

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

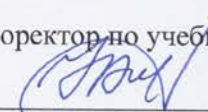
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

**«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра "Авиационные двигатели"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

 Зарипов Н.Г.

« 01 » сентября 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**«МОДЕЛИРОВАНИЕ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ  
И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК»**

Уровень подготовки: высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации

Направление подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации (аспирантура)

24.06.01 "Авиационная и ракетно-космическая техника"

(код и наименование направления подготовки)

Направленность подготовки

"Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов"

(наименование программы подготовки)

Квалификация (степень) выпускника

"Исследователь. Преподаватель-исследователь"

Форма обучения

очная

Уфа 2015

## Содержание

1. Место дисциплины в структуре образовательной программы	3
2. Перечень результатов обучения	4
3. Содержание и структура дисциплины (модуля)	8
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы	13
5. Фонд оценочных средств	14
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	17
7. Образовательные технологии	18
8. Методические указания по освоению дисциплины	18
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины	19
10. Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ	19
Лист согласования рабочей программы дисциплины	20
Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины	21

## 1. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина "Моделирование жизненного цикла авиационных двигателей и энергетических установок" является дисциплиной вариативной части.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации (аспирантура) 24.06.01 "Авиационная и ракетно-космическая техника", утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от "30" июля 2014 г. № 890 и приказа Министерства образования и науки Российской Федерации от 30.04.2015 N 464 "О внесении изменений в федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации)". Является неотъемлемой частью основной образовательной профессиональной программы (ОПОП).

**Целью освоения дисциплины** является формирование систематизированных знаний основ и приобретение опыта моделирования жизненного цикла авиационных двигателей (АД) и энергетических установок (ЭУ), включая этапы проектирования, доводки, производства и эксплуатации.

### **Задачи:**

- совершенствование знаний студента в области разработки современных АД и ЭУ с применением моделирования их жизненного цикла;
- изучение особенностей АД и моделирования жизненного цикла АД и ЭУ;
- формирование знаний по моделированию основных этапов жизненного цикла АД и ЭУ;
- формирование навыков моделирования жизненного цикла АД и ЭУ.

### **Входные компетенции:**

№	Компетенция	Код	Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции*	Название дисциплины (модуля), практики, научных исследований, сформировавших данную компетенцию
1.	Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе, в междисциплинарных областях	УК-1	Базовый уровень	Современные проблемы авиационного двигателестроения и энергетического машиностроения

## Исходящие компетенции:

№	Компетенция	Код	Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции	Название дисциплины (модуля), практики, научных исследований для которых данная компетенция является входной
1.	Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки;	УК-2,	Базовый уровень	Моделирование и оптимизация стоимости жизненного цикла двигателя
2.	Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках;	УК-4	Базовый уровень	Научно- исследовательская работа
3.	Готовность к использованию методов термодинамического моделирования авиационных ГТД и моделированию их жизненного цикла	ПК-1	Базовый уровень	Научно- исследовательская работа

## 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 проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки	УК-2	научную картину мироздания, динамику научно-технического развития в широком социокультурном контексте, о многообразии форм человеческого знания, о соотношении истины и заблуждения, знания и веры, рационального и	использовать методологии и методы научного исследования, а также логико-понятийный аппарат философии для анализа закономерностей бытия и познания окружающей действительности; анализировать особенности развития науки в различные эпохи и проводить их срав-	научной и философской терминологией; навыками работы с первоисточниками, их использования при написании реферата и подготовке к учебным занятиям;

			<p>иррационального в человеческой деятельности, об особенностях функционирования научного знания в современном обществе, о духовных ценностях, их значении в научном творчестве;</p> <p>роль науки в развитии цивилизации, соотношение науки и техники и связанные с ними современные социальные и этические проблемы, ценность научной рациональности и ее исторических типов, структуру, формы и методы научного познания, их эволюцию;</p> <p>смысл отношения человека к природе и возникающих в современную эпоху научно-технического развития противоречий;</p> <p>основные этапы исторического развития науки, естественнонаучные предпосылки важнейших философских концепций, историю и философию науки;</p> <p>общественные закономерности развития, социальную и политическую систему общества и тенденции их изменения</p>	<p>нение применять критический подход и оценку при анализе научных гипотез и предположений.</p>	
2	Готовность использовать современные мето-	УК-4	лексический минимум до 5500 лексических единиц с	осуществлять взаимосвязанные виды иноязычной	диалогической речью в ситуациях научного,

	<p>ды и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках</p>		<p>учетом вузовского минимума и потенциального словаря, включая примерно 500 терминов профилирующей специальности. Граматику (морфологические категории синтаксические единицы и структуры) в объеме, определенном программой, с учетом специфики лексико-грамматического оформления юридических документов и научных текстов по правовой тематике</p>	<p>профессионально ориентированной речевой деятельности в области исследования, в том числе: <i>в говорении:</i> уметь делать резюме, сообщения, доклад на иностранном языке; <i>в аудировании:</i> понимать на слух оригинальную монологическую и диалогическую речь по специальности, опираясь на изученный языковой материал, фоновые страноведческие и профессиональные знания, навыки языковой и контекстуальной догадки, воспринимать специфику композиционной структуры научно-го/специального текста, уметь оценить содержание аудиотекста с точки зрения степени системных связей между фактами и явлениями, аргументированности и важности информации с определенных научных позиций/ в аспекте научных и профессионально-корпоративных интересов; <i>в чтении:</i> свободно читать, понимать и использовать в своей научной работе оригинальную науч-</p>	<p>профессионального и бытового общения в пределах изученного языкового материала и в соответствии с избранной специализацией; подготовленной, а также неподготовленной монологической речью, письменной речью в пределах изученного языкового материала, в частности уметь составить план (конспект) прочитанного, изложить содержание прочитанного в форме резюме, подготовить в письменной форме сообщение или доклад по проблематике научного исследования, с четкой композиционной структурой в соответствии с лексико-грамматическими и стилистическими и нормами изучаемого языка; и контекстуальной догадки, воспринимать специфику композиционной структуры научного / специального текста, уметь оценить содержание</p>
--	---	--	--	--	---

				<p>ную литературу по специальности, опираясь на изученный языковой материал, фоновые страноведческие и профессиональные знания и навыки языковой и контекстуальной догадки, владеть всеми видами чтения (изучающее, ознакомительное, поисковое и просмотровое);</p> <p><i>в письме:</i> уметь составлять документы, отчеты; вести научную переписку; составлять заявку на участие в научной конференции, зарубежной стажировке, получение гранта;</p> <p><i>в переводе:</i> уметь оформлять извлеченную из иностранных источников информацию в виде полного и реферативного перевода, резюме в соответствии с нормами и узусом, типологией текстов на языке перевода; уметь осуществлять письменный перевод научного/специального текста с иностранного на русский язык в пределах, определенных программой; уметь пользоваться словарями, справочниками, и другими источниками дополнительной информации</p>	
3	Готовность к ис-	ПК-1	Методов термога-	Выполнять термо-	моделирования

	пользованию методов термогазодинамического моделирования авиационных ГТД и моделированию их жизненного цикла		зодинамического моделирования авиационных ГТД и методов моделирования жизненного цикла авиационных ГТД и энергетических установок	газодинамическое моделирование авиационных ГТД	жизненного цикла авиационных ГТД и энергетических установок
--	--	--	---	--	---

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц (252 часа).

#### Трудоемкость дисциплины по видам работ

Вид работы	Трудоемкость, час.	
	3 семестр	4 семестр
Лекции (Л)	6	4
Практические занятия (ПЗ)	8	6
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
КСР	-	-
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.)	85	98
Подготовка и сдача экзамена	-	36
Подготовка и сдача зачета	9	-
Вид итогового контроля (зачет, экзамен)	зачет	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>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>	2	-	-	-	12	14	Р 6.1 - № 2	<p><b>проблемная лекция</b> (стимулирует творчество, проводится с подготовленной аудиторией, создается ситуация интеллектуального затруднения, проблемы),  <b>лекция-визуализация</b> (передача информации посредством схем, таблиц, рисунков, видеоматериалов, проводится по ключевым темам с комментариями)</p>
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>	2	-	-	-	12	14	Р 6.1 - № 1, №2	<p><b>лекция-визуализация</b> (передача информации посредством схем, таблиц, рисунков, видеоматериалов, проводится по ключевым темам с комментариями)</p>

3	<p><b>Основные показатели и критерии эффективности жизненного цикла двигателей и энергоустановок.</b></p> <p>Основные понятия эффективности. Собственные показатели и критерии эффективности испытаний двигателя. Несобственные показатели и критерии эффективности, характеризующие 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>	2	-	-	-	14	16	Р 6.1 - № 2	<p><b>проблемная лекция</b> (стимулирует творчество, проводится с подготовленной аудиторией, создается ситуация интеллектуального затруднения, проблемы)</p>
4	<p><b>Опыт применения моделирования жизненного цикла при проектировании и доводке двигателей и энергоустановок.</b></p> <p>Применение моделирования при проектировании двигателей фирмой Пратт-Уитни. Применение моделирования при проектировании двигателя тактического истребителя АТАМС. 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>	2	-	-	-	16	18	Р 6.1 - № 2	<p><b>лекция-визуализация</b> (передача информации посредством схем, таблиц, рисунков, видеоматериалов, проводится по ключевым темам с комментариями)</p>

5	<p><b>Применение моделирования жизненного цикла при производстве и испытаниях двигателей и энергоустановок.</b>          Применение моделирования при оптимизации кратковременных и длительных испытаний 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.</p>	1	-	-	-	12	13	Р 6.1 - № 1, № 2	<p><b>проблемная лекция</b> (стимулирует творчество, проводится с подготовленной аудиторией, создается ситуация интеллектуального затруднения, проблемы)</p>
6	<p><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.</p>	1	-	-	-	12	13	Р 6.1 - № 1, № 2	<p>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</p>

									знанием и его применением)
7	<p><b>Освоение методологии имитационного моделирования двигателей и энергоустановок в системе Anylogic и решение прикладных задач.</b></p> <p>Общие понятия, сведения. Основные средства создания моделей. Эксперименты с моделью. Анимация модели. Графики и слайды в анимации. Доработка модели. Основные концепции. Решение прикладных задач.</p>		14	-	-	105	119	Р 6.1 - № 2 Р 6.2 - № 1, № 2	<p>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)</p>

## Практические занятия

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1-2	7	Освоение программного обеспечения по имитационному моделированию в системе Anylogic.	4
3	7	Построение структуры имитационной модели жизненного цикла двигателя "производство - испытания - эксплуатация"	4
4-6	7	Моделирование качества производства "критичных" элементов АД и ЭУ.	2
7	7	Моделирование процессов расходования ресурса АД.	2
8	7	Моделирование эксплуатации двигателя.	2
		Всего:	14

### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

№ раздела	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Творческие и расчетные задания
1	Созданные ранее научные основы по повышению эффективности процессов проектирования, производства и эксплуатации авиационных двигателей и энергетических установок.	Написание реферата на заданную тему
2	Типовые методики оценки затрат на проектирование, доводку и производство, эксплуатацию и ремонт авиационных двигателей и энергетических установок.	Провести сравнительный анализ методик оценки по точности моделирования затрат при имитационном моделировании
3	Созданные ранее методы учета эксплуатации двигателей при моделировании жизненного цикла и проведении расчетов на надежность и ресурс.	Предложить свои рекомендации по повышению эффективности моделирования жизненного цикла Д и ЭУ

## 5. Фонд оценочных средств

Оценка уровня освоения дисциплины осуществляется в виде текущего и промежуточного контроля успеваемости аспирантов университета, и на основе критериев оценки уровня освоения дисциплины.

Контроль представляет собой набор заданий и проводится в форме контрольных мероприятий по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине и пр.);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Активность обучающегося на занятиях оценивается на основе выполненных работ и заданий, предусмотренных ФОС дисциплины.

Оценивание проводится преподавателем независимо от наличия или отсутствия обучающегося (по уважительной или неуважительной причине) на занятии. Оценка носит комплексный характер и учитывает достижения обучающегося по основным компонентам учебного процесса за текущий период.

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции	Наименование оценочного средства*
1	Стратегия России по развитию авиадвигателестроения на период до 2030 года	УК-2	Базовый уровень	Р
2	Методики расчета стоимости основных этапов жизненного цикла авиационных Д и ЭУ	УК-2	Базовый уровень	Т
		ПК-1	Базовый уровень	Т
3	Основные принципы и методы моделирования основных этапов жизненного цикла авиационных Д и ЭУ	ПК-1	Базовый уровень	Т
4	Нормативные и методические документы в области моделирования жизненного цикла авиационных Д и ЭУ	УК-4	Базовый уровень	Т
		ПК-1	Базовый уровень	Т
5	Методы снижения стоимости основных этапов жизненного цикла авиационных Д и ЭУ	УК-2	Базовый уровень	Т

6	Решение прикладных задач по моделированию жизненного цикла авиационных двигателей и энергетических установок	ПК-1	Базовый уровень	Р,Т,КА
---	--	------	-----------------	--------

\* Планируемые формы контроля: защита лабораторной работы (ЗЛР), курсовой работы (КР), расчетно-графической работы (РГР), домашнего задания (ДЗ) написание реферата (Р), эссе (Э), тестирование, ответы на вопросы (Т), кейс-анализ (КА) и т.д.

Если имеется свидетельство о государственной или общественной регистрации форм оценочных средств, то следует указать его реквизиты.

Оценка уровня освоения дисциплины осуществляется комплексно с использованием любых из нижеприведенных способов и оценочных средств, учитывая необходимость проверки сформированности вышеуказанных компетенций в части теоретической основы дисциплины и приобретения практических навыков решения задач в сфере энергоиспользования и энергосбережения.

### Вопросы к зачету

1. Моделирование жизненного цикла АД и ЭУ на основе статистических и аналитических моделей.
2. Особенности имитационного моделирования.
3. Метод статистических испытаний и структура исследования систем с применением имитационного моделирования.
4. Общие требования и правила имитационного моделирования.
5. Основные принципы имитационного моделирования.
6. Основные этапы имитационного моделирования.
7. Структура имитационной модели жизненного цикла двигателя при оптимизации его ресурсных испытаний.
8. Основные показатели и критерии эффективности.
9. Основные понятия эффективности.
10. Собственные показатели и критерии эффективности испытаний двигателя.
11. Несобственные показатели и критерии эффективности, характеризующие прибыль, рентабельность и затраты на эксплуатацию.
12. Несобственные показатели и критерии эффективности, характеризующие годовой экономический эффект от повышения надежности и удельные затраты.
13. Несобственные показатели и критерии эффективности, характеризующие прямые эксплуатационные расходы, амортизацию, надежность и полные затраты за время эксплуатации.
14. Несобственные показатели и критерии эффективности, характеризующие исправление брака в эксплуатации и прибыль изготовителя.
15. Применение моделирования при проектировании двигателей фирмой Пратт-Уитни.
16. Критерии оценки эффективности проекта двигателя.
17. Методология технико-экономического исследования двигателя.
18. Влияние показателей эксплуатационных свойств на стоимость жизненного цикла двигателя.
19. Влияние на стоимость жизненного цикла системы показателей надежности двигателя.

### Критерии оценки:

1. Оценка «зачтено» предполагает:  
Хорошее знание основных терминов и понятий курса;  
Хорошее знание и владение методами и средствами решения задач;  
Последовательное изложение материала курса;

Умение формулировать некоторые обобщения по теме вопросов;  
Достаточно полные ответы на вопросы при сдаче зачета;  
Умение использовать фундаментальные понятия из базовых естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин при ответе на зачете.

2. Оценка **«не зачтено»** предполагает:

Неудовлетворительное знание основных терминов и понятий курса;  
Неумение решать задачи;  
Отсутствие логики и последовательности в изложении материала курса;  
Неумение формулировать отдельные выводы и обобщения по теме вопросов;  
Неумение использовать фундаментальные понятия из базовых естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин при ответах на зачете.

### **Вопросы к экзамену**

1. Применение моделирования при проектировании двигателя тактического истребителя.
2. Модель стоимости жизненного цикла двигателя.
3. Анализ различных подходов к разработке двигателя.
4. Применение моделирования при оптимизации системы "самолет-двигатель".
5. Модель стоимости жизненного цикла самолета и двигателя.
6. Исследование двигателя с применением модели стоимости его жизненного цикла.
7. Проектирование двигателя с применением имитационной модели.
8. Описание имитационной модели.
9. Анализ результатов, полученных с применением имитационной модели.
10. Применение имитационной модели двигателя при оптимизации его параметров на этапах проектирования и доводки.
11. Описание имитационной модели двигателя.
12. Применение модели двигателя при оптимизации его параметров на этапе доводки.
13. Применение моделирования при оптимизации кратковременных и длительных испытаний двигателя.
14. Краткая характеристика двигателя и основные данные для оптимизации его длительных (периодических) испытаний.
15. Имитационное моделирование производства двигателя.
16. Имитационное моделирование расходования ресурса "критичных" элементов двигателя и моделирование периодических испытаний.
17. Имитационное моделирование эксплуатации двигателя.
18. Оптимизация параметров периодических испытаний двигателя.
19. Применение имитационного моделирования при оптимизации эксплуатации двигателей.
20. Формирование имитационной модели процесса эксплуатации двигателя.
21. Моделирование эксплуатационной повреждаемости двигателей.

### **Критерии оценки:**

1. Оценка **«отлично»** выставляется студенту, если он правильно ответил на 3 вопроса;
- оценка **«хорошо»** , если он правильно ответил на 2 вопроса;
- оценка **«удовлетворительно»** , если он правильно ответил на 1 вопрос;
- оценка **«неудовлетворительно»** , если он не ответил ни на один вопрос.



## Типовые оценочные материалы

### 1. Кейс-задача

Раздел (тема) дисциплины: "Моделирование основных этапов жизненного цикла авиационного двигателя".

**Задание 1:** тема дисциплины "Имитационное моделирование этапов производства и эксплуатации двигателя"

- Построение укрупненной структуры имитационной модели, реализующей этапы жизненного цикла вида «производство - испытания - эксплуатация»;
- Формирование модели производства, имитирующей качество изготовления «критичных» элементов двигателя;
- Формирование модели эксплуатации двигателя;
- Имитационное моделирование и анализ повреждаемости «критичных» элементов двигателя при заданном эксплуатационном цикле нагружения.

**Задание 2:** тема дисциплины "Моделирование процессов расходования ресурса двигателя"

- Расчетная оценка расходуемого ресурса рабочей лопатки турбины;
- Расчетная оценка расходуемого ресурса радиально-упорного подшипника ротора двигателя;
- Построение в среде имитационного моделирования модели расходования ресурса лопатки и подшипника двигателя;
- Оценка минимального и максимального значений выработанного ресурса двигателя.

#### Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если правильно решены 2 из 3 задач по исходным данным, представленным преподавателем;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если правильно решены менее 2 задач по исходным данным, представленным преподавателем.

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

### 6.1 Основная литература

1. Гишваров А.С. Моделирование процессов жизненного цикла авиационных двигателей и энергетических установок: учебное пособие с грифом УМО. - Уфа: УГАТУ, 2008. - 276с.
2. Гишваров А.С. Оптимизация ресурсных испытаний технических систем имитационным моделированием в системе жизненного цикла. - Уфа: Гилем, 2003. - 328с.

### 6.2 Дополнительная литература

1. Гишваров А.С., Давыдов М.Н. Имитационное моделирование в системе Anylogic. - Уфа:2008. - 68с.
2. Гишваров А.С. Практикум по дисциплине "Моделирование процессов жизненного цикла авиационных двигателей и энергетических установок". - Уфа: УГАТУ, 2008. - 66 с.

### 6.3. 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;
- Программное обеспечение "Статистика";
- Программное обеспечение EXEL;
- Программное обеспечение CFХ.

## 7. Образовательные технологии

Для достижения наиболее эффективных результатов освоения дисциплины при реализации различных видов учебной работы применяются информационные технологии (использование компьютерных тестирующих средств оценки уровня знаний обучаемых, использование мультимедийного сопровождения лекций, электронных мультимедийных учебных пособий и др.) и 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. Дистанционные образовательные технологии используются на этапах формирования индивидуальных заданий, консультирования и проверки их выполнения, подготовки научных публикаций по результатам выполнения индивидуальных заданий и для иных форм индивидуальной работы со студентами, так как эти задания могут являться отдельными частями ВКР магистра. При этом используются имеющиеся в университете системы MirapolisLMS (система дистанционного обучения) и Mirapolis-VirtualRoom, обеспечивающие освоение обучающимися дисциплины в полном объеме независимо от их места нахождения, а также способы доступа к информации в электронной информационно-образовательной среде организации.

№	Наименование	Доступ, количество одновременных пользователей	Реквизиты договоров с правообладателями
<b>Ресурса</b>			
1	СПС «Консультант Плюс»	По сети УГАТУ, без ограничения	Договор 1392/0403-14 от 10.12.14
<b>Программного продукта</b>			
1	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса	500 компьютеров	Лицензия 13С8-140128-132040

## 8. Методические указания по освоению дисциплины

Методические указания должны раскрывать рекомендуемый режим и характер учебной работы по изучению теоретического курса (или его раздела/части), практических и/или семинарских занятий, лабораторных работ (практикумов), и практическому применению изученного материала, по выполнению заданий для самостоятельной работы, по использованию информационных технологий и т.д.

Содержание методических указаний должно включать:

- описание последовательности действий студента или «сценарий изучения дисциплины»;
- рекомендации по работе с литературой;
- примеры решения типовых задач;
- разъяснения по выполнению домашних заданий и т.д.

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

- компьютерные классы в ауд. 2-507 и 2-510 с доступом к указанным программным средствам и к сети Интернет;

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

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

ЛИСТ

согласования рабочей программы

Направление подготовки: 24.06.01 "Авиационная и ракетно-космическая техника"  
код и наименование

Направленность подготовки (программа): Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов  
наименование

Дисциплина: Моделирование жизненного цикла авиационных двигателей и энергетических установок

Учебный год 2015/2016

РЕКОМЕНДОВАНА заседанием кафедры авиационных двигателей  
наименование кафедры

протокол № 3 от "01" 11 2015 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Гишваров А.С.  
подпись расшифровка подписи

Исполнители:  
профессор кафедры АД \_\_\_\_\_ Гишваров А.С.  
должность подпись расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой<sup>1</sup> АТиГ \_\_\_\_\_ Бакиров Ф.Г.  
наименование кафедры личная подпись расшифровка подписи дата 28-05-15

Председатель НМС по УГСН 240000 \_\_\_\_\_ Ахмедзянов Д.А.  
протокол № 2 от "01" ноября 2015 г.  
личная подпись расшифровка подписи

Библиотека \_\_\_\_\_ С.Ф. Мустафина  
личная подпись расшифровка подписи дата

Начальник отдела аспирантуры \_\_\_\_\_ Фаттахов Р.К.  
личная подпись расшифровка подписи дата

Рабочая программа зарегистрирована в ООПМА и внесена в электронную базу данных  
Начальник \_\_\_\_\_ Лакман И.А.  
личная подпись расшифровка подписи дата

<sup>1</sup> Согласование осуществляется с выпускающими кафедрами (для рабочих программ, подготовленных на кафедрах, обеспечивающих подготовку для других направлений и специальностей)

**Дополнения и изменения в рабочей программе учебной дисциплины  
на 20\_\_/20\_\_ уч. год**

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета (директор института, филиала)

\_\_\_\_\_ ФИО

(подпись)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

В рабочую программу по дисциплине \_\_\_\_\_

для направления \_\_\_\_\_

направленность (программа) \_\_\_\_\_

вносятся следующие изменения:

1) .....

2) .....

ПЕРЕСМОТРЕНА на заседании кафедры \_\_\_\_\_

наименование кафедры

протокол № \_\_\_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 2015 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

подпись

расшифровка подписи

Научный руководитель магистерской программы<sup>1</sup> \_\_\_\_\_

подпись

расшифровка подписи

ОДОБРЕНА на заседании НМС по УГСН \_\_\_\_\_

протокол № \_\_\_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Председатель \_\_\_\_\_

личная подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой<sup>2</sup>

\_\_\_\_\_

наименование кафедры

личная подпись

расшифровка подписи

дата

Библиотека<sup>3</sup> \_\_\_\_\_

личная подпись

расшифровка подписи

дата

Дополнения и изменения внесены в базу данных рабочих программ дисциплин

Начальник ООПМА \_\_\_\_\_

личная подпись

расшифровка подписи

дата

<sup>1</sup> Только направлений подготовки магистров

<sup>2</sup> Согласование осуществляется с выпускающими кафедрами (для рабочих программ, подготовленных на кафедрах, обеспечивающих подготовку для других направлений подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации)

<sup>3</sup> Только при внесении изменений в список литературы