

уоп

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

Аэрокосмический факультет

Кафедра «Ракетно-космическая техника и энергетические системы»



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе  
д-р техн. наук, проф.

*Handwritten signature and initials*

Н.В. Лобов

2017 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ**

«Проектирование зарядов твердых ракетных топлив»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Программа специалитета

Специальность 24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей»

Специализация программы специалитета

Проектирование ракетных двигателей  
твердого топлива

Квалификация выпускника:

инженер

Выпускающая кафедра:

Ракетно-космическая техника и  
энергетические системы

Форма обучения:

очная

Курс: 4

Семестр(ы): 8

Трудоемкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:

4

Часов по рабочему учебному плану:

144

Виды контроля:

Экзамен: 8

Зачет: —

Курсовой проект: —

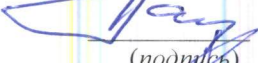
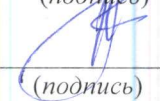
Курсовая работа: —

Пермь, 2017 г.

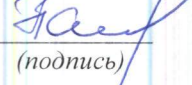
**Учебно-методический комплекс дисциплины «Проектирование зарядов твердых ракетных топлив»** разработан на основании:

- самостоятельно устанавливаемого образовательного стандарта по специальности 24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей», утвержденного приказом ректора от 03 апреля 2017 г., номер приказа №24-О;
- компетентностной модели выпускника ОПОП по специальности 24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей», специализации «Проектирование ракетных двигателей твердого топлива», утверждённой 03 апреля 2017 г.;
- базового учебного плана очной формы обучения по специальности 24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей», специализации «Проектирование ракетных двигателей твердого топлива», утвержденного 03 апреля 2017 г.


**Рабочая программа согласована** с рабочими программами дисциплин «Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика», «Сопротивление материалов», «Теория механизмов и машин», «Детали машин и основы конструирования», «Термодинамика», «Теплопередача», «Теория, расчет и проектирование ракетных двигателей твердого топлива», «Моделирование рабочих процессов в ракетных двигателях», «Вычислительные технологии в авиадвигателестроении», «Основы конструирования ракетных двигателей твердого топлива», «Конструирование и инженерные методы расчета РДТТ», «Конструирование и инженерные методы расчета ЖРД», «Динамика и прочность ракетных двигателей», «Конструкция ракетных двигателей твердого топлива», «САЕ-системы в механике деформируемого твердого тела», «САЕ-системы в механике жидкости и газа», «Конструирование и производство изделий из композиционных материалов», «Автоматизация проектирования ракетных двигателей» и программами учебной, производственной и преддипломной практик, участвующих в формировании компетенций совместно с данной дисциплиной.

Разработчик	<u>ст. преподаватель</u> (ученая степень, звание)	 (подпись)	<u>В.В. Пальчиковский</u> (инициалы, фамилия)
Рецензент	<u>д-р техн. наук, проф.</u> (ученая степень, звание)	 (подпись)	<u>Р.В. Бульбович</u> (инициалы, фамилия)

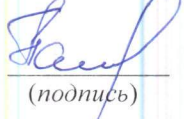

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Ракетно-космическая техника и энергетические системы»** «06» июня 2017 г., протокол № 19.

Заведующий кафедрой «Ракетно-космическая техника и энергетические системы», ведущей дисциплину	<u>д-р техн. наук, проф.</u> (ученая степень, звание)	 (подпись)	<u>М.И. Соколовский</u> (инициалы, фамилия)
--	--	---	--

**Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией** Аэрокосмического факультета «24» 06 2017 г., протокол № 9.

Председатель учебно-методической комиссии аэрокосмического факультета	<u>канд. техн. наук, доц.</u> (ученая степень, звание)	 (подпись)	<u>Н.Е. Чигодаев</u> (инициалы, фамилия)
---	---	---	---

**Согласовано:**

Заведующий выпускающей кафедрой «Ракетно-космическая техника и энергетические системы»	<u>д-р техн. наук, проф.</u> (ученая степень, звание)	 (подпись)	<u>М.И. Соколовский</u> (инициалы, фамилия)
Начальник управления образовательных программ	<u>канд. техн. наук, доц.</u> (ученая степень, звание)	 (подпись)	<u>Д.С. Репецкий</u> (инициалы, фамилия)

## 1 Общие положения

### 1.1 Цели дисциплины

**Цель учебной дисциплины** – изучение основ проектирования зарядов твердых ракетных топлив.

В процессе изучения данной дисциплины студент расширяет и углубляет следующие профессиональные и профессионально-специализированные компетенции:

– способность принимать участие в работах по расчёту и конструированию отдельных деталей и узлов двигателей и энергетических установок летательных аппаратов в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования (АПК.ПК-1);

– способность выполнять расчёты параметров рабочего процесса, нагруженности, прочностного, теплового состояния, характеристик ракетных двигателей твёрдого топлива, их деталей, узлов и систем и осуществлять их конструирование (АПСК-3).

### 1.2 Задачи дисциплины:

– освоение общих основ конструирования отдельных деталей и узлов двигателей и энергетических установок летательных аппаратов;

– формирование умения применять на практике методы выбора формы и геометрических параметров заряда, проводить расчёты параметров рабочего процесса, нагруженности, прочностного, теплового состояния, характеристик, деталей и узлов ракетных двигателей твёрдого топлива;

– привитие студентам навыков использования в задачах проектирования заряда твердого ракетного топлива стандартных средств автоматизации проектирования.

### 1.3 Предметом изучения дисциплины являются следующие объекты:

- заряд твердого ракетного топлива;
- воспламенительное устройство.

### 1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Проектирование зарядов твердых ракетных топлив» относится к вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)» дисциплин рабочего учебного плана и является обязательной при освоении ОПОП по специальности 24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей», специализации «Проектирование ракетных двигателей твердого топлива».

После изучения дисциплины обучающийся должен освоить части указанных в пункте 1.1 компетенций и продемонстрировать следующие результаты:

#### • **знать:**

- основные задачи и этапы конструирования заряда твердого ракетного топлива;
- требования, предъявляемые к зарядам и элементам конструкции РДТТ;
- основные формы зарядов твердого ракетного топлива;
- методы расчета поверхности горения зарядов твердого ракетного топлива;
- современные методы расчета напряженно-деформированного состояния и прочности заряда твердого топлива;
- конструкцию и методы расчета воспламенительного устройства РДТТ.

• **уметь:**

– применять на практике методы выбора формы и геометрических параметров заряда, проводить расчёты параметров рабочего процесса, нагруженности, прочностного, теплового состояния, характеристик, деталей и узлов ракетных двигателей твёрдого топлива;

– формулировать задания для расчета и конструирования узлов РДТТ;

– самостоятельно принимать решения при проектировании узлов РДТТ;

– применить инженерные и современные методы расчета для разработки зарядов твердого ракетного топлива.

**владеть:**

– понятийным аппаратом, используемым при разработке зарядов твердого ракетного топлива;

– навыками выбора формы заряда твердого ракетного топлива;

– навыками расчета поверхности горения заряда твердого ракетного топлива;

– навыками расчета прочности заряда твердого ракетного топлива;

– навыками проектирования воспламенительного устройства.

В таблице 1.1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций, заявленных в пункте 1.1.

Таблица 1.1 – Дисциплины, направленные на формирование компетенций

Код	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
<b>Профессиональные компетенции</b>			
АПК.ПК-1	Способность принимать участие в работах по расчёту и конструированию отдельных деталей и узлов двигателей и энергетических установок летательных аппаратов в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования	Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика, Сопротивление материалов, Термодинамика, Теория механизмов и машин, Детали машин и основы конструирования, Теплопередача, Моделирование рабочих процессов в ракетных двигателях, Основы конструирования ракетных двигателей твердого топлива, Учебная практика (практика по получению первичных профессиональных умений и навыков).	Конструкция ракетных двигателей твердого топлива, Автоматизация проектирования ракетных двигателей, Конструирование и производство изделий из композиционных материалов, Производственная практика (стажировка проектно-конструкторская).

**Профессионально-специализированные компетенции**

АПСК-3	Способность выполнять расчёты параметров рабочего процесса, нагруженности, прочностного, теплового состояния, характеристик ракетных двигателей твёрдого топлива, их деталей, узлов и систем и осуществлять их конструирование	Вычислительные технологии в авиадвигателестроении, Основы конструирования ракетных двигателей твёрдого топлива, Теория, расчет и проектирование ракетных двигателей твёрдого топлива.	Конструирование и инженерные методы расчета РДТТ, Конструирование и инженерные методы расчета ЖРД, Динамика и прочность ракетных двигателей, Конструкция ракетных двигателей твёрдого топлива, САЕ-системы в механике деформируемого твёрдого тела, САЕ-системы в механике жидкости и газа, Производственная практика (стажировка проектно-конструкторская), Преддипломная практика (практика по выполнению выпускной квалификационной работы)
--------	--	---	--

## 2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенций АПК.ПК-1, АПСК-3.

### 2.1 Дисциплинарная карта компетенции АПК.ПК-1

Код	Формулировка компетенции
АПК.ПК-1	Способность принимать участие в работах по расчёту и конструированию отдельных деталей и узлов двигателей и энергетических установок летательных аппаратов в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
АПК.ПК-1. Б1.В.08	Способность принимать участие в работах по расчёту и конструированию зарядов твердого ракетного топлива и воспламенительных устройств в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования

### Требования к компонентному составу компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<b>Знает:</b> – основные требования, выдвигаемые к зарядам твердого ракетного топлива и воспламенительным устройствам; – основные этапы проектирования конструкции зарядов твердого топлива и воспламенительных устройств; – основные виды конструкции зарядов твердого топлива и воспламенительных устройств.	Лекции с использованием мультимедиа-технологий.	Вопросы контрольных работ текущего и рубежного контроля.
<b>Умеет:</b> – принимать решения относительно выбора необходимой конструкции заряда твердого топлива и воспламенительного устройства в соответствии с техническим заданием.	Лабораторные работы. Практические занятия. Самостоятельная работа студентов по решению индивидуальных заданий.	Отчёты по лабораторным работам и практическим занятиям. Индивидуальные задания.
<b>Владеет:</b> – основами расчета зарядов твердого топлива и воспламенительных устройств с использованием стандартных средств автоматизации проектирования.	Лабораторные работы. Практические занятия. Самостоятельная работа студентов по	Отчёты по лабораторным работам и практическим занятиям. Индивидуальные

	решению индивидуальных заданий.	задания.
--	---------------------------------	----------

## 2.2 Дисциплинарная карта компетенции АПСК-3

Код	Формулировка компетенции
АПСК-3	Способность выполнять расчёты параметров рабочего процесса, нагруженности, прочностного, теплового состояния, характеристик ракетных двигателей твёрдого топлива, их деталей, узлов и систем и осуществлять их конструирование

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
АПСК-3.Б1.В.08	Способность выполнять расчёты поверхности горения, прочностного, теплового состояния зарядов твердого ракетного топлива и осуществлять их конструирование

### Требования к компонентному составу компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<b>Знает:</b> – основные параметры управления величинами поверхности горения, прочности и теплового состояния зарядов твердого ракетного топлива	Лекции с использованием мультимедиа-технологий.	Вопросы контрольных работ текущего и рубежного контроля.
<b>Умеет:</b> – выполнять расчёты поверхности горения, прочностного, теплового состояния зарядов твердого ракетного топлива и осуществлять их конструирование.	Лабораторные работы. Практические занятия. Самостоятельная работа студентов по решению индивидуальных заданий.	Отчёты по лабораторным работам и практическим занятиям. Индивидуальные задания.
<b>Владеет:</b> – техникой проведения расчетов на основных этапах проектирования зарядов твердого ракетного топлива и воспламенительного устройства.	Лабораторные работы. Практические занятия. Самостоятельная работа студентов по решению индивидуальных заданий.	Отчёты по лабораторным работам и практическим занятиям. Индивидуальные задания.

### 3 Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Объем дисциплины в зачетных единицах составляет 4 ЗЕ. Количество часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся указано в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоемкость, час.
1	<b>Аудиторная (контактная) работа</b>	<b>54</b>
	– лекции (Л)	18
	– практические занятия (ПЗ)	14
	– лабораторные работы (ЛР)	18
	<b>Контроль самостоятельной работы (КСР)</b>	<b>4</b>
	<b>Самостоятельная работа</b>	<b>54</b>
2	– подготовка к практическим занятиям	7
	– подготовка к лабораторным работам	4
	– индивидуальные задания	43
3	<b>Итоговый контроль (промежуточная аттестация обучающихся) по дисциплине</b>	<b>Экзамен 36</b>
4	<b>Трудоёмкость дисциплины, всего:</b>	
	в часах (ч)	144
	в зачётных единицах (ЗЕ)	4



## 4 Содержание учебной дисциплины

### 4.1 Модульный тематический план

Таблица 4.1 – Тематический план по модулям учебной дисциплины

Номер учебного модуля	Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий (очная форма обучения)							Трудоёмкость, ч/ЗЕТ	
			Аудиторная работа					Итоговый контроль	Самостоятельная работа		
			Всего	Л	ПЗ	ЛР	КСР				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	1	Введение	0,5	0,5							0,5
		1	2,25	2			0,25				2,25
		2	3,75	1,5	2		0,25		1		4,75
	2	3	2,75	0,5	2		0,25		1		3,75
		4	2,75	0,5	2		0,25		1		3,75
		5	3,25	1	2		0,25		9		12,25
		6	8,25	2		6	0,25		10		18,25
		7	4,25	2	2		0,25		10		14,25
		8	2,25	2			0,25				2,25
	Всего по модулю:			<b>30</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>2</b>		<b>32</b>	<b>62/1,72</b>
2	4	9	18	3	2	12	1		12		30
		10	1,5	1			0,5				1,5
		11	4,5	2	2		0,5		10		14,5
	Всего по модулю:			<b>24</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>2</b>		<b>22</b>	<b>46/1,28</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>								<b>экзамен 36</b>		<b>36/1</b>	
<b>Всего:</b>			<b>54</b>	<b>18</b>	<b>14</b>	<b>18</b>	<b>4</b>	<b>36</b>	<b>54</b>	<b>144/4</b>	

### 4.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

#### Модуль 1. Конструкции зарядов твердого топлива

Л – 12 ч, ПЗ – 10 ч, ЛР – 6 ч, СРС – 32 ч.

#### Раздел 1. Основы проектирования заряда твердого топлива

Л – 4 ч, ПЗ – 2 ч, СРС – 1 ч.

#### Введение

Основные понятия, термины и определения. Предмет и задачи дисциплины. Место дисциплины в системе подготовки специалиста. Состав дисциплины. Формы промежуточного и заключительного контроля. Рекомендуемая основная и дополнительная литература.

Роль и место проектирования зарядов твердого топлива при освоении смежных дисциплин по выбранной специальности и в сфере профессиональной деятельности.

### **Тема 1. Цели и задачи проектирования заряда ТРТ**

Требования, предъявляемые к зарядам РДТТ. Цели проектирования заряда. Основные этапы конструирования заряда.

### **Тема 2. Классификация зарядов ТРТ**

Характеристики формы заряда. Классификация зарядов ТРТ. Некоторые конфигурации зарядов. Основы расчета поверхности горения заряда. Выгорание типовых элементов твердотопливного заряда.

### **Раздел 2. Основные конструкции зарядов ТРТ**

Л – 8 ч, ПЗ – 8 ч, ЛР – 6 ч, СРС – 31 ч.

### **Тема 3. Трубчатый заряд**

Конструкция. Расчет поверхности горения. Достоинства и недостатки. Область применения.

### **Тема 4. Телескопический заряд**

Конструкция. Расчет поверхности горения. Достоинства и недостатки. Область применения.

### **Тема 5. Заряд торцевого горения**

Конструкция. Расчет поверхности горения. Достоинства и недостатки. Область применения.

### **Тема 6. Канально-щелевой заряд**

Конструкция. Достоинства и недостатки. Область применения.

### **Тема 7. Заряд с каналом звездообразного сечения**

Конструкция. Расчет поверхности горения. Достоинства и недостатки. Область применения.

### **Тема 8. Другие формы зарядов**

Вагонное колесо. Крестообразный заряд. Рулонный заряд. Эвольвентный заряд. Сферический заряд. Комбинированные заряды. Заряд бессоплового РДТТ.

### **Модуль 2. Задачи проектирования заряда ТРТ**

Л – 6 ч, ПЗ – 4 ч, ЛР – 12 ч, СРС – 22 ч.

### **Раздел 3. Задачи проектирования заряда ТРТ**

Л – 6 ч, ПЗ – 4 ч, ЛР – 12 ч, СРС – 22 ч.

### **Тема 9. Теоретические основы термо-прочностных расчетов заряда РДТТ**

Основные нагрузки и этапы расчета. Задача Ламе. Особенности расчета вкладного и прочностноукрепленного зарядов. Коэффициенты безопасности и согласования. Оценка прочности. Зоны концентрации напряжений. Расчет температурных полей в заряде твердого топлива

## Тема 10. Элементы защиты заряда и корпуса двигателя

Бронирующие покрытия: назначение; требования; материалы для изготовления; технология изготовления; определение толщины. Защитно-крепящий слой: назначение; требования; материалы для изготовления; технология изготовления; определение толщины. Теплозащитные покрытия: назначение; основная классификация.

## Тема 11. Проектирование воспламенителя

Назначение и основные требования к воспламенительному устройству. Воспламенительные составы. Конструкции воспламенителей. Иницирующие устройства. Модели для определения массы воспламенительного состава. Определение отдельных конструктивных параметров системы воспламенения.

### 4.3. Перечень тем практических занятий

Таблица 4.2 – Темы практических занятий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия
1	2	Расчет выгорания типовых элементов твердотопливного заряда – 2 час.
2	3	Оценка прогрессивности горения трубчатого заряда. Обеспечение нейтрального закона изменения поверхности горения – 2 час.
2	4	Оценка прогрессивности горения телескопического заряда. Обеспечение нейтрального закона изменения поверхности горения – 2 час.
4	5	Оценка прогрессивности горения заряда торцевого горения. Обеспечение нейтрального закона изменения поверхности горения – 2 час.
5	7	Расчет поверхности горения и оценка дегрессивных остатков заряда с каналом звездообразного сечения – 2 час.
6	9	Расчет на прочность вкладного заряда – 2 час.
7	11	Расчет навески воспламенителя – 2 час.

### 4.4 Перечень тем лабораторных работ

Таблица 4.3 – Темы лабораторных работ

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы лабораторной работы
1	6	Расчет поверхности горения канально-щелевого заряда со сквозными щелями – 3 час.
2	6	Расчет поверхности горения канально-щелевого заряда с не сквозными щелями – 3 час.
3	9	Расчет прочности заряда по отраслевой методике – 6 час.
4	9	Расчет тепловых полей в заряде методом конечных разностей – 6 час.

## 5. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Изучение дисциплины осуществляется в течение одного семестра, график изучения дисциплины приводится п.7.
5. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

### 5.1 Виды самостоятельной работы студентов

Таблица 5.1 – Виды самостоятельной работы студентов (СРС)

Номер темы дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов	Трудоемкость, час.
1	2	3
2	Подготовка к практическим занятиям	1
3	Подготовка к практическим занятиям	1
4	Подготовка к практическим занятиям	1
5	Подготовка к практическим занятиям Выполнение индивидуального задания	1 8
6	Подготовка к лабораторной работе Выполнение индивидуального задания	2 8
7	Подготовка к практическим занятиям Выполнение индивидуального задания	1 9
9	Подготовка к практическим занятиям Подготовка к лабораторной работе Выполнение индивидуального задания	1 2 9
11	Подготовка к практическим занятиям Выполнение индивидуального задания	1 9
	<b>Итого час./ ЗЕ</b>	<b>54/1,5</b>

#### 5.1.1 Изучение теоретического материала

Не предусмотрено.

### **5.1.2 Курсовой проект (курсовая работа)**

Не предусмотрен.

### **5.1.3 Реферат**

Не предусмотрен.

### **5.1.4 Расчетно-графические работы**

Не предусмотрены.

### **5.1.5 Индивидуальные задания**

Типовые темы индивидуальных заданий

**Модуль 1.** Расчет поверхности горения заряда твердого топлива с несквозными щелями РДТТ малой тяги (8 ч).

**Модуль 2.** Провести сравнение напряженно-деформированного состояния заряда твердого топлива, полученного по отраслевой методике с результатами численного расчета (9 ч).

## **5.2 Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций**

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются и ставятся проблемные задачи, формируются команды, заслушиваются варианты решения. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: закрепление и углубление знаний, умений и навыков в области определения качества продукции на основании статистической обработки данных и построения корреляционных зависимостей, развитие творческой инженерной инициативы, закрепление навыков использования справочной и специальной технической литературы, навыков выполнения графической работы и оформления технической документации.

Проведение практических занятий и лабораторных работ основывается на интерактивном методе обучения, при которой учащиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности учащихся на достижение целей занятия.

## **6 Фонд оценочных средств дисциплины**

### **6.1 Текущий контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций**

Текущий контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится в следующих формах:

- опрос для анализа усвоения материала предыдущей лекции;

### **6.2 Рубежный и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций**

Рубежный контроль освоения дисциплинарных компетенций проводится по окончании модулей дисциплины в следующих формах:

- контрольные работы (модуль 1, 2).

### **6.3 Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций**

#### **1) Зачёт**

Не предусмотрен.

#### **2) Экзамен**

Экзамен по дисциплине проводится устно по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса и одно практическое задание.

Экзаменационная оценка выставляется с учётом результатов рубежного контроля.

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы и методы оценки, критерии оценивания уровня сформированности компонентов и дисциплинарных компетенций, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины, входят в состав РПД в виде приложения.

## 6.4 Виды текущего, рубежного и итогового контроля освоения элементов и частей компетенций

Таблица 6.1 – Виды контроля освоения элементов и частей компетенций

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля					
	ТК	КР	ПЗ	ЛР	ИЗ	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7
<b>Усвоенные знания</b>						
<b>Знает:</b> – основные требования, выдвигаемые к зарядам твердого ракетного топлива и воспламенительным устройствам;	+	+				ТВ
– основные этапы проектирования конструкции зарядов твердого топлива и воспламенительных устройств;	+	+				ТВ
– основные виды конструкции зарядов твердого топлива и воспламенительных устройств;	+	+	+			ТВ
– основные параметры управления величинами поверхности горения, прочности и теплового состояния зарядов твердого ракетного топлива.	+	+			+	ТВ
<b>Освоенные умения</b>						
<b>Умеет:</b> – принимать решения относительно выбора необходимой конструкции заряда твердого топлива и воспламенительного устройства в соответствии с техническим заданием;			+	+		КЗ
– выполнять расчёты поверхности горения, прочностного, теплового состояния зарядов твердого ракетного топлива и осуществлять их конструирование.			+	+	+	КЗ
<b>Приобретенные владения</b>						
<b>Владеет:</b> – основами расчета зарядов твердого топлива и воспламенительных устройств с использованием стандартных средств автоматизации проектирования;			+	+	+	КЗ
– техникой проведения расчетов на основных этапах проектирования зарядов твердого ракетного топлива и воспламенительного устройства.			+	+	+	КЗ

Примечание:

ТК – текущий контроль знаний по теме (опрос);

КР – рубежная контрольная работа по модулю (оценка знаний);

ИЗ – индивидуальное задание (оценка умений и владений);

ЛР – выполнение лабораторных работ с подготовкой отчёта (оценка умений);

ПЗ – выполнение практических занятий с подготовкой и защитой отчёта (оценка владения);

ТВ – теоретический вопрос; КЗ – комплексное задание экзамена.

## 7 График учебного процесса по дисциплине

Таблица 7.1 – График учебного процесса по дисциплине

Вид работы	Распределение часов по учебным неделям																		Итого
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
<b>Раздел:</b>	<b>P1</b>			<b>P2</b>						<b>P3</b>									
Лекции	2	2	2	2	2	2					2		2		2				18
Практические занятия		2		2		2		2		2		2		2					14
Лабораторные работы							2	2	2			2		2		4	2	2	18
КСР										2								2	4
Подготовка к практ. занят.		1		1		1		1		1		1		1					7
Подготовка к лаб. раб.							0,5	0,5	0,5			0,5		0,5		0,5	0,5	0,5	4
Индивид. задания				3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	43
<b>Модуль:</b>	<b>M1</b>									<b>M2</b>									<b>108</b>
Контрольные работы						+												+	
Дисциплин. контроль																			<b>Экзамен 36</b>



## 8 Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 8.1. Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

<b>Б1.В.08</b> <i>Проектирование зарядов твердых ракетных топлив</i>	<b>Блок 1. Дисциплины (модули)</b> <small>(блок дисциплины)</small>								
<small>(индекс и полное название дисциплины)</small>	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;"> </td> <td style="padding: 0 5px;">базовая часть блока</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;">x</td> <td style="padding: 0 5px;">обязательная</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">x</td> <td style="padding: 0 5px;">вариативная часть блока</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;"> </td> <td style="padding: 0 5px;">по выбору студента</td> </tr> </table>		базовая часть блока	x	обязательная	x	вариативная часть блока		по выбору студента
	базовая часть блока	x	обязательная						
x	вариативная часть блока		по выбору студента						

<b>24.05.02</b>	<b>«Проектирование авиационных и ракетных двигателей», специализация «Проектирование ракетных двигателей твердого топлива»</b>
<small>(код направления/ специальности)</small>	<small>(полное название направления подготовки / специальности)</small>

<b>АРД / РД</b>	Уровень подготовки <table style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; text-align: center;">x</td><td style="padding: 0 5px;">специалист</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td><td style="padding: 0 5px;">бакалавр</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td><td style="padding: 0 5px;">магистр</td></tr> </table>	x	специалист		бакалавр		магистр	Форма обучения <table style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; text-align: center;">x</td><td style="padding: 0 5px;">очная</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td><td style="padding: 0 5px;">заочная</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td><td style="padding: 0 5px;">очно-заочная</td></tr> </table>	x	очная		заочная		очно-заочная	
x	специалист														
	бакалавр														
	магистр														
x	очная														
	заочная														
	очно-заочная														
<small>(аббревиатура направления/ специальности)</small>															

<u>2017</u>	Семестр(ы)	<u>8</u>	Количество групп	<u>1</u>
<small>год утверждения учебного плана ООП</small>			Количество студентов	<u>25</u>

**Пальчиковский Вадим Вадимович**  
(фамилия, инициалы преподавателя)

**ст. преподаватель**  
(должность)

**Аэрокосмический**  
(факультет)

**РКТЭС**  
(кафедра)

**2-39-12-33**  
(контактная информация)

Карта книго-  
 обеспеченности  
 в библиотеку одана

**8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы,  
необходимой для освоения дисциплины**

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1	2	3
<b>1. Основная литература</b>		
1	Проектирование и отработка ракетных двигателей на твёрдом топливе: учебное пособие для вузов / Ю.Б. Евграшин. – Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008. – 353 с.	153 + ЭБ ПНИПУ
2	Теория и проектирование ракетных двигателей: учебник для вузов / Б.Т. Ерохин. – Санкт-Петербург: Лань, 2015. – 596 с.	26 +ЭБС „Лань“
<b>2 Дополнительная литература</b>		
<b>2.1 Учебные и научные издания</b>		
1	Теория и расчет ракетных двигателей твердого топлива: учебник для вузов/ Д.И. Абугов, В.М. Бобылев. – М.: Машиностроение, 1987. – 272 с.	16
2	Основы проектирования ракет на твердом топливе / Я.М. Шапиро, Г.Ю. Мазинг, Н.Е. Прудников. – М.: Воениздат, 1968. – 352 с.	10
<b>2.2 Периодические издания</b>		
1	Вестник ПНИПУ. Аэрокосмическая техника	
<b>2.3 Нормативно-технические издания</b>		
	Не предусмотрены	
<b>2.4 Официальные издания</b>		
	Не предусмотрены	
<b>2.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины</b>		
1	Электронная библиотека Научной библиотеки Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс: полнотекстовая база данных электрон. документов изданных в Изд-ве ПНИПУ]. – Электрон. дан. (1 912 записей). – Пермь, 2014. – Режим доступа: <a href="http://elib.pstu.ru/">http://elib.pstu.ru/</a> . – Загл. с экрана.	
2	Электронно-библиотечная система Издательство «Лань» [Электронный ресурс]: [полнотекстовая база данных: электрон. версии кн., журн. по гуманит., обществ., естеств. и техн. наукам] / Электрон.-библ. система «Изд-ва «Лань». – Санкт-Петербург, 2010-2016. – Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a> , по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.	



## 9 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

### 9.1 Специализированные лаборатории и классы

Таблица 9.1 – Специализированные лаборатории и классы

№ п/п	Помещения			Площадь, м <sup>2</sup>	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Мультимедийная аудитория	РКТЭС	304 к.Д АКФ	72	42
2	Компьютерный класс	РКТЭС	314 к.Д АКФ	72	12

### 9.2. Основное учебное оборудование

Таблица 9.2 – Учебное оборудование

№ п/п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката)	Кол-во, ед.	Форма владения, пользования (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Проектор	1	Оперативное управление	304 к.Д АКФ
2	Компьютеры	12	Оперативное управление	314 к.Д АКФ

### Лист регистрации изменений

№ п/п	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		
5		
6		