

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Казанский национальный исследовательский технический университет**  
**им. А.Н. Туполева-КАИ»**

**Институт авиации, наземного транспорта и энергетики**  
**Кафедра Реактивных двигателей и энергетических установок**

Регистрационный номер **1130/с- 46**

**АННОТАЦИЯ**  
**к рабочей программе**  
**дисциплины (модуля)**

**"Конструкция и проектирование ракетных двигателей"**

Индекс по учебному плану: **Б1.В.ДВ.02.02**

Направление подготовки: **24.03.05 «Двигатели летательных аппаратов»**

Квалификация: **бакалавр**

Профиль подготовки: **«Авиационные двигатели и энергетические установки»**

Вид профессиональной деятельности: **проектно-конструкторская**

Разработал: **доцент кафедры РДЭУ к.т.н. А.И. Глазунов**

Казань 2017

## **РАЗДЕЛ 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).**

### **1.1 Цель преподавания учебной дисциплины (модуля).**

Целью изучения дисциплины «Конструкция и проектирование ракетных двигателей» является:

- ознакомление студентов с концептуальными основами проектирования основных элементов конструкции ракетных двигателей, как современной отрасли науки об уникальных энергосистемах;
- формирование технического и технологического мировоззрения на основе знания особенностей сложных технических систем;
- приобретение навыков конструкционных и проектных работ.

В процессе освоения данной дисциплины обучающийся формирует и демонстрирует следующие профессиональные компетенции:

- общие методы проектирования, как составная часть основ конструирования;
- принципы оптимального проектирования сложных технических систем и подсистем;
- основные методы проектирования;
- современные достижения в области реактивных двигателей.

### **1.2 Задачи учебной дисциплины (модуля).**

**Задачей** освоения программы дисциплины «Конструкция и проектирование ракетных двигателей» является приобретение студентом компетенций соответствующих проектно-конструкторской деятельности выпускника:

- изучение основ конструирования, знакомство с конструкцией различных энергоустановок;
- формирование представлений о функционировании систем и подсистем сложных устройств;
- изучение взаимосвязей между отдельными системами и элементами конструкции;
- знание нормативных документов (норм, государственных и отраслевых стандартов).

### 1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре ОП ВО.

Дисциплина «Конструкция и проектирование ракетных двигателей» входит в учебный план, как одна из профилирующих в основной образовательной программе подготовки по направлению 24.03.05 «Двигатели летательных аппаратов», профиль "Авиационные двигатели и энергетические установки".

### 1.4 Объем учебной дисциплины (модуля) (с указанием трудоемкости всех видов учебной работы).

Таблица № 1

Объем дисциплины (модуля) для очной формы обучения

Виды учебной работы	Общая трудоемкость		Семестр:			
	в ЗЕ	в час	7		8	
			в ЗЕ	в час	в ЗЕ	в час
<b>Общая трудоемкость дисциплины (модуля)</b>	<b>10</b>	<b>360</b>	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Аудиторные занятия</b>	<b>3,5</b>	<b>126</b>	<b>2,5</b>	<b>90</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Лекции	1,5	54	1	36	0,5	18
Лабораторные работы	1	36	1	36	-	-
Практические занятия	1	36	0,5	18	0,5	18
<b>Самостоятельная работа студента</b>	<b>6,5</b>	<b>234</b>	<b>3,5</b>	<b>126</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
Проработка учебного материала	2,5	90	2,5	90	-	-
Курсовой проект	2	72	-	-	2	72
Курсовая работа	-	-	-	-	-	-
Подготовка к промежуточной аттестации	2	72	1	36	1	36
Промежуточная аттестация:			экзамен		экзамен	

## 1.5 Планируемые результаты обучения

Таблица № 2

### Формируемые компетенции

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)	Уровни освоения составляющих компетенций		
	Пороговый	Продвинутый	Превосходный
<b>ОПК-2</b> <i>Готовность принимать участие в разработке эскизных, технических и рабочих проектов изделий и технологических процессов</i>			
<b>Знать</b> этапы разработки конструкции двигателя на всем жизненном цикле и конструкторскую документацию на проектируемый двигатель.	<p>Знать посредственно</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• автоматизированные средства проектирования,</li> <li>• виды проектов,</li> <li>• уровень разработок ракетно-космической техники (РКТ)</li> </ul>	<p>Знать</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• автоматизированные средства проектирования,</li> <li>• виды проектов,</li> <li>• уровень разработок ракетно-космической техники (РКТ),</li> <li>• содержание видов проектных этапов, сроки исполнения, конструкторские документы на все виды проектирования,</li> <li>• основные требования по форме и содержанию конструкторской документации</li> </ul>	<p>Знать</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• автоматизированные средства проектирования,</li> <li>• виды проектов,</li> <li>• уровень разработок ракетно-космической техники (РКТ),</li> <li>• содержание видов проектных этапов, сроки исполнения, конструкторские документы на все виды проектирования,</li> <li>• основные требования по форме и содержанию конструкторской документации,</li> <li>• современный уровень технических средств автоматизированного проектирования,</li> <li>• возможности программных комплексов и конкурирующие параметры передовой технической отрасли, каковой является РКТ</li> </ul>
<b>Уметь</b> пользоваться компьютерными средствами при проектировании элементов конструкции двигателя на жидком топливе.	<p>Уметь посредственно</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• применять соответствующие средства автоматизированного проектирования,</li> <li>• заимствовать передовой опыт разработок изделий</li> </ul>	<p>Уметь</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• применять соответствующие средства автоматизированного проектирования,</li> <li>• заимствовать передовой опыт разработок изделий,</li> <li>• обосновывать основные проектные параметры на всех этапах разработки сложных изделий,</li> <li>• давать обоснование техническим положениям как по проектированию, так и по технологии производства</li> </ul>	<p>Уметь</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• применять соответствующие средства автоматизированного проектирования,</li> <li>• заимствовать передовой опыт разработок изделий,</li> <li>• обосновывать основные проектные параметры на всех этапах разработки сложных изделий,</li> <li>• давать обоснование техническим положениям как по проектированию, так и по технологии,</li> <li>• доказывать, анализировать, оптимизировать как отдельные этапы проектирования, так и разработку основных видов проектов в целом</li> </ul>

<p><b>Владеть</b> навыками работы со стандартными средствами автоматизированного проектирования и конструирования двигателя на жидком топливе.</p>	<p>Владеть посредственно</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• практическими навыками работы с прикладными графическими и математическими пакетами,</li> <li>• средствами ведения проектных работ и исполнения конструкторской документации</li> </ul>	<p>Владеть</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• практическими навыками работы с прикладными графическими и математическими пакетами,</li> <li>• средствами ведения проектных работ и исполнения конструкторской документации,</li> <li>• навыками ведения проектных работ всех уровней,</li> <li>• нормативными данными по единой системе конструкторской документации (ЕСКД)</li> </ul>	<p>Владеть</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• практическими навыками работы с прикладными графическими и математическими пакетами,</li> <li>• средствами ведения проектных работ и исполнения конструкторской документации,</li> <li>• навыками ведения проектных работ всех уровней,</li> <li>• нормативными данными по единой системе конструкторской документации (ЕСКД),</li> <li>• современным уровнем ведения этапов проектирования, сохраняя конкурентоспособность на всех этапах конструирования опыт передовых технологий в проектировании</li> </ul>
<p><b>ПК-1</b> <i>Способность принимать участие в работах по расчету и конструированию отдельных деталей и узлов двигателей летательных аппаратов в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования</i></p>			
<p><b>Знать</b> методы расчёта и основ конструирования отдельных деталей и узлов ДЛА с использованием стандартных средств проектирования</p>	<p>Знать основы расчета прочности и устойчивости элементов конструкции ДЛА в соответствие с ТЗ и с применением стандартных средств автоматизации проектирования</p>	<p>Знать</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• известные методы расчета прочности и устойчивости элементов конструкции ДЛА в соответствие с ТЗ и с применением стандартных средств автоматизации проектирования</li> <li>• применяемых материалов и их технологических особенностей</li> <li>• нормы проектирования</li> </ul>	<p>Знать</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• различные методы расчета прочности и устойчивости элементов конструкции ДЛА</li> <li>• физико-механические свойства материалов</li> <li>• нормы проектирования оболочек элементов ДЛА для простых и сложных нагружений</li> </ul>
<p><b>Уметь</b> составлять расчётные модели нагружения деталей и узлов ДЛА с привлечением стандартных средств автоматизации проектирования</p>	<p>Уметь составлять расчётные методики оценки прочности и устойчивости элементов конструкции ДЛА с применением стандартных средств автоматизации проектирования</p>	<p>Уметь делать оценки прочности и устойчивости корпусных оболочечных конструкций ДЛА с применением норм проектирования и в соответствие с ТЗ</p>	<p>Уметь работать с методами расчёта прочности и устойчивости оболочечных конструкций ДЛА для простых и сложных нагружений из высокопрочных материалов, подлежащих нормированию</p>
<p><b>Владеть</b> навыками применения стандартных средств автоматизации проектирования отдельных деталей и узлов ДЛА в соответствие с техническим заданием</p>	<p>Владеть навыками применения стандартных средств проектирования корпусных оболочек и силовых элементов ДЛА</p>	<p>Владеть</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками применения стандартных средств проектирования оболочек и силовых элементов ДЛА для оценки прочности и устойчивости</li> <li>• навыками выбора материалов</li> </ul>	<p>Владеть способностью вести расчёты и проектирование оболочек ДЛА в соответствие</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• с техническим заданием</li> <li>• с использованием норм и средств автоматизации</li> <li>• с рекомендуемыми высокопрочными сталями и сплавами для простых и сложных</li> </ul>

			нагружений
<b>ПК-2</b> <i>Способность разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы</i>			
<b>Знать</b> основы проектирования ракетных двигателей, его основных конструктивных элементов и основы разработки рабочей проектной и технической документации.	Посредственное знание основ проектирования основных конструктивных элементов жидкостных ракетных двигателей.	Знание основ проектирования основных конструктивных элементов жидкостных ракетных двигателей и основ разработки для них рабочей проектной и технической документации.	Знание основ проектирования жидкостных ракетных двигателей, его основных конструктивных элементов и основ разработки рабочей проектной и технической документации.
<b>Уметь</b> разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию и оформлять законченные проектно-конструкторские работы при проектировании жидкостных ракетных двигателей и его основных конструктивных элементов.	Посредственное умение разработки рабочей проектной и технической документации при проектировании основных конструктивных элементов жидкостных ракетных двигателей.	Уметь разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию при проектировании основных конструктивных элементов жидкостных ракетных двигателей.	Уметь разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию и оформлять законченные проектно-конструкторские работы при проектировании жидкостных ракетных двигателей и его основных конструктивных элементов.
<b>Владеть</b> навыками разработки рабочей проектной и технической документации и оформления законченных проектно-конструкторских работ при проектировании жидкостных ракетных двигателей и его основных конструктивных элементов.	Посредственное владение навыками разработки рабочей проектной и технической документации при проектировании основных конструктивных элементов жидкостных ракетных двигателей.	Владеть навыками разработки рабочей проектной и технической документации при проектировании основных конструктивных элементов жидкостных ракетных двигателей.	Владеть навыками разработки рабочей проектной и технической документации и оформления законченных проектно-конструкторских работ при проектировании жидкостных ракетных двигателей и его основных конструктивных элементов.
<b>ПК-4</b> <i>Способность составлять описание принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений</i>			
<b>Знать</b> порядок составления описаний принципов действия узлов и агрегатов и двигателя в целом.	Знать принципы действия основных устройств и узлов машконструкций и основы составления описаний технических решений	Знать <ul style="list-style-type: none"> <li>• принципы действия основных устройств и узлов машконструкций и основы составления описаний технических решений,</li> <li>• способы представления конструкторской документации на узлы и устройства,</li> <li>• параметры обоснования принятия решений по техническим проектам</li> </ul>	Знать <ul style="list-style-type: none"> <li>• принципы действия основных устройств и узлов машконструкций и основы составления описаний технических решений,</li> <li>• способы представления конструкторской документации на узлы и устройства,</li> <li>• параметры обоснования принятия решений по техническим проектам,</li> <li>• современные аналоги конструктивных устройств и агрегатов,</li> <li>• виды конструкторских документов, в которых приводятся описания принципов действия и обоснования принятых и спроектированных технических параметров и технических решений</li> </ul>

<p><b>Уметь</b> обосновать технические решения при проектировании основных и вспомогательных агрегатов.</p>	<p>Уметь</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• грамотно применять принципы оценки технических решений</li> <li>• распознавать логику устройства сложных технических систем</li> </ul>	<p>Уметь</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• грамотно применять принципы оценки технических решений,</li> <li>• распознавать логику устройства сложных технических систем,</li> <li>• правильно выстраивать техническую документацию по описанию принципов действия и конструктивного устройства технических образцов проектируемой техники</li> </ul>	<p>Уметь</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• грамотно применять принципы оценки технических решений,</li> <li>• распознавать логику устройства сложных технических систем,</li> <li>• правильно выстраивать техническую документацию по описанию принципов действия и конструктивного устройства технических образцов проектируемой техники</li> <li>• грамотно доказывать правильность технических решений при проектировании и далее при описании конструкции и принципа действия современных и проектируемых изделий, узлов, систем и подсистем</li> </ul>
<p><b>Владеть</b> методами оптимизации параметров.</p>	<p>Владеть</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками составления описания принципов действия и устройства узлов машконструкций,</li> <li>• навыками составления обоснованных решений</li> </ul>	<p>Владеть</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками составления описания принципов действия и устройства узлов машконструкций,</li> <li>• -навыками составления обоснованных решений,</li> <li>• средствами составления описания принципов действия,</li> <li>• основами конструкции машиностроительных узлов,</li> <li>• аргументами и нормами принятия технически грамотных решений</li> </ul>	<p>Владеть</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками составления описания принципов действия и устройства узлов машконструкций,</li> <li>• навыками составления обоснованных решений,</li> <li>• средствами составления описания принципов действия,</li> <li>• основами конструкции машиностроительных узлов,</li> <li>• аргументами и нормами принятия технически грамотных решений,</li> <li>• навыками работы на современной технике составления описания конструкции и принципов действия современных аналогов и разрабатываемых агрегатов и узлов,</li> <li>• современными критериями технической эффективности разрабатываемых технических проблем</li> </ul>

Компетенции, получаемые студентами при изучении дисциплины Б1.В.ДВ.02.01 «Конструкция и проектирование ракетных двигателей», могут быть использованы при выполнении бакалаврской работы.

## РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И ТЕХНОЛОГИЯ ЕЕ ОСВОЕНИЯ

### 2.1 Структура дисциплины (модуля), ее трудоемкость

Общая трудоемкость дисциплины «Конструкция и проектирование ракетных двигателей» составляет 10 З.Е. (ФГОС-3+).

Объем часов учебной работы по формам обучения, по видам занятий и по самостоятельной работе студента представлен в таблице в соответствии с учебным рабочим планом:

Таблица № 3

Распределение фонда времени по видам занятий

	Наименование раздела и темы	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах/интерактивные часы)				Коды составляющих компетенций	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств)
			лекции	лаб. раб.	пр. зан	сам. раб.		
<b>Раздел 1. Основные сведения о ракетных двигателях.</b>								
1.	Тема 1.1. Типы ракетных двигателей.	16	4	4		8	ПК-4.3 ПК-4.У	Контроль отчетов по лаб. и практ. занятиям
2.	Тема 1.2. Жидкие ракетные топлива.	16	4	4		8	ПК-4.3 ПК-4.У	Контроль отчетов по лаб. и практ. занятиям
3.	Тема 1.3. Принципиальные схемы двигательных установок.	16	4	4		8	ПК-4.3 ПК-4.У ПК-4.В	Контроль отчетов по лаб. и практ. занятиям
4.	Тема 1.4. Конструкция и проектирование камер сгорания.	24	4	4		12	ОПК-2.3 ОПК-2.У ОПК-2.В ПК-1.3 ПК-1.У ПК-1.В ПК-2.3 ПК-2.У ПК-2.В	Контроль отчетов по лаб. и практ. занятиям ФОС ТК-1
5.	Тема 1.5. Конструкция и проектирование сопла.	20	4	4	2	10	ОПК-2.3 ОПК-2.У ОПК-2.В ПК-1.3 ПК-1.У ПК-1.В ПК-2.3 ПК-2.У ПК-2.В	Контроль отчетов по лаб. и практ. занятиям
6.	Тема 1.6. Конструкция и проектирование форсуночного блока.	20	4	4	2	10	ПК-1.3 ПК-1.У ПК-1.В ПК-2.3 ПК-2.У ПК-2.В ПК-4.3 ПК-4.У ПК-4.В	Контроль отчетов по лаб. и практ. занятиям
7.	Тема 1.7. Охлаждение ЖРД.	28	4	4	6	14	ПК-1.3 ПК-1.У	Контроль отчетов по лаб.и практ. за-

							ПК-1.В ПК-2.3 ПК-2.У ПК-2.В	нениям ФОС ТК-2
8.	Тема 1.8. Запуск и останов ЖРД.	16	4	4		8	ОПК-2.3 ОПК-2.У ПК-1.3 ПК-1.У ПК-2.3 ПК-2.У ПК-4.3 ПК-4.У	Контроль отчетов по лаб. занятиям
9.	Тема 1.9. Конструкция и проектирование газогенератора.	24	4	4	4	12	ПК-1.3 ПК-1.У ПК-1.В ПК-2.3 ПК-2.У ПК-2.В	Контроль отчетов по лаб. и практ. занятиям
	Подготовка к промежуточной аттестации	36				36		ФОС ПА-1 Экзамен
	<b>Всего за семестр</b>	<b>216</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>126</b>		
<b>Раздел 2. ЖРДУ – сложная техническая система.</b>								
10.	Тема 2.1. Системы ЖРДУ.	8	4			4	ОПК-2.3 ПК-1.3 ПК-2.3 ПК-4.3	Контроль отчетов по практ. занятиям
11.	Тема 2.2. Топливные баки.	8	4			4	ОПК-2.3 ОПК-2.У ПК-1.3 ПК-1.У ПК-2.3 ПК-2.У	Контроль отчетов по практ. занятиям
12.	Тема 2.3. Конструкция и проектирование агрегатов управления ЖРДУ.	10	6			4	ОПК-2.3 ОПК-2.У ОПК-2.В ПК-1.3 ПК-1.У ПК-1.В ПК-2.3 ПК-2.У ПК-2.В ПК-4.3 ПК-4.У ПК-4.В	Контроль отчетов по практ. занятиям
13.	Тема 2.4. Выбор оптимальных параметров ЖРД.	10	4			6	ОПК-2.3 ОПК-2.У ОПК-2.В ПК-1.3 ПК-1.У ПК-1.В ПК-2.3 ПК-2.У ПК-2.В ПК-4.3 ПК-4.У ПК-4.В	Контроль отчетов по практ. занятиям
	Курсовой проект	72				72	ОПК-2.3 ОПК-2.У ОПК-2.В ПК-1.3	ФОС ПА-2 Зачет по курсовому проекту

							ПК-1.У ПК-1.В ПК-2.3 ПК-2.У ПК-2.В ПК-4.3 ПК-4.У ПК-4.В	
	Подготовка к промежуточной аттестации	36				36		ФОС ПА-3 Экзамен
	<b>Всего за семестр</b>	<b>144</b>	<b>18</b>		<b>18</b>	<b>108</b>		
	<b>Итого</b>	<b>360</b>	<b>54</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>234</b>		

\* 2/8 - Количество часов самостоятельной работы студента/количество часов самостоятельной работы студента по курсовому проекту.

### **Курсовое проектирование** проводится в 8-м семестре.

Перечень компетенций, которые должны быть освоены в ходе самостоятельной работы по выполнению курсового проекта под руководством преподавателя кафедры или научного сотрудника одной из лабораторий: ОПК-2.У, ОПК-2.В, ПК-1.3, ПК-1.У, ПК-1.В, ПК-2.3, ПК-2.У, ПК-4.3, ПК-4.У, ПК-4.В.

Курсовой проект по жидкостным двигателям является завершающей стадией в изучении специальных дисциплин.

Объем и содержание курсового проекта по ЖРДУ предполагает знания и навыки студента по естественнонаучным, общепрофессиональным и специальным дисциплинам. Студенту известны основополагающие учебно-методические и справочные источники литературы, включая необходимые для конструирования государственные, межгосударственные и отраслевые стандарты.

При выполнении курсового проекта студент отвечает за обоснованность проектных и конструкторских решений, за качество выполняемых расчетов и оформление конструкторской документации, а также за выполнение проекта в срок.

Перечень рекомендуемых тем курсового проектирования.

Темы курсовых проектов, которые часто выдаются студентам для выполнения:

- Проектирование двигателя на жидком топливе для 1-й ступени летательного аппарата.
- Проектирование жидкостного реактивного двигателя для 2-й ступени ЛА.
- Проектирование двигателя на жидком топливе для комбинированной двигательной установки.
- Проектирование энергетической установки для теплового воздействия на нефтеносный грунт.

Тематика курсовых проектов включает различные двигатели на жидком топливе. Это маршевые двигатели, различные энергоустановки, двигатели спе-

циального назначения, ускорители, вспомогательные двигатели на жидком топливе, стартовые двигатели жидкого топлива, двигатели для летающих мишеней, самолетные ускорители многократного применения, газогенераторы.

Проект содержит графическую и текстовую документацию. В качестве графической части студент представляет разработанную конструкцию двигательной установки, поперечный разрез камеры двигателя в сборе, конструкторский вариант типового агрегата и рабочие чертежи двух нестандартных сопрягаемых между собой деталей, относящихся к камере двигателя или к типовому агрегату. Специальной частью проекта является агрегат из технических систем ЖРД, который проектируется по прототипу. Общий объем графической части курсового проекта составляет 4-5 листов формата А1.

Текстовая документация курсового проекта представляется студентом в виде расчетно-пояснительной записки, содержащей задание на проект, необходимые расчеты и описание элементов конструкции и принципы работы двигательной установки. Проектные расчеты прочности основных силовых элементов конструкции двигателя и агрегата по специальной части курсового проекта. В пояснительную записку включаются необходимые схемы, графики, таблицы, спецификации на схемы и на сборочные чертежи. Записка оформляется на стандартных листах формата А4. Примерный объем пояснительной записки составляет 40-50 листов.

Консультации по курсовому проекту проводятся еженедельно по согласованию между студентом и руководителем в часы, свободные от аудиторных занятий. При выполнении курсового проекта студенту может быть рекомендована руководителем специальная литература, не входящая в нижеуказанный перечень.

Законченный курсовой проект, подписанный руководителем и студентом, представляется к защите в комиссии, которую утверждает заведующий кафедрой. Защита происходит по расписанию кафедры.

На самостоятельную работу студента над курсовым проектом по дисциплине «Конструкция и проектирование ракетных двигателей» учебным планом отводится 72 часа.

### **Литература к курсовому проектированию:**

1. Ермолаев В.М. Расчет и проектирование камер ДЛА : учебное пособие / В.М. Ермолаев.- Казань: Изд-во КАИ, 1983.- 67
2. Конструкция и проектирование двигателей летательных аппаратов: Метод. указания к курсовому проектированию / П.В. Семенихин, В.М. Ермолаев, А.И. Глазунов. Под ред. проф. А.Ф. Дрегалина.- Казань: Изд-во КАИ, 1992.- 28 с.

3. Проектирование двигателей летательных аппаратов. Учебное пособие / В.М. Ермолаев, Абрамов Ю.Н., Магсумов Т.М. и др. – Казань: КАИ, 1972. – 206 с.
4. Справочник АН СССР. В 10 т. Термодинамические и теплофизические свойства продуктов сгорания. – М: ВИНТИ, 1971-1979.
5. Шигапов А.Б. Проточное охлаждение двигателя на жидком топливе. Уч. пособие для курс. и дипломн. проектирования. Казань, КАИ. –1994, –46 с.
6. Справочные данные теплофизических свойств продуктов сгорания различных топлив, необходимых для расчета охлаждения. / Сост. Березанская Е.Л., Курпатенков В.Д., Надеждина Ю.Д. – М.: МАИ, – 1973, – Сб. № 1 – 44 с., Сб. № 2 – 35 с.
7. Основы теории расчета ЖРД. /Под ред. В. М. Кудрявцева. — 3-е изд., испр. и доп. — М.: Высш. школа, 1983. — 703 с.
8. Алемасов В.Е., Дрегалин А.Ф., Тишин А.П. Теория ракетных двигателей. /Учеб. пособие. / Под ред. Глушко В.П. — М.: Машиностроение, 1989. — 464 с.
9. Атлас конструкций ЖРД. Ч.1 /Сост. Г. Г. Гахун, И.Г. Алексеев, Е.Л Березанская и др. /Под ред. Г.Г. Гахуна — М. : Изд-во МАИ. 1969 — 67с.

### РАЗДЕЛ 3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И КРИТЕРИИ ОЦЕНОК ОСВОЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

#### 3.1 Оценочные средства для текущего контроля

##### Фонд оценочных средств текущего контроля

№ п/п	Наименование раздела (модуля)	Вид оценочных средств	Примечание
1.	Тема 1.1. Тема 1.2. Тема 1.3. Тема 1.4.	ФОС ТК-1	Отчеты о выполнении лаб. и практ. работ. Тест текущего контроля дисциплины
2.	Тема 1.5. Тема 1.6. Тема 1.7.	ФОС ТК-2	Отчеты о выполнении лаб. и практ. работ. Тест текущего контроля дисциплины
	Тема 1.1.- 1.9. <b>Аттестация 1</b>	ФОС ПА-1	Тесты промежуточного контроля. Экзамен.
3.	Курсовой проект	ФОС ПА-2	Зачет по курсовому проекту.
4.	Тема 2.1.- 2.4. <b>Аттестация 2</b>	ФОС ПА-3	Тесты промежуточного контроля. Экзамен.

##### Типовые оценочные средства для текущего контроля:

1. Основные конструкционные элементы, составляющие двигательную установку на жидком топливе.
  2. Принципиальное отличие ракетного двигателя от ракетной двигательной установки.
  3. Требования к двигательным установкам на жидком топливе.
- И т.д.

##### Типовые вопросы по самостоятельной работе студентов

1. Преимущества и недостатки вытеснительной системы топливоподачи.
  2. Предпочтительная область применения двигателей с вытеснительной системы подачи топлива.
  3. В чём преимущество ДУ с насосной подачей топлива?
  4. Особенности двигательной установки с дожиганием генераторного газа.
  5. Принципиальное отличие пневмогидросхемы ДУ от пирогидросхемы.
- И т.п.

### 3.2 Оценочные средства для промежуточного контроля.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации (ФОС ПА) является составной частью рабочей программы дисциплины "Конструкция и проектирование ракетных двигателей", разработан в виде отдельного документа, в соответствии с положением о ФОС ПА.

Первый этап – типовые (тестовые) задания:

- Основные конструкционные элементы камеры двигателя на жидком топливе.
- Изобразите конструкционную схему охлаждающего тракта камеры.
- Основные типы соединений в конструкции камеры двигателя.
- Принципы проектирования внутренней стенки камеры двигателя.

Второй этап – вопросы к комплексному заданию:

- ✓ Теоретические навыки:
  1. Схема проектирования камеры сгорания двигателя.
  2. Предпочтительные параметры при проектировании камеры сгорания двигателя.
  3. Влияние степени расширения по давлению на энергетические характеристики двигателя на жидком топливе.
  4. Т.п.
- ✓ Практические навыки – решение проектных и конструкторских задач.

Примеры типовых задач:

1. Выбор конструкционных материалов для камеры двигателя и обоснование этого выбора.
2. Особенности конструкции камеры двигателя для криогенных компонентов топлива.
3. Преимущества стабильных высококипящих топлив в конструкции ЖРДУ.
4. Нарисовать конструкционную схему камеры двигателя с реактивным соплом с угловой точкой.

### 3.3 Форма и организация промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

По итогам освоения дисциплины проведение промежуточной аттестации проводится в два этапа: **тестирование** и **письменный ответ**.

Первый этап проводится в виде тестирования. Тестирование ставит целью оценить пороговый уровень освоения обучающимися заданных результатов, а так же знаний и умений, предусмотренных компетенциями.

Для оценки превосходного и продвинутого уровня усвоения компетенций проводится второй этап в виде письменного ответа на контрольные вопросы и решение задач.

### 3.4 Критерии оценки промежуточной аттестации

#### Система оценки промежуточной аттестации

Описание оценки в требованиях к уровню и объему компетенций	Выражение в баллах	Словесное выражение
Освоен превосходный уровень усвоения компетенций	от 86 до 100	Отлично
Освоен продвинутый уровень усвоения компетенций	от 71 до 85	Хорошо
Освоен пороговый уровень усвоения компетенций	от 51 до 70	Удовлетворительно
Не освоен пороговый уровень усвоения компетенций	до 51	Неудовлетворительно

## РАЗДЕЛ 4. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

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

#### 4.1.1. Основная литература:

1. Добровольский М.В. Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования. Учебник, 2-е изд., перераб. и доп./Под ред Д.А. Ягодникова М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2016. - 456с.

#### 4.1.2. Дополнительная литература:

2. Г.Г. Гахун, В.И. Баулин, В.А. Володин и др. Конструкция и проектирование ЖРД. Учебник для студентов вузов по специальности "Авиационные двигатели и энергетические установки". / Под общей ред. Г.Г. Гахуна, М.: Машиностроение, 1989, - 424 с.
3. Козлов А.А., Новиков В.Н., Соловьев Е.В. Системы питания и управления жидкостных ракетных ДУ. М.: Машиностроение, 1988. – 352с.
4. Альбом конструкций ЖРД. Часть 3 /Под руков. акад. В.П. Глушко. – М.: МО СССР,1969. – 204с.
5. Альбом конструкций ЖРД. Часть 4 /Под руков. акад. В.П. Глушко. – М.: МО СССР,1972 - 210с.
6. Дорофеев А.А. Основы теории тепловых ракетных двигателей. Теория, расчёт и проектирование. 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. — 571 с.
7. Березанская Е.Л., Курпатенков В.Д. Шутов Н.В. Газогенераторы жидкостных ракетных двигателей. /Под ред. проф. В.Д. Курпатенкова. Учебное пособие. Изд-во МАИ, 1982, 56 с.
8. Шишков А.А., Румянцев Б.В. Газогенераторы ракетных систем. М. : Машиностроение, 1981. - 152 с.

#### Методическая литература к выполнению практических занятий:

1. Кудрявцев В.М., Дорофеев А.А. и др. Сборник вопросов и задач по основам теории и расчёта ракетных двигателей. Учебное пособие. — Е. Л. Березанская, В. А. Буркальцев, В. Т. Волков и др.; Под ред. В.М. Кудрявцева и А.А. Дорофеева. — М.: Изд-во ЦНИИИТИ КПК, 1995. — 228 с.
2. Дорофеев А.А. Основы теории тепловых ракетных двигателей. Теория, расчёт и проектирование. 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. — 571 с.
3. ЖРД РД-170 (11В521) и РД-171 (11Д520).  
<http://www/Lpre.de/energomach/RD-170/>

## **4.2. Информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **4.2.1. Основное информационное обеспечение**

1. Термодинамические и теплофизические свойства продуктов сгорания. Справочник. В 10-ти т. / Под ред. акад. В. П. Глушко. – М.: ВИНТИ, 1971 – 1979 гг.
2. Электронные ресурсы:  
<http://qorakniq.org/tehnika/>  
<http://www.seu.ru/cci/lib/books/tehdeyat/sessia2/03.html>  
<http://vestnikmach.bmstu.ru/articles/107/html/files/assets/basic-html/index.html#1>  
<http://militaryrussia.ru/blog/topic-671.html>

### **4.2.2. Дополнительное справочное обеспечение.**

3. Ягодников, Д.А. Ракетные двигательные установки. Термины и определения: учеб. пособие. [Электронный ресурс] / Д.А. Ягодников, Н.Я. Ирьянов. – Электрон. дан. – М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – 84 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/58406>
4. ГОСТ 9940 – 81 Трубы бесшовные горячедеформированные из коррозионно-стойкой стали. Технические условия.
5. ГОСТ 5632 – 72 Стали высоколегированные и сплавы коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки.

## **4.3. Кадровое обеспечение**

### **4.3.1. Базовое образование**

Базовое образование в предметной области «Ракетные двигатели» с дипломом инженера-механика по ДЛА; магистра со специализацией «Конструкция и проектирование ракетных двигателей».

### **4.3.2. Профессионально-предметная квалификация преподавателей**

Наличие научных и методических работ по направлению подготовки "Двигатели ЛА" и знание цикла предметов и владение современным уровнем информации о ДЛА.

### **4.3.3. Педагогическая (учебно-методическая) квалификация преподавателей**

Чтение лекций – доцент, как минимум – старший преподаватель, практика – ассистент и т.д.

## РАЗДЕЛ 5. ВНОСИМЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ И УТВЕРЖДЕНИЯ

### 5.1 Лист регистрации изменений, вносимых в рабочую программу дисциплины (модуля) «Конструкция и проектирование ракетных двигателей»

#### Лист регистрации изменений

№ п/п	№ страницы внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК ИАНТЭ
1	2	3	4	5	6
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					

## 5.2 Лист утверждения рабочей программы дисциплины (модуля) на учебный год

Рабочая программа дисциплины(модуля) **«Конструкция и проектирование ракетных двигателей»** утверждена на ведение учебного процесса в учебном году:

<b>Учебный год</b>	<b>«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину</b>	<b>«Согласовано» председатель УМК ИАНТЭ</b>
2016/2017		
2017/2018		
201_/201_		
201_/201_		
201_/20_		