

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

**«МОДЕЛИРОВАНИЕ, РЕГУЛИРОВАНИЕ И МОНИТОРИНГ АВИАЦИОННЫХ
ДВИГАТЕЛЕЙ»**

Уровень подготовки
высшее образование - магистратура

Направление подготовки (специальность)
24.04.05 Двигатели летательных аппаратов

Направленность подготовки (профиль, специализация)
Авиационные воздушно-реактивные двигатели (ВРД)

Квалификация (степень) выпускника
магистр

Форма обучения
очная

Уфа 2015

Исполнители:

профессор кафедры АД

должность

подпись

Ахмедзянов Д.А.

расшифровка подписи

Заведующий кафедрой
авиационных двигателей

наименование кафедры

личная подпись

Гишваров А.С.

расшифровка подписи

Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Моделирование, регулирование и мониторинг авиационных двигателей» является дисциплиной по выбору вариативной части.

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

Целью освоения дисциплины формирование систематизированных знаний в области теории автоматического управления, в вопросах анализа и синтеза САУ ГТД, а также мониторинга, регулирования и моделирования авиационных двигателей на различных режимах, изучение интеллектуальных САУ, перспектив применения электронно-цифровых системы управления двигателем (FADEC).

Задачи:

– Постановка, планирование и проведение научно-исследовательских работ теоретического и прикладного характера при разработке новых гидро- и пневмоагрегатов; разработка перспективных конструкций гидравлических и пневматических машин, систем и оборудования; оптимизация проектных решений.

– Сформировать знания о назначении и принципах работы основных элементов САУ ГТД.

– Изучить основные характеристики и особенности применения средств регулирования, особенности аппаратурной и алгоритмической реализации электронных САУ и способы повышения ее надежности.

– Изучить основные характеристики и особенности применения методов и средств математического и полунатурного моделирования ГТД.

– Сформировать представление у студентов о современном уровне развития систем автоматического регулирования, диагностики и контроля ГТД.

– Изучение установившихся и неуставившихся процессов в авиационных двигателях и их элементах и системах гидроавтоматики.

– Изучение и разработка пакетов прикладных программ, ориентированных на решение научных задач.

Входные компетенции:

№	Компетенция	Код	Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции*	Название дисциплины (модуля), сформировавших данную компетенцию
1	способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности	ОК-2	базовый	Системный анализ

Исходящие компетенции:

№	Компетенция	Код	Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции	Название дисциплины (модуля), для которых данная компетенция является входной
1	способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности	ОК-6	базовый	Современные методы экспериментальных исследований и обработки результатов испытаний Научно-исследовательская работа ГИА
2	способностью разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности	ПК-4	базовый	Научно-исследовательская работа ГИА

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 самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности	ОК-6	основы теории и методов расчета, моделирования и мониторинга установившихся и неуставившихся режимов работы авиационных двигателей, автоматики различных систем АД и ЛА.	использовать объектно-ориентированные и иные пакеты прикладных программ для решения задач моделирования АД совместно с элементами автоматики и различных систем управления	навыками использования методов и средств математического моделирования авиационных ГТД в составе САУ (виртуальные регуляторы).

2	способность разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности	ПК-4	современные методы и средства математического и полунатурного моделирования ГТД	пользоваться справочной и другой технической литературой по методам и средствам управления, контроля и диагностики ГТД	навыками работы с современными аппаратными и программными средствами исследования и проектирования САУ авиационных ВРД
---	---	------	---	--	--

Содержание и структура дисциплины (модуля)

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

Трудоемкость дисциплины по видам работ:

Вид работы	Трудоемкость, час.
	1 семестр 4 з.е. (144 час)
Лекции (Л)	18
Практические занятия (ПЗ)	24
Лабораторные работы (ЛР)	30
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4
Самостоятельная работа (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям, и т.д.)	32
Подготовка и сдача экзамена	36
Вид итогового контроля (зачет, экзамен)	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>Автоматика и регулирование систем</p> <p>Общие понятия о задачах управления и регулирования АД. Внешние воздействия. Регулятор. Управляемые, регулируемые и контролируемые параметры, требования к ним и выбор. Принципы управления. Элементы регуляторов.</p> <p>Законы управления (на примере различных регуляторов для самолета и двигателя). Основные понятия и классификация систем автоматического управления.</p> <p>Функциональные элементы регуляторов и принципы управления. Чувствительные и сравнивающие элементы. Усилительные элементы.</p> <p>Статический регулятор прямого действия. Астатический регулятор непрямого действия. Статический регулятор непрямого действия (с жесткой обратной связью). Изодромный регулятор. Регулятор непрямого действия.</p> <p>Линеаризация характеристик и дифференциальные уравнения элементов регуляторов. Дифференциальные уравнения, передаточные функции и переходные процессы в типовых звеньях САР.</p> <p>Качество переходных процессов замкнутых САР. Устойчивость линейных САР. Критерии устойчивости. Метод выделения областей устойчивости.</p> <p>Свободное движение и условия устойчивости. Понятие о замкнутой и</p>	9	12	15	2	16	54	Р.6.1. Р.6.2	лекция-визуализация, обучение на основе опыта, проблемное обучение

<p>разомкнутой системах регулирования. Динамика САР.</p> <p>Анализ поведения нелинейной системы на фазовой плоскости. Системы автоматического управления (регулирования) авиационных ГТД.</p> <p>Способы соединения звеньев в САР и определение передаточной функции системы. Способы построение частотных характеристик группы звеньев. Понятие о фазовой плоскости и ее использовании в ТАУ. Многомерные САР. Назначение и состав системы управления. Состав системы регулирования. Характеристики типовых звеньев САР. Датчики. Условия возникновения автоколебаний и их изображение на фазовой плоскости. Датчики для измерения различных физических величин для систем автоматики. Элементы гидромеханических систем; использование микропроцессорной техники в САР. Особенности аппаратурной и алгоритмической реализации электронных САР и способы повышения их надежности.</p> <p>Методы анализа основных динамических свойств линейных и нелинейных систем. Основные динамические свойства системы в пространстве состояний. Синтез управления динамической системой в пространстве состояний. Основы алгебры логики: двоичные функции и их преобразование. Собственная устойчивость ГТД. Уравнение одновального ТРД как звена в системе автоматического регулирования. Уравнение двухконтурного ТРДДФ как объекта регулирования. Уравнение ТРД с проводным топливным насосом.</p>										
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

2	<p>Методы и средства математического моделирования авиационных ГТД в составе САУ</p> <p>Анализ устойчивости линейной системы по корням характеристического уравнения. Теорема Ляпунова. Алгебраические критерии устойчивости Частотные критерии устойчивости Запас устойчивости, структурная устойчивость. Влияние запаздывания на динамические характеристики и устойчивость. Диаграмма Вышнеградского и D-разбиение. Понятие о синтезе системы. Уравнения свободного и вынужденного движения разомкнутой и замкнутой систем. Устойчивость системы регулирования. Методы построения переходных процессов. Общие показатели качества регулирования; интегральные оценки качества регулирования. Точность системы в установившемся режиме. Методы исследования нелинейных систем. Частотные методы исследования, метод фазовой плоскости и др.</p> <p>Статические и динамические характеристики систем автоматического регулирования (САР). Характеристики САР с регулятором прямого действия Характеристики САР с регулятором, имеющим интегрирующий усилитель. Характеристики САР с регулятором, имеющим инерционный усилитель. Характеристики САР с изодромным регулятором.</p> <p>Специализированные программные комплексы для термогазодинамического моделирования работы АД (DVIGwp, GASTURB, GSP, GECAT, ГРАД). Специализированное программное обеспечение для термогазодинамических расчетов АД и ЭУ.</p>	9	12	15	2	16	54	Р.6.1., Р.6.2.	лекция-визуализация, обучение на основе опыта, проблемное обучение
---	---	---	----	----	---	----	----	-------------------	--

<p>Системы DVIGw для термогазодинамического моделирования работы АД и ЭУ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - модульный принцип описания работы АД; - задание характеристик узлов; - составление законов расчета для решения различных функциональных задач. <p>Сбор данных, автоматизации процесса испытаний авиационных ГТД на базе SCADA-системы LabView. Автоматизация стендов. Интеграция результатов испытаний, полученных в SCADA-системе LabView с системой имитационного моделирования DVIGw.</p> <p>Методы моделирования и доводки САР. Математическое и полунатурное моделирование.</p>										
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Занятия, проводимые в интерактивной форме, составляют 100% от общего количества аудиторных часов по дисциплине моделирование, регулирование и мониторинг авиационных двигателей.

Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	2	Моделирование приемистости одновального ГТД в ПК DVIGwp	4
2	2	Моделирование приемистости и сброса двухвального ГТД в ПК DVIGwp	8
3	2	Разработка виртуального прибора в SCADA-системе LabView (вибрационный стенд)	4
4	1	Разработка виртуального прибора в SCADA-системе LabView.	4
5	1	Разработка виртуального прибора в SCADA-системе LabView.(снятие данных с испытательного стенда двигателя SR-30)	4
6	1	Статический регулятор прямого действия. Астатический регулятор непрямого действия. Статический регулятор непрямого действия (с жесткой обратной связью).	4
7	1	Изодромный регулятор. Регулятор непрямого действия.	2

Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Установившиеся и неуставившиеся режимы работы	2
2	1	Качество переходных процессов, устойчивость САР.	2
3	1	Законы управления (на примере различных регуляторов для самолета и двигателя).	2
4	1	Статические и динамические характеристики	2
5,6	1	Диаграмма Вышнеградского, метод Д-разбиения	4
7-12	2	ПК DVIGwp, GASTURB, GSP, GECAT, ГРАД. SCADA-система LabView.	12

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература

1. Тунаков А.П., Кривошеев И.А., Ахмедзянов Д.А. САПР газотурбинных двигателей: учебное пособие. – Уфа: УГАТУ, 2009. – 292 с.
 2. * 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.
 3. Испытания воздушно-реактивных двигателей : Учебник для вузов / А. Я. Черкез [и др.] ; под общ. ред. А. Я. Черкеза .— М. : Машиностроение, 1992 .— 304 с.
 4. Батенин, А.В. Автоматика и регулирование ВРД: Тексты лекций / А.В. Батенин, М. : МАИ, 1989 .— 47с.
 5. Ахмедзянов, А. М. Диагностика состояния ВРД по термогазодинамическим параметрам / А. М. Ахмедзянов, Н. Г. Дубравский, А. П. Тунаков .— Москва : Машиностроение, 1983 .— 206 с.
 6. Ахмедзянов Д.А. Термогазодинамическое моделирование авиационных ГТД / Уфа: изд. Уфимск. гос. авиац. техн. ун-та, 2008. – 158 с.
 7. 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.
 8. Чуян, Р. К. Методы математического моделирования двигателей летательных аппаратов / Р. К. Чуян .— Москва : Машиностроение, 1988 .— 287 с.
- * издание находится на реализующей рабочую программу кафедре.

Дополнительная литература

1. Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок : учебник для вузов / под ред. В. А. Сосунова, В. М. Чепкина .— 3-е изд., перераб. и доп. — М. : МАИ, 2003 .— 688 с.
 2. Чуян, Р. К. Статистические методы анализа математических моделей элементов ДЛА / Р. К. Чуян, Т. Е. Ганьшиа .— М. : МАИ, 1989 .— 36 с.
 - 3*. Автоматизация системного проектирования авиационных двигателей: Учебное пособие / Кривошеев И.А., Уфимск. гос. авиац. техн. университет. – Уфа, 2002. – 34 с.
 4. Кривошеев, И. А. Формализация процесса проектирования и доводки двигателей с использованием CASE-технологии / И. А. Кривошеев. – М: Изд-во МАИ, 2008. – 140 с.
 5. Кривошеев, И. А. Общая структура автоматизированной разработки авиационных двигателей и энергоустановок / И. А. Кривошеев .— Москва : Машиностроение, 2009 .— 265 с.
- * издание находится на реализующей рабочую программу кафедре.

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.

Отечественные и зарубежные журналы из следующего перечня:

Отечественные журналы	Электронный адрес	Зарубежные журналы	Электронный адрес
Авиационная техника	http://kai.ru/aviatech/		
Новые промышленные технологии;	http://www.cnilot.ru	Welding and cutting	http://www.welding-and-cutting.info/
Мехатроника, механизация, управление	http://novtex.ru/mech/		
Вестник машиностроения	http://mashin.ru	Giesserei	
Стандарты и качество	http://ria-stk.ru	Foundry	http://www.foundrymag.com/
Проблемы машиностроения и автоматизации	http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7307	Soudure	
Сертификация	http://www.vniis.ru/issues/65	Welding journal	http://pubs.aws.org/index.php
Техника машиностроения	http://www.mashizdat.ru/tehmash.html	Welding international	http://journalseek.net/eng.htm
Техническая диагностика и неразрушающий контроль	http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/tdnk/index.html	Schweisstechnik	http://www.lorch.biz/index.php?id=5377&L=1
Трение и износ	http://mpri.org.by	Schweissen und Schneiden	http://www.schweissenuschneiden.de/sus2009/downloads/pdf/sus_r_2011_anmeldung_full.pdf
Информационные технологии	http://novtex.ru	Вестник машиностроения	http://mashin.ru/
Компрессорная техника и пневматика	http://chemtech.ru	Механика жидкости и газа	http://mzg.ipmnet.ru
Энергетическое машиностроение	http://www.ansysolutions.ru/?id=64	Промышленная энергетика	http://energy-journals.ru/market/promen/

Образовательные технологии

При реализации дисциплины применяются классические образовательные технологии. При реализации дисциплины применяются интерактивные формы проведения практических и лабораторных занятий в виде проблемного обучения.

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.

3. Лекция-визуализация – передача информации посредством схем, таблиц, рисунков, видеоматериалов, проводится по ключевым темам с комментариями.

4. Проблемное обучение, стимулирующее аспирантов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы, в форме письменных эссе различной тематики с их последующей защитой и обсуждением на семинарских занятиях.

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

Лекционные аудитории (2-501, 2-503, 2-509), оборудованные проектором, экраном и компьютером с необходимым программным обеспечением. Класс (2-507), оборудованный компьютерами с необходимым программным обеспечением.

Лаборатория автоматизации, регулирования и автоматизации испытаний (2-506) оснащена программно-аппаратными комплексами на базе SCADA-системы LabView.

Лаборатория оснащена средствами мультимедиа, интерактивными досками с проекторами, двадцатью 2-х и 4-х ядерными компьютерами, подключенными к сети Internet и суперкомпьютеру УГАТУ.

Оборудование позволяет реализовать автоматизированное проведение и обработку результатов экспериментов с использованием программно-аппаратного комплекса для моделирования динамических процессов (на базе LabView), обучение аппаратной части, чтение лекций и проведение практических и лабораторных работ, проведение учебно-научных семинаров с использованием мультимедийных интерактивных презентационных средств в помещении лаборатории. Единое программное обеспечение (LabView) проведения научных исследований на экспериментальных установках (автоматизированные стенды ГТД, программно-аппаратные комплексы) дает возможность улучшить качество представления результатов экспериментальных исследований, упростить методику их внедрения в учебный процесс. Обеспечение быстрого доступа (локальные сети) к качественной информации о научных исследованиях, представленных в едином формате, предусматривает развитие сотрудничества между научными школами и студентами различных форм обучения и направлений. Автоматизированный измерительный комплекс (SCADA) на элементной и приборной базе National Instruments (США):

Уникальный автоматизированный стенд "Исследование статических и динамических характеристик малоразмерного ГТД SR-30". Предназначен для экспериментальных исследований статических и динамических характеристик, а также для изучения типовых программ регулирования.

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.