

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 ПРОЦЕССОВ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА  
ДВИГАТЕЛЕЙ И ЭНЕРГОУСТАНОВОК»**

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

Исполнитель:  
профессор

должность



подпись

А.С. Гишваров  
расшифровка подписи

Заведующий кафедрой  
авиационных двигателей  
наименование кафедры



личная подпись

А.С. Гишваров  
расшифровка подписи

## Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина "Моделирование процессов жизненного цикла двигателей и энергоустановок" является дисциплиной вариативной части ОПОП по направлению подготовки 24.04.05 «Двигатели летательных аппаратов», направленность: «Авиационные воздушно-реактивные двигатели (ВРД)». Является обязательной дисциплиной.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 24.04.05 «Двигатели летательных аппаратов», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от "08" апреля 2015 г. № 373.

**Целью освоения дисциплины** является формирование у магистров в области проектирования авиационных двигателей и энергоустановок теоретических знаний и практических навыков для решения научно-исследовательских и прикладных задач, связанных с созданием оптимальных конструкций авиационных двигателей и энергоустановок средствами имитационного моделирования их жизненного цикла.

### Задачи:

- совершенствование знаний студента в области разработки современных авиационных воздушно-реактивных двигателей (ВРД) с применением моделирования их жизненного цикла.
- изучение особенностей моделирования жизненного цикла сложных технических объектов.
- формирование знаний по моделированию основных этапов жизненного цикла ВРД и энергоустановок.
- формирование навыков моделирования жизненного цикла ВРД.

### Входные компетенции:

№	Компетенция	Код	Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции*	Название дисциплины (модуля), сформировавшего данную компетенцию
1	способностью совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень	ОК-1	Базовый уровень первого этапа освоения компетенции	Системный анализ
2	способностью к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности	ОК-2	Базовый уровень первого этапа освоения компетенции	Системный анализ

### Исходящие компетенции:

№	Компетенция	Код	Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции	Название дисциплины (модуля), для которой данная компетенция является входной
1	способностью разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности	ПК-4	базовый (второй этап формирования)	Информационные технологии проектирования авиационных двигателей и энергетических установок
2	способностью разрабатывать	ПК-4	базовый	Численное

	физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности		(третий этап формирования)	моделирование реальных течений
3	способностью разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности	ПК-4	базовый (третий этап формирования)	Вычислительная гидрогазодинамика течений в лопаточных машинах
4	способностью разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности	ПК-4	базовый (четвертый этап формирования)	Моделирование, регулирование и мониторинг авиационных двигателей
5	способностью разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности	ПК-4	базовый (четвертый этап формирования)	Испытания, обеспечение надежности и сертификация авиационных ВРД
6	способностью разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности	ПК-4	Продвинутый (первый этап формирования)	Научно-исследовательская работа
7	способностью разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности	ПК-4	Продвинутый (второй этап формирования)	Государственная итоговая аттестация
8	способностью проводить технические расчеты по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектируемых изделий и конструкций	ПК-9	базовый (второй этап формирования)	Экономика научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ
9	способностью проводить технические расчеты по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектируемых изделий и конструкций	ПК-9	Продвинутый (первый этап формирования)	Научно-исследовательская работа
10	способностью проводить технические расчеты по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектируемых изделий и конструкций	ПК-9	Продвинутый (второй этап формирования)	Государственная итоговая 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 разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности	ПК-4	основные связи параметров и характеристик авиационных двигателей и энергоустановок	разрабатывать физические и математические модели процессов жизненного цикла авиационных двигателей и энергоустановок	принципами и методами организации и проведения моделирования процессов жизненного цикла авиационных двигателей и энергоустановок
2	способностью проводить технические расчеты по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектируемых изделий и конструкций	ПК-9	методики функционально-стоимостного анализа эффективности ВРД	оценивать стоимость жизненного цикла ВРД	моделированием и оптимизацией стоимости жизненного цикла ВРД

## Содержание и структура дисциплины (модуля)

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

Трудоемкость дисциплины по видам работ

Вид работы	Трудоемкость, час.
	1 семестр
Лекции (Л)	10
Практические занятия (ПЗ)	14
Лабораторные работы (ЛР)	12
КСР	4
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.)	95
Подготовка и сдача зачета (контроль)	9
Вид итогового контроля (зачет, экзамен)	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	Всего		
		Л	ПЗ	ЛР	КСР				
1	<p><b>Виды моделирования. Моделирование жизненного цикла авиационных ГТД на основе статистических и аналитических моделей.</b>                      Математические модели. Физические модели. Смешанные модели. Статистические модели. Аналитические модели. Методы моделирования при исследовании систем и процессов. Моделирование жизненного цикла авиационных ГТД на основе статистических и аналитических моделей.</p>	1	-	-	1	14	16	Р6.1 - № 2	лекция-визуализация, проблемное обучение, обучение на основе опыта
2	<p><b>Особенности имитационного моделирования.</b>                      Особенности имитационного моделирования. Метод статических испытаний и структура исследования систем с применением имитационного моделирования. Общие требования и правилам имитационного моделирования. Основные этапы имитационного моделирования. Структура имитационной модели жизненного цикла двигателя при оптимизации его ресурсных испытаний.</p>	1	-	-	1	14	16	Р6.1 - № 1, №2	лекция-визуализация, проблемное обучение, обучение на основе опыта
3	<p><b>Основные показатели и критерии эффективности жизненного цикла двигателей и энергоустановок.</b>                      Основные понятия эффективности. Собственные показатели и критерии эффективности испытаний двигателя. Несобственные показатели и критерии эффективности, характеризующие</p>	1	-	-	-	14	15	Р6.1 - № 2	лекция-визуализация, проблемное обучение, обучение на основе опыта

	<p>эксплуатационные издержки, эффективность капитальных вложений и удельные затраты. Несобственные показатели и критерии эффективности, характеризующие прибыль, рентабельность и затраты на эксплуатацию. Несобственные показатели и критерии эффективности, характеризующие годовой экономический эффект от повышения надежности и удельные затраты. Несобственные показатели и критерии эффективности, характеризующие прямые эксплуатационные расходы, амортизацию, надежность и полные затраты за время эксплуатации. Несобственные показатели и критерии эффективности, характеризующие исправление брака в эксплуатации и прибыль изготовителя.</p>								
4	<p><b>Опыт применения моделирования жизненного цикла при проектировании и доводке двигателей и энергоустановок.</b>  Применение моделирования при проектировании двигателей фирмой Пратт-Уитни. Применение моделирования при проектировании двигателя тактического истребителя ATAMS. Применение моделирования при оптимизации системы «самолет-двигатель». Проектирование двигателя применением модели DEVSIM. Применение модели двигателя при оптимизации его параметров на этапах проектирования и доводки.</p>	1	-	-	-	13	14	Р6.1 - № 2	лекция-визуализация, проблемное обучение, обучение на основе опыта
5	<p><b>Применение моделирования жизненного цикла при производстве и испытаниях двигателей и энергоустановок.</b>  Применение моделирования при оптимизации кратковременных и длительных испытаний</p>	2	-	8	-	13	23	Р 6.1 - № 1, № 2	лекция-визуализация, проблемное обучение, обучение на

	двигателя. Краткая характеристика двигателя и основные данные для оптимизации его длительных (периодических) испытаний. Имитационное моделирование производства двигателя. Имитационное моделирование расходования ресурса «критичных» элементов двигателя и моделирование периодических испытаний. Имитационное моделирование эксплуатации двигателя. Оптимизация параметров периодических испытаний двигателя. Сравнительная оценка эффективности серийной и опытной программ испытаний двигателя.								основе опыта
6	<b>Применение моделирования жизненного цикла при оптимизации эксплуатации двигателей и энергоустановок.</b> Особенности формирования имитационной модели процесса эксплуатации двигателя. Перечень задач, решаемых с применением имитационного моделирования процесса эксплуатации. Моделирование эксплуатационной повреждаемости двигателей. Применение имитационного моделирования для перспективного планирования в гражданской авиации.	2	-	4	-	13	19	Р 6.1 - № 1, № 2	лекция-визуализация, проблемное обучение, обучение на основе опыта
7	<b>Основы имитационного моделирования двигателей и энергоустановок в системе AnyLogic.</b> Общие понятия, сведения. Основные средства создания моделей. Эксперименты с моделью. Анимация модели. Графики и слайды в анимации. Доработка модели. Основные концепции.	2	14	-	2	14	32	Р6.1 - № 2 Р 6.2 - № 1, № 2	лекция-визуализация, проблемное обучение, обучение на основе опыта
	<b>Итого</b>	10	14	12	4	95	135		

Занятия, проводимые в интерактивной форме, составляют 100% от общего количества аудиторных часов по дисциплине "Моделирование процессов жизненного цикла двигателей и энергоустановок".

## Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	5	Моделирование качества производства «критичных» элементов двигателя	4
2	5	Моделирование процессов расходования ресурса двигателя	4
3	6	Моделирование эксплуатации двигателя	4

## Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	7	Модель двигателя на AnyLogic. Режим выполнения модели.	2
2	7	Работа с окнами. Доработка модели.	2
3	7	Основные показатели и критерии эффективности.	2
4,5	7	Средства AnyLogic. Построение модели циклического процесса.	4
6,7	7	Ознакомление со средствами AnyLogic. Построение модели счетчика.	4

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

#### Основная литература

1\*. Сиротин Н.К., Марчуков Е.Ю., Сиротин А.Н., Агульник А.Б. Основы конструирования, производства и эксплуатации авиационных газотурбинных двигателей и энергетических установок в системе LALS Кн.3: Эксплуатация и надежность ГТД и ЭУ. - М.: Наука, 2012. - 616 с.

2. Гишваров, А. С. Моделирование процессов жизненного цикла авиационных двигателей и энергетических установок : [учебное пособие для студентов высших учебных заведений РФ, обучающихся по специальности 160301 "Авиационные двигатели и энергетические установки"] / А. С. Гишваров .— Уфа : УГАТУ, 2008 .— 276 с.

3. Гишваров, А. С. Оптимизация ресурсных испытаний технических систем имитационным моделированием в системе жизненного цикла / А. С. Гишваров ; Академия наук Республики Башкортостан, отделение технических наук .— Уфа : Гилем, 2003 .— 328 с.

\* издание находится на реализующей рабочую программу кафедре.

#### Дополнительная литература

1. Гишваров, А. С. Имитационное моделирование в системе ANYLOGIC. Изучение приемов работы / А. С. Гишваров, М. Н. Давыдов ; Уфимский государственный авиационный технический университет (УГАТУ), Кафедра авиационных двигателей .— Уфа : УГАТУ, 2008 .— 66 с.

2. Гишваров, А. С. Лабораторный практикум по дисциплине "Моделирование процессов жизненного цикла авиационных двигателей и энергетических установок" / А. С. Гишваров ; Уфимский государственный авиационный технический университет (УГАТУ), Кафедра авиационных двигателей. — Уфа : УГАТУ, 2008. — 66 с.

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

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

- Операционная система Windows 7;
- Интегрированный пакет MicrosoftOffice 2007;
- Программное обеспечение "Статистика";
- Программное обеспечение CFХ.

### **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 с современными средствами демонстрации 2-501, 2-503, 2-507, 2-509.
- кафедральные лаборатории, обеспечивающие реализацию ОПОП ВО: 2-507, 2-510 с доступом к указанным программным средствам в сети Интернет.

Технические средства обучения:

1. Проектор.
2. Наборы слайдов (компьютерные презентации к лекциям).

### **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.