышленная теплоэнергетика, номенклатуры специальностей научных работников, утвержденной приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины является изучение основ, принципов и направлений расчетных и экспериментальных методов инженерных исследований в области теплоэнергетики, задач планирования и подготовки программ инженерных исследований, основ работы современных измерительных систем для оценки тепловых, температурных, расходных и термографических характеристик теплоэнергетического оборудования.

Задачами дисциплины являются:

- познакомить обучающихся с современными методами инженерных исследований и их классификацией, определениями и терминами в инженерном эксперименте;
- познакомить обучающихся с планированием исследования и анализом ошибок, формами представления результатов, природой случайных ошибок и неопределенностей, с показателями точности измерительной системы;
- познакомить обучающихся с новыми направлениями в инженерных исследованиях, включая понятия бесконтактных способов измерений и базовых функциях среды графического программирования LabView;
- научить анализировать результаты исследований с помощью статистического и графического анализ данных с проверкой их значимости;
- научить принимать и обосновывать технические решения при выборе измерительного исследовательского оборудования;
- научить разрабатывать и обосновывать порядок проведения исследований в теплоэнергетической отрасли.

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

-использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);

- готовность организовать работу исследовательского коллектива в профессиональной деятельности (ОПК-4);
- владеть современными методами исследований процессов, аппаратов и систем промышленной теплоэнергетики (ПК-1);
- владеть современными и перспективными компьютерными и информационными технологиями (ПК-2);
- владеть навыками применения полученной информации в профессиональной деятельности (ПК-3);
- владеть информацией о новейших достижениях в области промышленной теплоэнергетики (ПК-4);
- знать наноматериалы, применяемые при разработке и создании аппаратов и систем промышленной теплоэнергетики, их назначение и характеристики (ПК-5);
- знать достижения в области технологии создания энергоэффективных процессов, аппаратов и систем промышленной теплоэнергетики (ПК-6);

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

знать:

- основные законы в области естественнонаучных дисциплин и методы математического анализа и моделирования для применения их в теоретических и экспериментальных исследованиях (ПК-1);
- основные источники отечественной и зарубежной научно-технической информации по прикладным инженерным исследованиям (ОПК-4);
- типовые методики проведения расчетов по планированию исследований и выбора комплекта оборудования с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации (ПК-3).

уметь:

- анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике деятельности, владеть информацией о новейших достижениях в области промышленной теплоэнергетики (ПК-4);
- самостоятельно разбираться в нормативных методиках расчета и применять их для решения поставленной задачи (ПК-1);
- использовать программные пакеты по созданию виртуальных измерительных приборов для исследования объектов теплоэнергетики (ПК-2);
- выбирать оптимальные по эффективности комплекты испытательного и измерительного оборудования в зависимости от условий работы (ПК-6).

владеть:

- навыками дискуссии по профессиональной тематике;
- владеть современными методами исследований процессов, аппаратов и систем промышленной теплоэнергетики (ПК-1);
- способностью разрабатывать и исследовать процессы, аппараты и системы промышленной теплоэнергетики нового поколения, обладать навыками к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ПК-5);
- современными и перспективными компьютерными и информационными технологиями (ПК-2);
- терминологией в области методов и способов инженерных исследований (ОПК-4);
- способностью организации работы персонала по исследованию различных энергетических объектов, составлению заявок на оборудование, подготовке технической документации (УК-4).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Общие положения.

Понятие инженерного эксперимента и его классификация. Формы представления результатов. Планирование эксперимента. Определения и термины в инженерном эксперименте. Виды ошибок. Экспериментальные ошибки и неопределенности. Источники и виды ошибок. Рандомизация эксперимента. Природа случайных ошибок и неопределенностей. Нормальная кривая распределения ошибок (распределение Гаусса). Показатели точности измерительной системы. Среднеквадратичное отклонение. Вероятная ошибка. Ошибка и неопределенность эксперимента в целом. Общее уравнение показателя точности эксперимента. Примеры применения. Планирование эксперимента с точки зрения анализа ошибок. Нахождение неопределенностей с помощью графиков и диаграмм.

2. Статистический и графический анализы данных.

Проверка значимости эксперимента.

Статистический анализ данных. Высокозначимый эксперимент. Ошибки первого и второго рода. Проверка значимости. Критерий Пирсона. Проверка значимости. Критерий Стьюдента. Графический анализ данных. Метод наименьших квадратов. Графический анализ данных. Приемы линеаризации зависимостей. Графический анализ данных. Неопределенность при графическом анализе данных.

3. Основы выбора измерительных систем.

Последовательность испытаний и план эксперимента

Основы выбора измерительных систем. Граница раздела (интерфейс). Импенданс и нагрузка. Динамические характеристики. Последовательность испытаний и план эксперимента. Правила определения интервалов. Порядок проведения эксперимента. Рандомизированный план.

4. Виды, методы и средства измерений.

Метрологические характеристики средств измерений

Виды, методы и средства измерений. Метрологические характеристики средств измерений. Классификация средств по назначению и принципу

действия. Контактный и бесконтактный способы измерений. Стоградусная и термодинамическая шкалы измерений температуры.

5. Метрологические и термографические основы энергоаудита потребителей тепловой и электрической энергии

Цели метрологического (или инструментального) и термографического обследования. Состав стационарных и переносных измерительных комплексов. Метрологические характеристики. Анализируемые энергетические процессы промышленных предприятий - силовые, тепловые, электротехнические, электрохимические, электрофизические.

6. Измерение освещенности, электрических параметров трехфазных, однофазных и высоковольтных систем

Приборы для измерения освещенности. Люксметры. Трехфазные и однофазные анализаторы параметров электропотребления для измерения, регистрации и анализа тока напряжения, частоты, активной мощности, реактивной энергии, гармоник тока и напряжения. Мониторы напряжения сети.

7. Измерение температуры, влажности, скорости, давления и расхода. Газоанализаторы

Термометры, основанные на тепловом расширении веществ. Термоэлектрические термометры. Термометры сопротивления. Особенности измерения температуры высокоскоростных газовых потоков. Яркостные пирометры. Цветовые и фотоэлектрические пирометры. Радиационные пирометры. Жидкостные приборы давления. Деформационные приборы давления. Электрические датчики давления. Приборы для измерения вакуума. Скоростные объемные расходомеры. Объемный ротационный счетчик. Ультразвуковые измерители расхода жидкостей. Дроссельные расходомеры. Газоанализаторы химические, физические, хроматографические. ИК-области спектра и свойства ИК-лучей. Коэффициент излучения. Принципы выбора значения коэффициента

излучения объектов. Охлаждаемые и неохлаждаемые тепловизоры, их достоинства и недостатки, принципы выбора типа тепловизора.

8. Среда графического программирования LabView ее базовые функции для обеспечения сбора данных и управления приборами

Среда графического программирования LabView, ее базовые функции для обеспечения сбора данных и управления приборами. Понятие виртуальных приборов, создаваемых в среде LabView. Принципы и последовательность их получения.

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. Каковы основные источники и виды ошибок в инженерном эксперименте?
2. Какова связь систематической и случайной ошибок?
3. В чем заключается различие ошибок первого и второго рода?
4. Каким образом определяется вероятность случайного события?
5. Каким образом определяется доверительный интервал и доверительная вероятность?
6. Что такое проверка значимости?
7. Какие основные метрологические характеристики имеют средства измерений?
8. Каковы основные цели метрологического и термографического обследования?
9. Каковы основные способы измерения давления?
10. Каковы основные способы измерения температуры?

11. Каковы особенности измерения температуры высокоскоростных газовых потоков?
12. Что такое коэффициент излучения?
13. Каково назначение среды графического программирования LabView?
14. Показатели точности измерительной системы. Среднеквадратичное отклонение.
15. Проверка значимости. Критерий Стьюдента.
16. Последовательность испытаний и план эксперимента. Правила определения интервалов. Порядок проведения эксперимента.
17. Виды, методы и средства измерений. Метрологические характеристики средств измерений.
18. Согласование точности измерений со свойствами измеряемого объекта.
19. Проверка данных и исключение резко отклоняющихся значений.
20. Графический анализ данных. Классический метод наименьших квадратов.
21. Состав стационарных и переносных измерительных комплексов. Метрологические характеристики.
22. Приборы для измерения освещенности. Люксметры. Принцип действия и основные характеристики.
23. Приборы для измерения температуры. Термометры сопротивления. Принцип действия и основные характеристики.
24. Приборы для измерения давления. Манометры. Принцип действия и основные характеристики.
25. Приборы для измерения давления. Скоростные объемные расходомеры. Принцип действия и основные характеристики.
26. Охлаждаемые и неохлаждаемые тепловизоры, их достоинства и недостатки, принципы выбора типа тепловизора.
27. Основы выбора измерительных систем.

28. Среда графического программирования LabView ее базовые функции для обеспечения сбора данных и управления приборами.

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

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Семенов Б.А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях . Учебное пособие. 2-е изд., доп. – СПб.: Издательство Лань, 2013. – 400 с.
2. Казаков А.В. Планирование эксперимента и измерение физических величин. – Пермь: Изд-во Перм. нац. иссслед. политехн. ун-та, 2014. – 89 с.
3. Афанасьева Н.Ю. Вычислительные и экспериментальные методы научного эксперимента. – М.: КНОРУС, 2010. –336 с.

Дополнительная литература:

4. Боярский М.В. Планирование и организация эксперимента. – Йошкар-Ола: Изд-во МарГТУ, 2007. –144с.
5. Вуколов Э.А. Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов STATISTICA и EXCEL. Учебное пособие. 2-е изд. – М.: ФОРУМ, 2008. – 464 с.
6. Горлач В.В. Обработка, представление, интерпретация результатов измерений Учебное пособие. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2006. – 83 с.
7. Никитин О.Р. Теория планирования экспериментальных исследований. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2012. – 94 с.
8. Шенк Х. Теория инженерного эксперимента / Шенк Х. – М.: Книга по Требованию, 2013. – 321 с.
9. Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент: Справочник / Под общ. ред чл.-корр. РАН А.В. Клименко и проф. В. М.

Зорина . – 3-е изд., перераб. И доп. – М.: Издательство МЭИ, 2001. – 564 с.