

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра Авиационной теплотехники и теплоэнергетики

**АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ  
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

«ИСПЫТАНИЯ ДЛА И ИХ УЗЛОВ, МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА  
ИХ РЕЗУЛЬТАТОВ»

Направление подготовки

24.04.05 Двигатели летательных аппаратов (уровень магистратуры)

Направленность (профиль) магистерской программы:

Авиационная и ракетно-космическая теплотехника

Уровень подготовки

Высшее образование – магистратура

Квалификация (степень) выпускника

Магистр

Форма обучения

очная

Уфа 2017

Исполнители:

\_\_\_\_\_  
Доцент  
должность

  
подпись

\_\_\_\_\_  
Кофман В.М.  
расшифровка подписи

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_  
АТиТ  
наименование кафедры

  
личная подпись

\_\_\_\_\_  
Бакиров Ф.Г.  
расшифровка подписи

## **Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Испытания ДЛА и их узлов, методы обработки и анализа их результатов» является дисциплиной вариативной части учебного плана направления подготовки магистров 24.04.05 – Двигатели летательных аппаратов, профиль подготовки – Авиационная и ракетно-космическая теплотехника, программа подготовки – магистратура в 1 и 2 семестрах.

### **Цели освоения дисциплины:**

- формирование у студентов знаний о стендах и их оборудовании, необходимых для испытаний газотурбинных (ГТД) и ракетных двигателей и автономных испытаний их узлов;
- формирование у студентов знаний, умений и навыков, необходимых для составления методик и программ для проведения испытаний ГТД, автономных испытаний их узлов и ракетных двигателей ;
- формирование у студентов знаний по методикам и математическим моделям для решения обратных термогазодинамических задач, необходимых для экспериментально-расчетного определения по результатам испытаний ГТД показателей эффективности работы их узлов;
- формирование у студентов знаний по методам математического моделирования на ЭВМ процессов, происходящих в газотурбинных двигателях и их узлах, и методам анализа и обработки результатов испытаний с применением методов математического моделирования

### **Задачи дисциплины подразделяются на:**

- учебные;
- воспитательные;
- развивающие.

### **Учебными задачами дисциплины являются:**

- формирование у студентов знаний о стендах и их оборудовании, необходимых для испытаний ГТД и их узлов;
- формирование у студентов знаний, умений и навыков, необходимых для разработки математических моделей и моделирования на ЭВМ процессов происходящих в ГТД и их узлах, с использованием основных уравнений теории ВРД.

### **Воспитательными задачами дисциплины являются:**

- формирование у студентов убежденности в необходимости непрерывного обучения при работе по специальности, уверенности в своих силах и возможностях.

### **Развивающей задачей дисциплины является:**

- развитие у студента системного логического мышления при анализе результатов испытаний ГТД и их узлов.

**Предшествующих дисциплин**, на которых непосредственно базируется дисциплина «Испытания ДЛА и их узлов, методы обработки и анализа их результатов» (уровень магистратуры)» не имеется.

Входные компетенции:

На пороговом уровне компетенции должны быть сформированы следующие знания при изучении ряда предшествующих дисциплин учебного плана.

№	Компетенция	Код	Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции*	Название дисциплины (модуля), сформировавшего данную компетенцию
	Способностью составлять описание принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений	ПК-7	Пороговый уровень первого этапа освоения компетенции	Предшествующих дисциплин не имеется

\*- **пороговый уровень** дает общее представление о виде деятельности, основных закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач;

- **базовый уровень** позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам;

- **повышенный уровень** предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и

управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.

Исходящие компетенции:

В результате освоения данной программы выпускник должен обладать следующими исходящими компетенциями:

№	Компетенция	Код	Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции	Название дисциплины (модуля), для которой данная компетенция является входной
1.	Способностью к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности;	ОК-2	Пороговый уровень освоения компетенции	Научно-производственная практика. Производственно-технологическая практика. Научно-исследовательская работа.
2.	Способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями программы магистратуры);	ОК- 7	Базовый уровень	
3.	Способностью выбирать системы обеспечения экологической безопасности при проведении работ;	ОПК-1	Пороговый уровень	
4.	Способностью разрабатывать методики и организовывать	ПК-3	Пороговый	

	<p>проведение экспериментов и испытаний, проводить обработку и анализ результатов;</p>		уровень	
5.	<p>Способностью осуществлять подготовку заданий на разработку проектных решений;</p>	ПК-5	Базовый уровень	
6.	<p>Способностью разрабатывать методические и нормативные документы, техническую документацию, а также предложения по реализации разработанных проектов и программ;</p>	ПК-10	Пороговый уровень	
7.	<p>Способностью разрабатывать планы, программы и методики проведения испытаний авиационных и ракетных двигателей и энергоустановок ЛА;</p>	ПК-20	Базовый уровень	
8.	<p>Способностью принимать участие в подготовке и проведении испытаний авиационных и ракетных двигателей и энергоустановок ЛА и их агрегатов;</p>	ПК-21	Базовый уровень	
9.	<p>Способностью разрабатывать системы измерений экспериментальных</p>	ПК-22	Базовый уровень	

10.	установок по испытаниям двигателей, их узлов и элементов;  Способностью проводить вторичную обработку и анализ результатов экспериментальных исследований, стендовой, летной отработки и эксплуатации авиационных и ракетных двигателей и энергоустановок в составе ЛА;	ПК-23	Базовый уровень	
11.	Способностью проводить диагностику режимов работы авиационных и ракетных двигателей и энергоустановок ЛА;	ПК-24	Базовый уровень	
12.	Способностью осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по направлению испытаний, выбирать методы и средства решения задач;	ПК-25	Базовый уровень	

### Перечень результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов компетенции в соответствии с ОПОП направления подготовки магистров 24.04.05 – *Двигатели летательных аппаратов*, профиль подготовки – *Авиационная и ракетно-космическая теплотехника*, программа подготовки – *прикладная магистратура* и в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 24.04.05– *Двигатели летательных аппаратов*



	<p>Способность осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации, отечественно-го и зарубежного опыта по направлению испытаний, выбирать методы и средства решения задач;</p>		<p>перспективы развития ВРД и РД;</p> <p>характеристики узлов ГТД;</p>	<p>обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации, отечественно-го и зарубежного опыта по направлению испытаний, выбирать методы и средства решения задач;</p>	<p>подготовке и проведению испытаний авиационных и ракетных двигателей и энергоустановок ЛА и их агрегатов</p>
3.	<p>Способность принимать участие в подготовке и проведении испытаний авиационных и ракетных двигателей и энергоустановок ЛА и их агрегатов;</p>	<p>ПК-21 ПК-25 ПК-20 ПК-10</p>	<p>знать схемы, состав и оборудование стенов для испытаний ГТД и автономных испытаний их узлов;</p>	<p>уметь разрабатывать планы, программы и методики проведения испытаний авиационных и ракетных двигателей и энергоустановок ЛА; разрабатывать методические и нормативные документы, техническую документацию, а также предложения по реализации разработанных</p>	<p>владеть навыками по подготовке и проведению испытаний авиационных и ракетных двигателей и энергоустановок ЛА и их агрегатов;</p>

4	<p>Способность разрабатывать системы измерений экспериментальных установок по испытаниям двигателей, их узлов и элементов;</p> <p>Способность разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить обработку и анализ результатов;</p>	<p>ПК-22 ПК-20 ПК-21 ПК-3</p>	<p>знать схемы, состав и оборудование стенов для испытаний ГТД и автономных испытаний их узлов;</p>	<p>проектов и программ;</p> <p>уметь разрабатывать планы, программы и методики проведения испытаний авиационных и ракетных двигателей и энергоустановок ЛА;</p>	<p>владеть методиками анализа и обработки результатов испытаний газотурбинных двигателей и их узлов на ЭВМ.</p>
5	<p>Способность проводить вторичную обработку и анализ результатов экспериментальных исследований, стендовой, летной отработки и эксплуатации ВРД и РД и энергоустановок в составе ЛА;</p> <p>Способность</p>	<p>ПК-23 ПК-24 ПК-25</p>	<p>знать основы методов обработки и анализа результатов испытаний ГТД и их узлов.</p>	<p>уметь выполнять анализ и обработку результатов испытаний ГТД и его узлов.</p>	<p>владеть методиками анализа и обработки результатов испытаний газотурбинных двигателей и их узлов на ЭВМ.</p>

проводить диагностику режимов работы ВРД и РД и энергоустановок ЛА;				
---	--	--	--	--

### Содержание и структура дисциплины (модуля)

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

### Трудоемкость дисциплины по видам работ по семестрам

Вид работы	Трудоемкость, часов		
	1 семестр	2 семестр	Всего
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>144</b>
<b>Аудиторная работа:</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>72</b>
<i>Лекции (Л)</i>	14	12	26
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	12	14	26
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	8	8	16
<i>Контролируемая самостоятельная работа(КСР)</i>	2	2	4
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>36</b>	<b>27</b>	<b>63</b>
Самостоятельное изучение разделов	36	27	45
<b>Вид итогового контроля - зачет с оценкой</b>		9	9
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>144</b>

## Содержание разделов дисциплины и форма текущего контроля

№	Наименование и содержание раздела	Количество часов					Литература, рекомендуемая студентам	Виды интерактивных образовательных технологий	
		Аудиторная работа				СРС			Всего
		Л	ПЗ	ЛР	КСР				
1	<p>Виды испытаний ДЛА. Роль испытаний и методов обработки результатов испытаний при доводке ГТД и их узлов. Общая характеристика различных видов испытаний ДЛА. Лабораторные и научно-исследовательские испытания. Автономные испытания узлов ГТД (испытания компрессоров, вентиляторов, камер сгорания, турбин, форсажных камер, сопел). Испытания газогенератора (ГГ) ГТД. Доводочные газодинамические испытания ГТД на заводском стенде. Доводочные газодинамические испытания ГТД на высотном стенде. Доводочные прочностные испытания. Испытания ГТД и их узлов по термометрированию деталей. Ресурсные испытания (ускоренные эквивалентно-циклические испытания, длительные испытания, соответствующие программе Государственных испытаний, длительные чистовые испытания по программе Государственных испытаний).</p>	1				4	5	<p>Список литературы, рекомендуемой студентам указан в Разделе 6.1 [1, 3,4,5,6,7]</p>	<p>Классическая лекция с мультимедийным сопровождением</p>

	<p>Специальные испытания (в том числе согласно ЕНЛГ).</p> <p>Государственные испытания ДЛА.</p> <p>Предъявительские и приемо-сдаточные испытания серийных ГТД.</p> <p>Периодические испытания серийных ГТД.</p> <p>Технологические испытания ГТД. Особенности и классификация испытаний ракетных двигателей (РД)..</p>								
2	<p>Стенды для испытаний ГТД и РД.</p> <p>Заводские открытые стенды для испытаний серийных ГТД.</p> <p>Стенды для испытаний ГТД в высотно-скоростных условиях.</p> <p>Стенды с частичной имитацией высотно-скоростных условий (с подогревом воздуха на входе, с наддувом и подогревом воздуха на входе).</p> <p>Стенды для высотных испытаний ГТД в ТБК.</p> <p>Испытательные комплексы и стенды для испытаний ракетных двигателей.</p>	2				4	6	<p>Раздел 6.1 [1,3,4,5,6,7];</p> <p>Раздел 6.2 [2]</p>	<p>Классическая лекция с мультимедийным сопровождением</p>
3	<p>Виды и средства измерений, применяемые при испытаниях ГТД и РД. Измерение статического и полного давлений воздушных и газовых потоков.</p> <p>Измерение температур воздушных и газовых потоков.</p> <p>Измерение скорости потока.</p> <p>Измерение расхода жидкости и газа с помощью стандартных сужающихся устройств.</p> <p>Измерение расхода жидкости с помощью турбинного расходомера.</p> <p>Измерение частоты вращения ротора ГТД.</p>	2				4	6	<p>Раздел 6.1 [1,3,4,5,6,7]</p> <p>Раздел 6.2 [3]</p>	<p>Классическая лекция с мультимедийным сопровождением</p>

	Измерение вибраций. Измерение крутящего момента. Гидротормоз. Измерение расхода воздуха через ГТД при его стендовых испытаниях. Методы и устройства для измерения параметров РД.								
4	Основы теории гидродинамического подобия при течении газа в каналах. Подобие режимов работы ГТД. Приведение параметров ГТД к стандартным атмосферным условиям.	2	2			4	8	Раздел 6.1 [10,11]	Классическая лекция с мультимедийным сопровождением
5	Методика расчета температуры газа на выходе из камер сгорания ТРД и ТРДФ. Методика расчета температуры газа на выходе из камер сгорания двухконтурного ГТД...	1	2			4	7	Раздел 6.2 [1]	Работа в команде, анализ реальных проблемных ситуаций
6	Автономные испытания компрессоров и вентиляторов ГТД. Стенды для автономных испытаний компрессоров ГТД. Экспериментально-расчетное определение коэффициентов полезного действия компрессора и вентилятора ГТД по результатам их автономных на компрессорном стенде по параметрам неравномерных воздушных потоков. Численное исследование влияния влажности в неравномерном воздушном потоке на интегральные характеристики потока, на КПД и	2	4	4		6	16	Раздел 6.1 [1,3,4,5,6,7]	Работа в команде, анализ реальных проблемных ситуаций

	параметры вентилятора ГТД.								
7	<p>Автономные испытания камер сгорания ГТД. Стенды для автономных испытаний камер сгорания.</p> <p>Существующие методы экспериментально-расчетного определения показателей эффективности работы основных камер сгорания ГТД по результатам их автономных испытаний.</p> <p>Определение коэффициента восстановления полного давления в основной камере сгорания ГТД по результатам ее автономных испытаний на камерном стенде по параметрам неравномерных газовых потоков.</p> <p>Определения коэффициента полноты сгорания в основной камере сгорания ГТД по результатам ее автономных испытаний на камерном стенде по параметрам неравномерных газовых потоков.</p> <p>Численное исследование влияния влажности воздуха на коэффициент полноты сгорания в основной камере сгорания при ее автономных испытаниях на камерном стенде и в системе ГТД.</p>	2	2	4	2	4	14	<p>Раздел 6.1 [1,3,4,5,6,7]</p> <p>Раздел 6.2 [4,6,10,11]</p>	Классическая лекция с мультимедийным сопровождением
8	<p>Стенды для автономных испытаний турбин ГТД.</p> <p>Опыт определения КПД турбины ГТД по результатам ее автономных испытаний на турбинном стенде по параметрам неравномерных воздушных потоков.</p> <p>Определения коэффициента полезного</p>	2	2		2	4	10	Раздел 6.1 [1,3,4,5,6,7]	Классическая лекция с мультимедийным сопровождением

	<p>действия осевой охлаждаемой турбины ГТД по параметрам неравномерных газовых потоков.</p> <p>Численное исследование влияния влажности воздуха и состава смеси газа на КПД турбины ГТД при ее испытаниях на турбинном стенде.</p> <p>Стенды для автономных испытаний сопел ГТД. Определение показателей эффективности сопел ГТД по результатам их автономных испытаний по параметрам неравномерных газовых потоков.</p>								
9	Методика идентификации ММ компрессоров и вентиляторов при их работе в системе ГТД.	2	4	4		4	14		Работа в команде, анализ реальных проблемных ситуаций
10	Методика идентификации ММ камер сгорания при их работе в системе ГГ ГТД.	2	2	4		4	12		Работа в команде, анализ реальных проблемных ситуаций
11	Методика идентификации ММ турбин при их работе в системе ГГ ГТД.	2	2			4	8	Раздел 6.1 [1,3,4,5,6,7]	Работа в команде, анализ реальных проблемных ситуаций
12	Топлива для ВРД и РД. Требования к топливам ВРД. Виды химического топлива, потенциально пригодного для ВРД. Углеводородные топлива. Водород как авиационное топливо. Топлива для ракетных двигателей. Требования	2	2			6	10	Раздел 6.1 [10,11]	Классическая лекция с мультимедийным сопровождением

	к твердому топливу РДТТ. Топлива для ЖРД								
13	Шум и вредные выделения авиационных ГТД. Основные показатели уровня шума ГТД. Частотный спектр, нормы шума. Источники шума ГТД, Шум реактивной струи. Шум компрессора и вентилятора ГТД. Способы снижения шума реактивной струи, вентилятора и компрессора. Виды вредных выделений авиационных ГТД. Нормы, ограничивающие вредные выделения. Пути снижения вредных выделений	2	2			6	10	Раздел 6.1 [10,11]	Классическая лекция с мультимедийным сопровождением
14	Анализ изменения параметров ГТД методом малых отклонений. Основные положения метода малых отклонений. Вывод уравнения работы компрессора в малых отклонениях. Уравнения работы турбины и расхода в малых отклонениях. Коэффициенты влияния для анализа работы проектируемого и выполненного ТРД.	2	2		2	3	9	Раздел 6.1 [12]	Классическая лекция с мультимедийным сопровождением
15	Зачет с оценкой						9		
	Всего	26	26	16	4	63	144		

## Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	6	Экспериментально-расчетное определение коэффициентов полезного действия компрессора и вентилятора ГТД при их автономных испытаниях на компрессорном стенде по параметрам неравномерных воздушных потоков Численное исследование влияния влажности в неравномерном воздушном потоке на интегральные характеристики потока, на КПД и параметры вентилятора ГТД.	4
2	7	Определение коэффициента восстановления полного давления в основной камере сгорания ГТД по результатам ее автономных испытаний на камерном стенде по параметрам неравномерных газовых потоков. Определения коэффициента полноты сгорания в основной камере сгорания ГТД по результатам ее автономных испытаний на камерном стенде по параметрам неравномерных газовых потоков Численное исследование влияния влажности воздуха на коэффициент полноты сгорания в основной камере сгорания при ее автономных испытаниях на камерном стенде и в системе ГТД.	4
3	9	Обработка результатов испытаний компрессоров и вентиляторов при их работе в системе ГТД и методика идентификации их ММ.	4
4	10	Обработка результатов испытаний камер сгорания при их работе в системе ГТД и методика идентификации их ММ.	4

## Практические занятия

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	4	Приведение параметров ГТД к стандартным атмосферным условиям.	2

2	5	Методики расчета температуры газа на выходе из камер сгорания ГТД.	2
3	6	Автономные испытания компрессоров и вентиляторов ГТД.	4
4	7	Автономные испытания камер сгорания ГТД.	2
5	8	Автономные испытания турбин ГТД. Автономные испытания сопел ГТД.	2
6	9	Методики идентификации ММ компрессоров и вентиляторов при их работе в системе ГТД	
7	10	Методики идентификации ММ камер сгорания при их работе в системе ГГ ГТД.	2
8	11	Методики идентификации ММ турбин при их работе в системе ГГ ГТД.	2
9	12	Топлива для ВРД и РД	2
10	13	Шум и вредные выделения авиационных ГТД	2
11	14	Анализ изменения параметров ГТД методом малых отклонений	2

**Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины  
Основная литература.**

1. Григорьев, В.А. Испытания авиационных двигателей / В.А. Григорьев, С.П. Кузнецов, А.С. Гишваров и др. – М.: Машиностроение, 2009. – 504 с.
2. Черкез А.Я. и др. Испытания воздушно-реактивных двигателей. М.: Машиностроение, 1992. – 304 с.

3. Литвинов, Ю. А. Характеристики и эксплуатационные свойства авиационных турбореактивных двигателей / Ю. А. Литвинов, В. О. Боровик. – М.: Машиностроение, 1979. – 288 с.
4. Горбунов, Г.М. Испытания авиационных воздушно-реактивных двигателей/ Г.М. Горбунов, Э.Л. Солохин. – М.: Машиностроение, 1967. 256 с.
5. Скубачевский Л.С. Испытания воздушно-реактивных двигателей. – М.: Машиностроение, 1972. –228 с.
6. Солохин, Э.Л. Испытания авиационных воздушно-реактивных двигателей. – М.: Машиностроение, 1975. – 356 с.
7. Леонтьев, В.Н., Сиротин С.А., Теверовский А.М. Испытания авиационных двигателей и их агрегатов / В.Н. Леонтьев, С.А. Сиротин, А.М. Теверовский. – М.: Машиностроение, 1976. –216 с.
8. Жуковский, А.Е. Испытания жидкостных ракетных двигателей / А.Е. Жуковский, В.С. Кондрусев, В.Я. Левин, В.В. Окорочков.– М.: Машиностроение, 1981.– 199 с.
9. Луарсабов, К.А. Летные испытания жидкостных ракетных двигателей / К.А. Луарсабов, Л.В. Пронь, А.В.Сердюк. – М.: Машиностроение, 1977. – 192 с.
10. Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок: учебник / В. И. Бакулев, В. А. Голубев, В. А. Крылов [и др.]; под ред. В. А. Сосунова, В.М. Чепкина. – М.: Изд-во МАИ, 2003. – 688 с.
11. Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок: учебник. Кн. 3 / В. В. Кулагин, С. К. Бочкарев, И. М. Горюнов [ и др.]; под общей ред. В. В. Кулагина. – М.: Машиностроение, 2005. – 464 с.
12. Черкез А.Я. Инженерные расчеты газотурбинных двигателей методом малых отклонений. – М.: Машиностроение, 1975. – 380 с.

### **Дополнительная литература**

1. Боровик, В.О. Методы обработки результатов испытаний серийных ГТД / В.О. Боровик, А.М. Ахмедзянов, Ю.Г. Арьков, В.П. Алаторцев. – Уфа.: УАИ, 1982. Учебное пособие. – 124 с.
2. ОСТ 1 01021-93 Стенды испытательные авиационных газотурбинных двигателей. Общие требования. 18с.
3. ОСТ 1 02555-85 Система измерения расхода воздуха с коллектором на входе авиационных ГТД при стендовых испытаниях. Общие требования. 14с.
4. ОСТ 1 00411-81 Камеры сгорания основные газотурбинных двигателей. Методы обработки результатов измерения температуры газа. 5с.

5. Методика 77-87. Система измерения расхода воздуха на входе
6. ОСТ 1 01134-86 Камеры сгорания основные газотурбинных двигателей. Метод определения температуры газа на выходе из основной камеры сгорания при автономных испытаниях. с.
7. Методика 77-87. Система измерения расхода воздуха на входе авиационных газотурбинных двигателей при стендовых испытаниях. Порядок выполнения измерений. 18 с.
8. ГОСТ 8.586.1-2005 Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств (из 5 частей). 52 с.
9. РТМ авиационной техники 1574-77. Метод определения расхода воздуха через авиационный ГТД на испытательных стендах. 66 с.

### **. Интернет-ресурсы**

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

### **Образовательные технологии**

Базовая технология, применяемая для организации обучения по дисциплине – классическая с добавлением для достижения наиболее эффективных результатов освоения дисциплины при реализации различных видов учебной работы мультимедийного и компьютерного сопровождения, в том числе с использованием электронных учебных пособий, обучения на основе опыта и интерактивных методов и технологий обучения с учетом содержания дисциплины и видов занятий, предусмотренных учебным планом, и диалоговое обучение в ходе обсуждения решений задач на практических занятиях, в том числе разбор конкретных ситуаций, которые дают формальные решения задач, противоречащие физическим представлениям, и при беседах в ходе защиты студентами РГР при внеаудиторных занятиях.

Лекционные занятия проводятся по классической методике в аудиторном режиме, в том числе с использованием мультимедийного оборудования. При использовании интерактивного экрана и электронных материалов со студентами согласуется темп изложения материала для обеспечения возможности конспектирования либо неформального усвоения. Наличие конспекта лекций у студентов является обязательным, независимо от наличия электронных материалов, материалов на бумажном носителе, диктофонов, средств фотографирования или съёмки. В начале каждой темы студенты должны записать заголовок темы и по мере её раскрытия записывать промежуточные заголовки из общего перечня вопросов, указанных в учебной программе дисциплины.

По каждому из рассматриваемых вопросов в лекционных тетрадях конспектируется часть материала, содержащая основополагающие понятия, ключевые формулы и определения, основные выводы.

Преподаватель диктует или демонстрирует студентам на интерактивном экране темы и вопросы, выносимые на самостоятельную работу, и, как правило, указывает дополнительные литературные источники для самостоятельной внеклассной работы, дает рекомендации по самостоятельной работе по пройденному материалу и по материалу выносимому на самостоятельное изучение.

Студенты по ходу изложения материала (под запись, либо для восприятия в устном режиме) могут задавать вопросы для более подробного разъяснения со стороны преподавателя. По завершению изложения по теме студентам предоставляется возможность задать вопросы, для чего отводится часть лекционного времени. Как правило, вопросы рекомендуется задавать на еженедельных консультациях преподавателя после внеклассной работы студента над материалом, изложенным на лекциях, и проработки вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение.

При изучении дисциплины на лекциях, практических и лабораторных занятиях возможно применение компьютерных устройств: персональных компьютеров, либо центрального компьютера с интерактивным экраном. В первом случае занятие проводится в компьютерном классе с использованием электронных учебников, во втором - в обычной аудитории.

При изучении отдельных тем и вопросов на занятиях используются интерактивные методы и технологии обучения (проблемные лекции, лекции-визуализации, технологии проблемного обучения, технологии развития критического мышления, групповая работа, кейс-подходы), с учетом содержания дисциплины и видов занятий, предусмотренных учебным планом.

При проведении практических занятий осуществляется целенаправленное методическое руководство учебно-познавательной деятельностью студента, в том числе используются такие образовательные технологии как работа в команде – совместная деятельность студентов в группе под руководством лидера, направленная на решение общей задачи путем творческого сложения результатов индивидуальной работы членов команды, case-study – анализ реальных проблемных ситуаций, имевших место в соответствующей области профессиональной деятельности, и поиск вариантов лучших решений, обучение на основе опыта – активизация познавательной деятельности студента за счет ассоциации собственного опыта с предметом изучения.

При проведении лабораторных работ осуществляются экспериментальные исследования, способствующие углубленному пониманию физической сущности изучаемых по ключевым темам дисциплины законов, вырабатываются навыки использования для измерения параметров газовых потоков соответствующей измерительной техники, отрабатываются навыки использования методов обработки экспериментальных результатов.

Дополнительно студентам могут выдаваться домашние задания и проводиться контрольные работы.

**При реализации дисциплины дистанционные образовательные технологии, электронное обучение, а также сетевое обучение не используются.**

### **Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лабораторные работы проходят в лабораториях теплотехники. Используется следующее оборудование:

1. Установка, включающая ТРД ТС-21, оборудование для проведения испытаний ТРД и контрольно-измерительные приборы (аудитория 2-104).
2. ЭВМ и комплект программ для выполнения термогазодинамических расчетов ГТД, расчета высотных характеристик ГТД, газодинамических расчетов авиационных лопаточных машин (компрессоров и турбин), профилирования лопаток осевой турбины (аудитория 2-302).

### **Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ**

Направление подготовки магистров 24.04.05 Двигатели летательных аппаратов 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.