

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

**«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра Авиационная теплотехника и теплоэнергетика

**АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

*«Планирование испытаний теплоэнергетического оборудования»*

Уровень подготовки

Высшее образование - магистратура

Направление подготовки

13.04.01 - Теплоэнергетика и теплотехника,

Профиль подготовки

*Технология производства электрической и тепловой энергии*

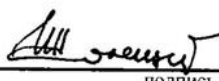
Квалификация (степень) выпускника

Магистр

Форма обучения очная

Уфа 2015

Исполнители:      доцент



Полещук И.З.

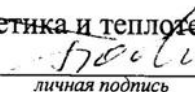
должность

подпись

расшифровка подписи

Заведующий кафедрой

Авиационная теплоэнергетика и теплотехника



Бакиров Ф.Г.

наименование кафедры

личная подпись

расшифровка подписи

## 1. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина *«Планирование испытаний теплоэнергетического оборудования»* является обязательной дисциплиной вариативной части.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от "14" ноября 2014г. № 1499.

**Целью освоения дисциплины** является:

1. Изучение современных методов планирования испытаний теплоэнергетического оборудования для выявления объективных закономерностей, определяющих протекание рабочих процессов; ознакомление с основными этапами испытаний, доводки и эксплуатации теплоэнергетического оборудования и их систем, с используемыми методами и алгоритмами обработки результатов измерений.

2. Формирование навыков разработки и применения методов и средств информационной поддержки при испытаниях, доводке и эксплуатации энергетических установок и их систем.

**Задачи:**

1) формирование у студентов основ знаний о методологии теплотехнических измерений при производственно - технологической деятельности;

2) закрепление навыков в решении практических задач в части планирования испытаний теплоэнергетического оборудования, обработке результатов испытаний энергетического оборудования и агрегатов на различных стадиях жизненного цикла.

Дисциплина относится к вариативной части раздела Б1 учебного плана и является обязательной дисциплиной. Предшествующей дисциплиной, на которой базируется дисциплина *«Планирование испытаний теплоэнергетического оборудования»*, является дисциплина *«Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий»*.

В свою очередь отдельные положения дисциплины *«Планирование испытаний теплоэнергетического оборудования»* в дальнейшем используются при изучении и освоении дисциплин *«Парогазовые энергоустановки для производства электрической и тепловой энергии»*, *«Проблемы энерго- и ресурсосбережения в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологиях»*, при выполнении научно – исследовательской работы, при прохождении научно – исследовательской практики, при выполнении ВКР.

**Входные компетенции:**

№	Компетенция	Код	Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции	Название дисциплины (модуля), сформировавшего данную компетенцию
1	Способность к проведению технических расчетов по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений, с использованием прикладного программного обеспечения для расчета параметров и выбора серийного и разработки нового теплоэнергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования	ПК-2	Базовый уровень	Проблемы энерго- и ресурсосбережения в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологиях

**Исходящие компетенции:**

№	Компетенция	Код	Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции	Название дисциплины (модуля), для которой данная компетенция является входной
1	Способность действовать в нестандартных ситуациях, нести ответственность за принятые решения	ОК-2	Базовый уровень	Парогазовые энергоустановки для производства электрической и тепловой энергии. Проблемы энерго- и ресурсосбережения в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологиях. Научно-исследовательская работа. Учебная практика. Производственная практика.
2	Способность формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения	ОПК-1	Базовый уровень	Научно-исследовательская работа

	задач, выбирать и создавать критерии оценки			
3	Способность применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ОПК-2	Базовый уровень	Производственная практика. Учебная практика.
4	Готовность использовать современные и перспективные компьютерные и информационные технологии	ПКП-7	Базовый уровень	Научно-исследовательская работа. Учебная практика. Производственная практика.

## 2. Перечень результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций.

### Планируемые результаты обучения по дисциплине

№	Формируемые компетенции	Код	Знать	Уметь	Владеть
1	Способность действовать в нестандартных ситуациях, нести ответственность за принятые решения	ОК-2	особенности рабочего процесса в установках различных схем	формировать технические требования к испытательному оборудованию с учётом типа изделия и вида испытания	техникой измерений теплотехнических параметров при проведении экспериментальных исследований, испытании оборудования тепловых и атомных электростанций
2	Способность формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки	ОПК-1	организационные, методические, информационные метрологические основы научных исследований;	обрабатывать результаты испытания.	техникой написания отчета о проведенном эксперименте и опыте подготовки и проведения устного доклада о полученных результатах;
3	Способность	ОПК-2	методы анализа и	планировать	методами

	применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы		математической обработки результатов измерений, их обобщение	эксперимент, используя методы математического планирования	построения современных принципиальных схем измерения теплотехнических параметров теплоэнергетических установок при использовании автоматизированных систем измерения.
4	Готовность использовать современные и перспективные компьютерные и информационные технологии	ПКП-7	измерительное оборудование, приборы и методы измерения параметров тепловых и атомных электрических станций.	составлять технические условия на проведение научных исследований и экспериментальных испытаний тепловых установок.	навыками работы с современными аппаратными и программными средствами измерения теплотехнических параметров.

### 3. Содержание и структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа).

Трудоемкость дисциплины по видам работ

Вид работы	Трудоемкость, час.	
	1 семестр	Всего
Лекции (Л)	20	20
Практические занятия (ПЗ)	26	26
Лабораторные работы (ЛР)	4	4
КСР	4	4
Курсовая проект работа (КР)	-	-
Расчетно - графическая работа (РГР)	-	-
Самостоятельная работа (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.)	81	81
Подготовка и сдача экзамена	-	-
Подготовка и сдача зачета	9	9
Вид итогового контроля (зачет, экзамен)	Зачет с оценкой	Зачет с оценкой

### Содержание разделов и формы текущего контроля

№	Наименование и содержание раздела	Количество часов						Литература, рекомендуемая студентам	Виды интерактивных образовательных технологий
		Аудиторная работа				СРС + контр.	Всего		
		Л	ПЗ	ЛР	КСР				
1	<p><b>Методологические основы эксперимента.</b> Виды научно-исследовательских, экспериментальных работ и методы их выполнения. Информативные основы экспериментальной работы. Моделирование технических устройств.</p> <p>Понятие о методе аналогий. Виды аналогий, используемые в научных исследованиях. Электротепловая аналогия. Моделирование температурных полей на R– и RC – сетках. Аналогия между процессами теплообмена и массообмена.</p>	4	-	-	-	4+1	9	<p>Р 6.1 - № 1</p> <p>Р 6.1 - № 3</p>	<p><b>проблемная лекция</b> (стимулирует творчество, проводится с подготовленной аудиторией, создается ситуация интеллектуального затруднения, проблемы),</p> <p><b>лекция-визуализация</b> (передача информации посредством схем, таблиц, рисунков, видеоматериалов, проводится по ключевым темам с комментариями)</p>
2	<p><b>Методы анализа и математической обработки результатов испытаний ТЭО.</b> Основные методы обобщения переменных, получение критериев подобия из математической задачи на основе анализа размерностей. Моделирование технических</p>	4	-	-	-	4+2	10	Р 6.1 - № 1	<p><b>лекция-визуализация</b> (передача информации посредством схем, таблиц, рисунков, видеоматериалов,</p>

	устройств. Введение в теорию локального моделирования. Оценка погрешностей результатов испытаний.								проводится по ключевым темам с комментариями)
3	<b>Математическое планирование и проведение эксперимента при испытаниях теплоэнергетического оборудования (ТЭО).</b> Рациональное планирование. Полный факторный эксперимент. Планирование первого порядка. Планирование второго порядка. Планирование эксперимента при оптимизации исследуемых процессов	4	-	4	-	4+1	13	Р 6.1 - № 1	<b>проблемная лекция</b> (стимулирует творчество, проводится с подготовленной аудиторией, создается ситуация интеллектуального затруднения, проблемы)
4	<b>Техника измерений при испытании ТЭО.</b> Виды, методы и средства измерений. Форма представления результатов измерений. Метрологические характеристики средств измерений. Динамические характеристики средств измерений. Методы измерений и датчики тепловых потоков. Чувствительность датчиков и способы их градуировки. Измерение тепловых потоков в нестационарных условиях. Раздельное измерение радиационной и конвективной составляющих теплового потока. Методы измерения и датчики расхода. Чувствительность датчиков и способы их градуировки. Примеры реализации на экспериментальных стендах. Расходомеры	4	-	-	-	4+2	10	Р 6.1 - № 1 Р 6.2 - № 1 Р 6.1 - № 4 Р 6.3 - № 1	<b>лекция-визуализация</b> (передача информации посредством схем, таблиц, рисунков, видеоматериалов, проводится по ключевым темам с комментариями)

	<p>переменного перепада давления. Скоростные расходомеры. Расходомеры постоянного перепада давления. Общие сведения о газоанализаторах. Химические, термокондуктометрические, магнитные, оптические, фотокалориметрические, хроматографические газоанализаторы. Фотокалориметрические, электро-химические термокондукто-метрические концентратомеры. Анализ газовой смеси с помощью хроматографа.</p> <p>Методы и средства измерения концентрации фаз и размеров частиц: методы сепарации, калориметрии, радиоактивных индикаторов, диффузионного индикатора, электрические, электромагнитные, акустические. Измерение давления, скорости и температуры фаз. Принципиальная схема изокINETического отбора проб.</p>								
5	<p><b>Системы автоматизации экспериментальных исследований.</b></p> <p>Основные задачи испытаний, решаемые автоматизированной системой. Общие принципы построения систем автоматизации экспериментальных исследований. Требования к устройствам сопряжения. Стандартный интерфейс. Приборный интерфейс. Специальные интерфейсы. Типовая схема АСИ ТЭО. Измерительно-вычислительные комплексы. Электрические методы измерения</p>	4	-	-	-	4+1	9	Р 6.1 - № 1 Р 6.1 - № 3	<p><b>лекция-визуализация</b> (передача информации посредством схем, таблиц, рисунков, видеоматериалов, проводится по ключевым темам с комментариями)</p>



	<p>физических величин. Электроизмерительные преобразователи. Аналоговые счётчики и регистрирующие устройства. Измерение основных электрических величин. Измерительные преобразователи неэлектрических величин. Особенности обработки экспериментальных данных при автоматизации испытаний.</p>								
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

6	<p><b>Решение прикладных задач по современным методам планирования испытаний теплоэнергетического оборудования :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- составление планов полного трехфакторного эксперимента (ПФЭ);</li> <li>- измерение теплотехнических параметров и обработка результатов испытаний теплоэнергетического оборудования (9 задач);</li> <li>- линейная регрессионная модель котла-утилизатора ПГУ ( проверка адекватности и установление значимых и не значимых коэффициентов уравнения регрессии);</li> <li>- симплекс – метод поиска оптимальных условий при испытании теплоэнергетического оборудования;</li> <li>- исследование теплоотдачи на входной кромке лопатки соплового аппарата турбины.</li> </ul>	-	26	-	4	61+2	93	Р 6.1 - № 1 Р 6.1 - № 2 Р 6.1 - № 3 Р 6.1 - № 4	работа в команде (совместная деятельность студентов в группе под руководством лидера, направленная на решение общей задачи путем творческого сложения результатов индивидуальной работы членов команды), контекстное обучение (мотивация студентов к усвоению знаний путем выявления связей между конкретным знанием и его применением)
---	---	---	----	---	---	------	----	--	---

Занятия, проводимые в интерактивной форме, составляют 80 % от общего количества аудиторных часов по дисциплине *«Планирование испытаний теплоэнергетического оборудования»*.

### Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	2	3	4
1	3	Математическое планирование и организация испытаний по определению тепловой экономичности когенерационной энергоустановки Capstone C-30Э. Расчет погрешностей прямых и косвенных измерений.	4
		<i>Всего за 1 семестр:</i>	4

### Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	2	3	4
1-2	3	Составление планов полного трехфакторного эксперимента (ПФЭ)	4
3-4-5	3, 4	Измерение теплотехнических параметров и обработка результатов испытаний теплоэнергетического оборудования (9 задач)	6
6-7-8	3	Линейная регрессионная модель котла-утилизатора ПГУ ( проверка адекватности и установление значимых и не значимых коэффициентов уравнения регрессии);	6
9-10-11	2	Симплекс – метод поиска оптимальных условий при испытании теплоэнергетического оборудования	6
12-13	4, 5	Исследование теплоотдачи на входной кромке лопатки соплового аппарата турбины	4
		<i>Всего за 1 семестр:</i>	26

#### 4. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

##### 4.1 Основная литература

1. **Иванова, Т. М.** Теплотехнические измерения и приборы. – 2 изд. М.: МЭИ, 2008. – 478с.
2. **Кремлевский, П.П.** Расходомеры и счетчики количества вещества: Справочник. Изд.5-е, перераб.и доп. - СПб.: Политехника, 2004. – 409 с.

##### 4.2 Дополнительная литература.

1. **Полещук, И. З.** Погрешности теплотехнических измерений: Практикум по дисциплинам «Теплотехнические измерения и их автоматизация», «Теория и техника теплофизического эксперимента» / Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа, 2009. 46с.

2. **Полещук, И. З.** Градуировка электрических датчиков с использованием автоматизированной системы измерения теплотехнических параметров: Методические указания к лабораторной работе по дисциплинам «Теплотехнические измерения и их автоматизация», «Теория и техника теплофизического эксперимента» /Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа, 2011. 46с.

3. **Полещук, И. З.** Измерение расхода тепловой энергии, температуры и расхода теплоносителя в энергоустановке Capstone C-30 ЭУ. Методические указания к лабораторной работе по дисциплинам «Теплотехнические измерения и их автоматизация», «Теория и техника теплофизического эксперимента». /Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа, 2011. 64с.

#### **4.3. Интернет-ресурсы (электронные учебно-методические издания, лицензионное программное обеспечение)**

На сайте библиотеки <http://library.ugatu.ac.ru/> в разделе «Информационные ресурсы», подраздел «Доступ к БД» размещены ссылки на интернет-ресурсы.

#### **Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий**

- Операционная система Windows 7;
- Интегрированный пакет Microsoft Office 2007;
- Архиватор 7ZIP;
- Water Steam– PRO – программа для расчета термодинамических свойств воды и водяного пара;
- аква - программа для расчета термодинамических свойств воды и водяного пара.

#### **4.4 Методические указания к практическим занятиям**

1. **Полещук, И. З.** Погрешности теплотехнических измерений: Практикум по дисциплинам «Теплотехнические измерения и их автоматизация», «Теория и техника теплофизического эксперимента» / Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа, 2009. 46с.

#### **4.5. Методические указания к лабораторным занятиям**

1. **Полещук, И. З.** Погрешности теплотехнических измерений: Практикум по дисциплинам «Теплотехнические измерения и их автоматизация», «Теория и техника теплофизического эксперимента» / Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа, 2009. 46с.

2. **Полещук, И. З.** Измерение расхода тепловой энергии, температуры и расхода теплоносителя в энергоустановке Capstone C-30 ЭУ. Методические указания к лабораторной работе по дисциплинам «Теплотехнические измерения и их автоматизация», «Теория и техника теплофизического эксперимента». /Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа, 2011. 64с.

## **5. Образовательные технологии**

Базовой технологией, применяемой для организации обучения по дисциплине, контроля самостоятельной работы студентов и оценки уровня освоения дисциплины, является Модульно-рейтинговая система. Также применяются - информационные технологии (использование компьютерных тестирующих средств оценки уровня знаний обучаемых, использование мультимедийного сопровождения лекций, электронных мультимедийных учебных пособий и др.), интерактивные методы и технологии обучения (проблемные лекции, лекции-визуализации, технология проблемного обучения, технология развития критического мышления, групповая работа), с учетом содержания дисциплины и видов занятий, предусмотренных учебным планом. При реализации дисциплины дистанционные образовательные технологии, электронное обучение, а также сетевое обучение не реализуются.

## **6 . Материально-техническое обеспечение дисциплины**

- компьютерные классы в ауд. 2-302 и 2-106а с доступом к указанным программным средствам и к сети Интернет;
- мультимедийные средства, аудиовизуальные средства в ауд. 2-101 и 2-106а.

## **7. Условия реализации образовательной программы лицами с ограниченными возможностями здоровья**

Данное направление подготовки входит в Перечень специальностей и направлений подготовки, при приеме на обучение по которым поступающие проходят обязательные предварительные медицинские осмотры (обследования) в порядке, установленном при заключении трудового договора или служебного контракта по соответствующей должности или специальности, утвержденный постановлением Правительства Российской Федерации от 14 августа 2013 г. № 697. Поступающий представляет оригинал или копию медицинской справки, содержащей сведения о проведении медицинского осмотра в соответствии с перечнем врачей-специалистов, лабораторных и функциональных исследований, установленным приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 12 апреля 2011 г. № 302н «Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда». На основании этого на данное направление подготовки лица, требующие индивидуальных условий обучения, не принимаются.