

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

Институт (факультет) **Институт авиации, наземного транспорта и энергетики**  
(наименование института, в состав которого входит кафедра, ведущая дисциплину)  
Кафедра **Реактивных двигателей и энергетических установок**  
(наименование кафедры, ведущей дисциплину)

Регистрационный номер 1130/с- 44

**АННОТАЦИЯ**  
**к рабочей программе**  
**дисциплины (модуля)**  
**«Теория, расчет и проектирование РД»**

Индекс по учебному плану: **Б1.В.ДВ.01.02**

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

Квалификация: **бакалавр**

Профиль подготовки: **"Авиационные двигатели и энергетические установки"**

Вид профессиональной деятельности: **проектно-конструкторская**

Разработана доцентом кафедры РДЭУ к.т.н. А.Н. Сабирзяновым

Казань 2017 г.

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

## 1.1. Цель преподавания учебной дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины – вооружить студентов основополагающими знаниями в области теории, расчета и проектирования ракетных двигателей, привить практические навыки расчета параметров ракетных двигателей, умение использовать полученные ранее знания для решения нестандартных задач и новых проблем в теории ракетных двигателей.

## 1.2. Задачи учебной дисциплины (модуля)

Основные задачи дисциплины:

- вооружить студентов знаниями в области теории, расчета и проектирования ракетных двигателей;
- сформировать у студентов знания методов расчета параметров ракетных двигателей;
- привить студентам навыки расчета параметров ракетных двигателей;
- подготовить студентов к научно-исследовательской деятельности.

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

Дисциплина Б1.В.ДВ.01.02 «Теория, расчет и проектирование РД» входит в состав Вариативного модуля Блока 1 учебного плана дисциплин по выбору.

## 1.4. Объем 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	6		7	
			в ЗЕ	в час	в ЗЕ	в час
<b>Общая трудоемкость дисциплины (модуля)</b>	<b>8</b>	<b>288</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>5</b>	<b>180</b>
<i>Аудиторные занятия</i>	<b>3,5</b>	<b>126</b>	<b>1,5</b>	<b>54</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
Лекции	2,5	90	1	36	1,5	54
Лабораторные работы	0,5	18	0,5	18		
Практические занятия	0,5	18			0,5	18
<i>Самостоятельная работа студента</i>	<b>4,5</b>	<b>162</b>	<b>1,5</b>	<b>54</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
Проработка учебного материала	2,5	90	1,5	54	1	36
Курсовой проект						
Курсовая работа	1	36			1	36
Подготовка к промежуточной аттестации	1	36			1	36
Промежуточная аттестация:			зачет		экзамен, КР	

## 1.5. Планируемые результаты обучения

Таблица 2

### Формируемые компетенции

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)	Уровни освоения составляющих компетенций		
	Пороговый	Продвинутый	Превосходный
1	2	3	4
<b><i>ОК-10 – способность творчески применять основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</i></b>			
<b>Знать</b> методы расчета основных параметров и моделирования рабочих процессов в РД.	Знать основы инженерных методов расчета основных параметров РД.	Знать методы расчета основных параметров и моделирования рабочих процессов в РД.	Знать методы детального расчета параметров РД, методы моделирования рабочих процессов, анализа и оценки их совершенства.
<b>Уметь</b> использовать законы естественнонаучных дисциплин для расчета основных параметров и моделирования рабочих процессов в РД.	Уметь использовать основные законы естественнонаучных дисциплин для проведения оценочных расчетов основных параметров РД.	Уметь использовать законы естественнонаучных дисциплин для расчета основных параметров и моделирования рабочих процессов в РД.	Уметь использовать законы естественнонаучных дисциплин для детального расчета параметров РД, моделирования рабочих процессов, анализа и оценки их совершенства.
<b>Владеть</b> навыками расчета основных параметров и моделирования рабочих процессов в РД.	Владеть навыками оценки основных параметров РД.	Владеть навыками расчета основных параметров и моделирования рабочих процессов в РД.	Владеть навыками детального расчета параметров РД, моделирования рабочих процессов, анализа и оценки их совершенства.
<b><i>ПК-1 – 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></b>			
<b>Знать</b> инженерные и современные методы расчета для проектирования отдельных деталей и узлов РД в соответствии с техническим заданием.	Знать основы инженерных методов расчета отдельных деталей и узлов РД согласно заданным условиям.	Знать инженерные методы расчета для проектирования отдельных деталей и узлов РД в соответствии с техническим заданием.	Знать инженерные и современные методы расчета для проектирования отдельных деталей и узлов РД в соответствии с техническим заданием.
<b>Уметь</b> применять инженерные и современные методы расчета для проектирования отдельных деталей и узлов РД в соответствии с техническим заданием.	Уметь применять инженерные методы расчета отдельных деталей и узлов РД согласно заданным условиям.	Уметь применять инженерные методы расчета для проектирования отдельных деталей и узлов РД в соответствии с техническим заданием.	Уметь применять инженерные и современные методы расчета для проектирования отдельных деталей и узлов РД в соответствии с техническим заданием.
<b>Владеть</b> навыками участия в работах по расчету и проектированию отдельных деталей и узлов РД в соответствии с техническим заданием.	Владеть навыками участия в работах по расчету отдельных деталей и узлов РД согласно заданным условиям.	Владеть навыками участия в работах по расчету для проектирования отдельных деталей и узлов РД в соответствии с техническим заданием.	Владеть навыками участия в работах по расчету и проектированию отдельных деталей и узлов РД в соответствии с техническим заданием.
<b><i>ПК-3 – способность проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений</i></b>			

<b>Знать</b> методы предварительного технико-экономического обоснования проектных решений по отдельным деталям и узлам РД.	Знать методы оценки технического обоснования проектного решения.	Знать методы оценки технико-экономического обоснования проектных решений по отдельным деталям и узлам РД.	Знать методы предварительного технико-экономического обоснования проектных решений по отдельным деталям и узлам РД.
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
<b>Уметь</b> проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений по отдельным деталям и узлам РД.	Уметь проводить оценку технического обоснования проектного решения.	Уметь проводить оценку технико-экономического обоснования проектных решений по отдельным деталям и узлам РД.	Уметь проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений по отдельным деталям и узлам РД.
<b>Владеть</b> навыками предварительного технико-экономического обоснования проектных решений по отдельным деталям и узлам РД.	Владеть навыками оценки технического обоснования проектного решения.	Владеть навыками оценки технико-экономического обоснования проектных решений по отдельным деталям и узлам РД.	Владеть навыками предварительного технико-экономического обоснования проектных решений по отдельным деталям и узлам РД.

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

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

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)				Коды составляющих компетенций	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств)
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
<b>Раздел 1. Теоретические термодинамические характеристики</b>							<i>ФОС ТК-1 тесты</i>
Тема 1.1. Цель, задачи и содержание дисциплины	<b>0,5</b>	0,5				ОК-10.3	Собеседование
Тема 1.2. Взаимосвязь параметров ракеты и двигателя	<b>14,5</b>	5,5			9	ОК-10.3, ОК-10.У	Собеседование. Текущий контроль.
Тема 1.3. Задачи термодинамического расчета параметров рабочего процесса	<b>17</b>	6	2		9	ОК-10.3, ОК-10.У, ОК-10.В	Текущий контроль. Отчет по лаб. работе.
Тема 1.4. Зависимость термодинамических характеристик от основных факторов	<b>19</b>	2	8		9	ОК-10.3, ОК-10.У, ОК-10.В	Текущий контроль. Отчет по лаб. работам. Отчет о самостоятельной работе.
<b>Раздел 2. Термогазодинамика реальных потоков и теплообмен</b>							<i>ФОС ТК-2 тесты</i>
Тема 2.1. Течение в сопле	<b>17</b>	8			9	ОК-10.3, ОК-10.У	Собеседование. Текущий контроль.
Тема 2.2. Вязкое течение, конвективный теплообмен и трение	<b>23</b>	10	4		9	ОК-10.3, ОК-10.У, ОК-10.В	Отчет по лаб. работе. Текущий контроль.

Тема 2.3. Отрывные течения в соплах	17	4	4		9	ОК-10.3, ОК-10.У, ОК-10.В	Отчет по лаб. работе. Текущий контроль. Отчет о сам-ной работе.
<b>Зачет</b>							<i>ФОС ПА – 1 комплексное задание</i>
<b>Всего за семестр</b>	<b>108</b>	<b>36</b>	<b>18</b>		<b>54</b>		
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
<b>Раздел 3. Общие сведения о ЖРД и физические основы рабочего процесса в камере сгорания</b>							<i>ФОС ТК-3 тесты</i>
Тема 3.1. Общие сведения о ЖРД	6	4			2	ОК-10.3, ОК-10.У, ПК-1.3, ПК-1.У, ПК-3.3, ПК-3.У	Собеседование. Текущий контроль.
Тема 3.2. Жидкие ракетные топлива	3	2			1	ОК-10.3, ОК-10.У, ПК-1.3, ПК-1.У, ПК-3.3, ПК-3.У	Собеседование. Текущий контроль.
Тема 3.3. Физические основы рабочего процесса в камере сгорания	10	6			4	ОК-10.3, ОК-10.У, ПК-1.3, ПК-1.У, ПК-3.3, ПК-3.У	Собеседование. Текущий контроль.
Тема 3.4. Рабочий процесс и параметры рабочего тела в газогенераторе	4	2			2	ОК-10.3, ОК-10.У, ПК-1.3, ПК-1.У	Собеседование. Текущий контроль.
Тема 3.5. Элементы теории форсунок и смесеобразование	10	4		4	2	ОК-10.3, ОК-10.У, ОК-10.В, ПК-1.3, ПК-1.У, ПК-1.В, ПК-3.3, ПК-3.У, ПК-3.В	Выполнение расчетных заданий. Текущий контроль.
Тема 3.6. Оценка совершенства рабочих процессов	9	4		2	3	ОК-10.3, ОК-10.У, ОК-10.В, ПК-1.3, ПК-1.У, ПК-1.В, ПК-3.3, ПК-3.У, ПК-3.В	Выполнение расчетных заданий. Текущий контроль.
Тема 3.7. Неустойчивость рабочих процессов	11	6			5	ОК-10.3, ОК-10.У, ПК-1.3, ПК-1.У, ПК-3.3, ПК-3.У	Текущий контроль. Отчет о сам-ной работе.
<b>Раздел 4. Расчет и выбор основных проектируемых параметров</b>							<i>ФОС ТК-4 тесты</i>
Тема 4.1. Расчет основных параметров камеры	11	5		3	3	ОК-10.3, ОК-10.У, ОК-10.В, ПК-1.3, ПК-1.У, ПК-1.В, ПК-3.3, ПК-3.У, ПК-3.В	Выполнение расчетных заданий. Текущий контроль.
Тема 4.2. Тепловое состояние и защита стенок камеры	11	5		3	3	ОК-10.3, ОК-10.У, ОК-10.В, ПК-1.3, ПК-1.У, ПК-1.В, ПК-3.3, ПК-3.У, ПК-3.В	Выполнение расчетных заданий. Текущий контроль.
Тема 4.3. Расчет параметров рабочего тела в системе подачи	11	4		4	3	ОК-10.3, ОК-10.У, ОК-10.В, ПК-1.3, ПК-1.У, ПК-1.В, ПК-3.3, ПК-3.У, ПК-3.В	Выполнение расчетных заданий. Текущий контроль.
Тема 4.4. Статические характеристики двигателя	9	4		2	3	ОК-10.3, ОК-10.У, ОК-10.В, ПК-1.3, ПК-1.У, ПК-1.В, ПК-3.3, ПК-3.У, ПК-3.В	Выполнение расчетных заданий. Текущий контроль.
Тема 4.5. Некоторые сведения о динамических процессах	7	4			3	ОК-10.3, ОК-10.У, ПК-1.3, ПК-1.У	Собеседование. Текущий контроль.
Тема 4.6. Особенности ЖРДМТ	6	4			2	ОК-10.3, ОК-10.У	Текущий контроль. Отчет о сам-ной работе.
<b>Курсовая работа</b>	<b>36</b>				<b>36</b>	ОК-10.3, ОК-10.У, ОК-10.В, ПК-1.3, ПК-1.У, ПК-1.В, ПК-3.3, ПК-3.У, ПК-3.В	Защита курсовой работы

<b>Подготовка к аттестации</b>	<b>36</b>				<b>36</b>		
<b>Экзамен</b>							<i>ФОС ПА – 2 комплексное задание</i>
<b>Всего за семестр</b>	<b>180</b>	<b>54</b>		<b>18</b>	<b>108</b>		
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>288</b>	<b>90</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>162</b>		

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

### 3.1. Оценочные средства для текущего контроля

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля (ФОС ТК) является составной частью РП дисциплины (модуля) и хранится на кафедре.

Таблица 4

Фонд оценочных средств текущего контроля

№ п/п	Наименование раздела (модуля)	Вид оценочных средств	Примечание
1	2	3	4
1	Теоретические термодинамические характеристики	ФОС ТК-1	Отчеты по лабораторным работам (таблица 3). Отчет о выполнении самостоятельной работы. Тест текущего контроля дисциплины по первому разделу (модулю) (ФОС ТК-1).
2	Термогазодинамика реальных потоков и теплообмен	ФОС ТК-2	Отчеты по лабораторным работам (таблица 3). Отчет о выполнении самостоятельной работы. Тест текущего контроля дисциплины по второму разделу (модулю) (ФОС ТК-2).
3	Общие сведения о ЖРД и физические основы рабочего процесса в камере сгорания	ФОС ТК-3	Индивидуальные задания для практических занятий (таблица 3). Отчет о выполнении самостоятельной работы. Тест текущего контроля дисциплины по третьему разделу (модулю) (ФОС ТК-3).
4	Расчет и выбор основных проектируемых параметров	ФОС ТК-4	Индивидуальные задания для практических занятий (таблица 3). Отчет о выполнении самостоятельной работы. Тест текущего контроля дисциплины по четвертому разделу (модулю) (ФОС ТК-4).

### 3.2. Оценочные средства для промежуточного контроля

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации (ФОС ПА) является составной частью РП дисциплины, разработан в виде отдельного документа, в соответствии с положением о ФОС ПА.

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

По итогам освоения дисциплины зачет и экзамен проводятся в два этапа: **тестирование** и выполнение **письменного задания**.

**Первый этап** проводится в виде тестирования.

**Тестирование** ставит целью оценить **пороговый** уровень освоения обучающимися знаний и умений, предусмотренных компетенциями.

Для оценки **превосходного и продвинутого** уровня усвоения компетенций проводится **Второй этап** в виде **письменного задания**, в которое входит письменный ответ на контрольные вопросы и решение задачи.

### 3.4. Критерии оценки промежуточной аттестации

Результаты промежуточного контроля заносятся в АСУ «Деканат» в баллах.

Таблица 5

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 обеспечение дисциплины (модуля)

#### 4.1.1. Основная литература

1. Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования: учебник для студ. вузов / М. В. Добровольский; под ред. Д. А. Ягодникова. – 3-е изд., доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. – 461 с.

#### 4.1.2. Дополнительная литература

1. Алемасов, В.Е. Теория ракетных двигателей: Учебник для студентов вузов / В.Е. Алемасов, А.Ф. Дрегалин, А.П. Тишин; Под ред. В.П. Глушко. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1989. – 464 с.

2. Алемасов, В.Е. Основы теории физико-химических процессов в тепловых двигателях энергетических установках: Учебное пособие для вузов / В.Е. Алемасов, А.Ф. Дрегалин, А.С. Черенков. – М.: Химия, 2000. – 520 с.

3. Васильев, А.П. Основы теории и расчета жидкостных ракетных двигателей: Учебник / А.П. Васильев, В.М. Кудрявцев, В.А. Кузнецов и др. Под ред. В.М. Кудрявцева. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Высшая школа, 1983. – 703 с.

### 4.2. Информационное обеспечение дисциплины (модуля)

#### 4.2.1. Основное информационное обеспечение

1. Электронные ресурсы НТБ КНИТУ-КАИ  
<http://library.kai.ru/index.php?inc=elib>

2. Лопанов, А.Н. Физико-химические основы теории горения и взрыва: учебное пособие / А.Н. Лопанов. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 149 с: [Электронный ресурс], доступ <http://bg.bstu.ru/shared/attachments/108434>

#### 4.2.2. Дополнительное справочное обеспечение

1. 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>



2. Термодинамические и теплофизические свойства продуктов сгорания. Справочник. В 10-ти т. / Под ред. акад. В. П. Глушко. – М.: ВИНТИ, 1971 – 1980 гг.

#### **4.3. Кадровое обеспечение**

##### **4.3.1. Базовое образование**

Высшее образование в предметной области двигателестроения и/или наличие ученой степени по специальностям 05.07.05, 01.02.05 и/или ученого звания по указанным специальностям.

## РАЗДЕЛ 5. ВНОСИМЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ И УТВЕРЖДЕНИЯ

### 5.1. Лист регистрации изменений, вносимых в рабочую программу дисциплины (модуля)

#### Лист регистрации изменений

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая кафедра)
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					
4					

## 5.2. Лист ознакомления

№п/п	ФИО	Должность	Дата	Подпись