

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

**«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра авиационных двигателей

**АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**«АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ГАЗОДИНАМИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ  
АВИАЦИОННЫХ ВРД»**

Уровень подготовки: высшее образование – подготовка магистров

Направление подготовки магистров  
24.04.05 Двигатели летательных аппаратов

Направленность подготовки  
Авиационные воздушно-реактивные двигатели (ВРД)

Квалификация (степень) выпускника  
Магистр

Форма обучения  
очная

Уфа 2015

Исполнитель:

Старший преподаватель

должность



подпись

А.Я. Абдулин

расшифровка подписи

Старший преподаватель

должность



подпись

Р.Р. Ямалиев

расшифровка подписи

Заведующий кафедрой

авиационных двигателей  
наименование кафедры



личная подпись

А.С. Гишваров

расшифровка подписи

## Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Автоматизированное газодинамическое проектирование авиационных ВРД» является дисциплиной по выбору вариативной части блока Б1 по направлению подготовки магистров 24.04.05 «Двигатели летательных аппаратов», программа подготовки «Авиационные воздушно-реактивные двигатели (ВРД)».

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению магистров 24.04.05 «Двигатели летательных аппаратов», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от "08" апреля 2015 г. № 373. Является неотъемлемой частью основной профессиональной образовательной программы (ОПОП).

**Целью освоения дисциплины** является формирование профессиональных компетенций в области выполнения инженерных расчетов газодинамики и проектирования проточной части газотурбинных двигателей.

### Задачи:

- сформировать знания о физической сущности протекающих процессов в проточной части ГТД;
- изучить основные методы расчёта газодинамики элементов ГТД;
- сформировать представление у студентов о современном уровне расчётных и экспериментальных исследований в элементах проточной части ГТД;
- формирование навыков, необходимых для постановки и решения технических задач по проектированию и расчету проточной части ГТД.

Знания, необходимые для изучения дисциплины «Автоматизированное газодинамическое проектирование авиационных ВРД», получены магистрантами ранее на первой ступени высшего образования и в первом семестре магистерской подготовки.

На пороговом уровне ряд компетенций был сформирован за счет обучения на предыдущих уровнях высшего образования (специалитет, бакалавриат).

### Входные компетенции:

№	Компетенция	Код	Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции	Название дисциплины (модуля), практики, научных исследований, сформировавших данную компетенцию
1	способностью к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности	ОК-3	базовый уровень	Философия

Исходящие компетенции:

№	Компетенция	Код	Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции	Название дисциплины (модуля), практики, научных исследований для которых данная компетенция является входной
1	способностью составлять описания принципов действия и устройства проектируемых деталей и узлов машиностроительных конструкций с обоснованием принятых технических решений	ПК-7	Базовый уровень	Газодинамическое проектирование проточной части авиационных ВРД Анализ и оптимизация конструкции авиационных ВРД Конструкторские аспекты авиационных ВРД Научно-исследовательская работа Итоговая государственная аттестация

**Перечень результатов обучения**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций.

Планируемые результаты обучения по дисциплине

№	Формируемые компетенции	Код	Знать	Уметь	Владеть
1	способностью составлять описания принципов действия и устройства проектируемых деталей и узлов машиностроительных конструкций с обоснованием принятых технических решений	ПК-7	Подходы к численному моделированию расчету газодинамики и проектированию элементов проточной части ГТД	Выполнять газодинамические расчеты двух и более элементов ГТД, таких как: воздухозаборник; реактивное сопло; рабочее колесо вентилятора, компрессора или турбины; камера сгорания	навыками решения задач газодинамики и проектирования элементов с использованием методов вычислительной газодинамики

### Содержание и структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 часов).

Трудоемкость дисциплины по видам работ

Вид работы	Трудоемкость, час.	
	1 семестр 72 часов /2 ЗЕ	2 семестр 108 часов /3 ЗЕ
Лекции (Л)	16	8
Практические занятия (ПЗ)	6	8
Лабораторные работы (ЛР)	16	24
КСР	2	3
Расчетно-графическая работа (РГР)	9	-
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.)	23	29
Подготовка и сдача зачета	-	36
Вид итогового контроля	-	Экзамен

### Содержание разделов и формы 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><b>Введение. Подходы к моделированию рабочего процесса элементов проточной части ГТД</b></p> <p>Моделирование течений в лопаточных машинах. Особенности моделирования течений в камере сгорания. Подходы к построению 3D-моделей проточной части ГТД для моделирования рабочего процесса.</p>	4	4	4		16	28	Р.6.1 №3 Р. 6.2 №4	При проведении лекционных занятий: – лекция классическая; При проведении практических занятий: – проблемное обучение; – обучение на основе опыта.
2.	<p><b>Подготовка трехмерных моделей элементов проточной части ГТД</b></p> <p>Построение 3D-моделей лопаток компрессора и вентилятора. Особенности построения моделей лопаток турбины. Выбор границ моделирования и подготовка расчетной области.</p>	4	2	8	2	16	32	Р.6.1 №1 Р.6.1 №2	При проведении лекционных занятий: –проблемная лекция; При проведении практических занятий: – проблемное обучение; – обучение на основе опыта.
3.	<p><b>Построение сеточных моделей элементов проточной части ГТД</b></p> <p>Разновидности расчетных сеток, применяемых на практике. Применение неструктурированных тетраэдрических и гексагональных сеток в модуле ANSYS Mesh. Построение структурированных сеток лопаточных машин в модуле ANSYS Turbogrid. Построение структурированных сеток в ICEM CFD.</p>	8	4	12		16	40	Р.6.1 №1 Р.6.2 №3	При проведении лекционных занятий: –проблемная лекция; При проведении практических занятий: – проблемное обучение; – обучение на основе опыта.
4.	<p><b>Постановка задачи моделирования рабочего процесса элементов ГТД</b></p> <p>Выбор моделей турбулентности и течения. Задание граничных условий и начальных параметров. Способы задания свойств рабочего тела, химических реакций. Настройка параметров решения. Способы задания многофазных и многокомпонентных потоков.</p>	8	4	16	3	13	44	Р.6.1 №2 Р.6.2 №1 Р.6.2 №2	При проведении лекционных занятий: лекция-визуализация. При проведении практических занятий: – проблемное обучение; – обучение на основе опыта.

Занятия, проводимые в интерактивной форме, составляют 100% от общего количества аудиторных часов по дисциплине «Автоматизированное газодинамическое проектирование авиационных ВРД».

### Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1, 2	1	Эскизное проектирование и расчет основных параметров рабочего процесса элемента проточной части ГТД	4
3	2	Разработка чертежей и эскизов элемента проточной части ГТД для построения 3D-модели	2
4, 5	3	Построение сеточной модели элемента проточной части ГТД	4
6, 7	4	Расчет граничных и начальных параметров рабочего процесса элемента проточной части ГТД	4

### Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Изучение способов построения трехмерных моделей элементов ГТД	4
2, 3	2	Построение трехмерной модели элемента проточной части ГТД	8
4-6	3	Построение сеточных моделей с использованием модулей ANSYS Meshing, Turbogrid и ICEM CFD	12
7-10	4	Влияние моделей турбулентности на результат моделирования. Моделирование течения с различными граничными и начальными параметрами. Моделирование течения с многокомпонентным потоком.	16

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

#### Основная литература

1\*. Иноземцев А. А. и др. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок / Учебник для специальности “Авиационные двигатели и энергетические установки”. Серия “Газотурбинные двигатели”, – М.: Машиностроение, 2007. – 396 с.

2. Лойцянский, Л. Г. Механика жидкости и газа: Учеб. для вызов. – 7-е изд., испр. / Л. Г. Лойцянский // М.: Дрофа, 2003. – 840 с.

3. Проектирование авиационных газотурбинных двигателей : [учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению "Авиа- и ракетостроение" и специальности "Авиационные двигатели и энергетические установки"] / А. М. Ахмедзянов [ др.] ; под ред. А. М. Ахмедзянова. — М. : Машиностроение, 2000 .— 454 с.

\* издание находится на реализующей рабочую программу кафедре.

#### Дополнительная литература

1\*. Вьюнов С.А. Конструкция и проектирование авиационных газотурбинных двигателей. / С.А. Вьюнов, Ю.И. Гусев, А.В. Карпов – М.: Машиностроение, 1989. – 368 с.

2. Лефевр, А. Процессы в камерах сгорания ГТД / А. Лефевр // Пер. с англ. – М.: Мир, 1986. – 566с.

3\*. Флетчер, К. Вычислительные методы в динамике жидкостей: В 2-х томах: Т. 1 / К. Флетчер // Пер. с англ. – М.: Мир, 1991. – 504 с.

4\*. Юн А. Теория и практика моделирование турбулентных течений. Монография. 272 страницы. "Либроком". Москва. Россия. 2009.

\* издание находится на реализующей рабочую программу кафедре.

### **Интернет-ресурсы**

1. На сайте библиотеки УГАТУ <http://library.ugatu.ac.ru/> в разделе «Информационные ресурсы», подраздел «Доступ к БД» размещены ссылки на интернет-ресурсы.
2. <http://www.ansysadvantage.ru/> Инженерно-технический журнал «ANSYS Advantage. Русская редакция»
3. <http://www.cadfem-cis.ru/> Журнал CADFEM REVIEW
4. Сайт ПАО «НПО «Сатурн» <http://www.npo-saturn.ru.>
5. Сайт ОДК <http://www.uk-odk.ru.>
6. Сайт ОАО «Климов» <http://www.klimov.ru>

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

- ANSYS 15.0;
- Операционная система Windows 7;
- Интегрированный пакет Microsoft Office 2007;
- Архиватор 7ZIP .

### **Образовательные технологии**

В процессе подготовки магистров по дисциплине «Автоматизированное газодинамическое проектирование авиационных ВРД» используется совокупность методов и средств обучения, позволяющих осуществлять целенаправленное методическое руководство учебно-познавательной деятельностью магистрантов, в том числе на основе интеграции информационных и традиционных педагогических технологий.

В частности, предусмотрено использование следующих образовательных технологий:

1. Классическая лекция, предусматривающая систематическое, последовательное, монологическое изложение учебного материала.
2. Проблемная лекция, стимулирующая творчество, осуществляемая с подготовленной аудиторией (преимущественно во втором семестре изучения дисциплины)
3. Лекция-визуализация – передача информации посредством схем, таблиц, рисунков, видеоматериалов, проводится по ключевым темам с комментариями.
4. Проблемное обучение, стимулирующее магистрантов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы.
5. Контекстное обучение – мотивация магистрантов к усвоению знаний путем выявления связей между конкретным знанием и его применением.
6. Обучение на основе опыта – активизация познавательной деятельности магистранта за счет ассоциации и собственного опыта с предметом изучения,

При реализации настоящей рабочей программы предусматриваются интерактивные и активные формы проведения занятий, дискуссии по темам исследования и поставленным научным проблемам.

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

Пакеты прикладных программ по анализу и моделированию летательных аппаратов и авиационных двигателей: ANSYS 15.0; Siemens NX 9.0.

Технические средства обучения:

Учитывая большой объем часов на самостоятельное изучение дисциплины, определенное место в методике освоения материалов рекомендуется уделять индивидуальным консультациям.

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используется кабинет конструкции авиационной техники (2-120), лаборатория прочности (2-118), компьютерные классы (2-506, 2-507, 2-510).

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используется кабинет конструкции авиационной техники (2-120), лаборатория прочности (2-118), компьютерные классы (2-506, 2-507, 2-510).

Дисплейные классы (2-507, 2-510) оснащены средствами мультимедиа, интерактивными досками с проекторами, двадцатью 2-х и 4-х ядерными компьютерами, подключенными к сети Internet и суперкомпьютеру УГАТУ.

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

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.