

3+ У017

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
и техн. наук, проф.
Н.В. Лобов
2017 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

«Конструирование и инженерные методы расчета РДТТ»

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: 5

Семестр(ы): 9

Трудоемкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:

4

Часов по рабочему учебному плану:

144

Виды контроля:

Экзамен: 9

Зачет: –

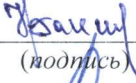
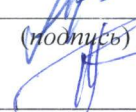
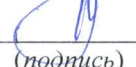
Курсовой проект: –

Курсовая работа: –

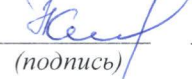
Учебно-методический комплекс дисциплины «Конструирование и инженерные методы расчета РДТТ» разработан на основании:

- 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 «Теория, расчет и проектирование ракетных двигателей твердого топлива», «Вычислительные технологии в авиадвигателестроении», «Основы конструирования ракетных двигателей твердого топлива», «Проектирование зарядов твердых ракетных топлив», «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», «Системы автоматизированного проектирования технологических процессов» и программами производственных и преддипломной практик, участвующих в формировании компетенций совместно с данной дисциплиной.

Разработчики	канд. техн. наук, доц. (ученая степень, звание)	 (подпись)	Н.Л. Бачев (инициалы, фамилия)
	ст. преподаватель (ученая степень, звание)	 (подпись)	И.Н. Лапин (инициалы, фамилия)
Рецензент	д-р техн. наук, проф. (ученая степень, звание)	 (подпись)	Р.В. Бульбович (инициалы, фамилия)

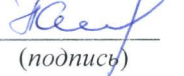
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Ракетно-космическая техника и энергетические системы» «06» июня 2017 г., протокол № 9.

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

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией Аэрокосмического факультета «28» 06 2017 г., протокол № 9.

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

Согласовано:

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

Начальник управления образовательных программ	канд. техн. наук, доц. (ученая степень, звание)	 (подпись)	Д.С. Репецкий (инициалы, фамилия)
---	--	---	--------------------------------------

1 Общие положения

1.1 Цели дисциплины

Цель учебной дисциплины формирование системы знаний и компетенций в области конструирования ракетных двигателей твердого топлива, методов проектирования и расчета ракетных двигателей твердого топлива.

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

– 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);

– способность разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты ракетных двигателей твёрдого топлива, их деталей, узлов и систем, в том числе эффективные системы охлаждения, обеспечивающие надежный режим работы теплонапряженных узлов и деталей авиационных и ракетных двигателей и энергетических установок, а также высокоэффективные теплообменные аппараты, используя средства автоматизированного проектирования и передовой опыт разработки конкурентоспособных изделий (АПСК-4).

1.2 Задачи дисциплины:

– **формирование теоретических знаний** о концепциях совершенствования конструкции ракетных двигателей твердого топлива; современных методах расчета характеристик ракетных двигателей твердого топлива; компоновочных схемах ракетных двигателей твердого топлива; типовых конструкциях основных узлов и агрегатов ракетных двигателей твердого топлива; методах проверки конструктивных решений на этапе проектирования ракетных двигателей твердого топлива;

– **формирование умений** грамотного проектирования ракетных двигателей твердого топлива; расчета на прочность основных узлов ракетных двигателей твердого топлива; применения различных типовых конструкций при проектировании готового изделия; подбирать компоновочную схему в зависимости от технического задания; работать с конструкторской документацией на узлы и агрегаты ракетных двигателей твердого топлива;

– **формирование навыков владения** инженерными методами расчета характеристик агрегатов ракетных двигателей твердого топлива; методами оптимизации процесса проектирования ракетных двигателей твердого топлива; созданием эскизных проектов узлов ракетных двигателей твердого топлива; приемами работы по созданию рабочих проектов ракетных двигателей твердого топлива; приемам работы с конструкторской документацией;

1.3 Предметом изучения дисциплины являются следующие объекты:

- инженерные методики проектирования и расчета основных характеристик ракетных двигателей твердого топлива;
- корпуса ракетных двигателей твердого топлива;
- сопловые блоки ракетных двигателей твердого топлива;
- органы управления ракетных двигателей твердого топлива
- критерии совершенства ракетных двигателей твердого топлива.

1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Конструирование и инженерные методы расчета РДТТ» относится к вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)» дисциплин рабочего учебного плана и является дисциплиной по выбору студента 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 демонстрировать следующие результаты:

- **знать:**

- концепции совершенствования конструкции ракетных двигателей твердого топлива;

- современные методы расчета характеристик ракетных двигателей твердого топлива;

- компоновочные схемы ракетных двигателей твердого топлива;

- типовые конструкции основных узлов и агрегатов ракетных двигателей твердого топлива;

- принципы формирования конструкторской документации для производства узлов и агрегатов ракетных двигателей твердого топлива;

- **уметь:**

- грамотно спроектировать ракетный двигатель твердого топлива;

- рассчитывать на прочность основные узлы ракетных двигателей твердого топлива;

- применять различные типовые конструкции при проектировании готового изделия;

- подбирать компоновочную схему в зависимости от технического задания;

- **владеть:**

- навыками применения инженерных методов расчета характеристик агрегатов ракетных двигателей твердого топлива;

- навыками оптимизации процесса проектирования ракетных двигателей твердого топлива;

- навыками создания эскизных проектов узлов ракетных двигателей твердого топлива;

- навыками работы с конструкторской документацией;

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)
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 Теория, расчет и проектирование ракетных двигателей твёрдого топлива, Основы конструирования ракетных двигателей твёрдого топлива, Проектирование зарядов твёрдых ракетных топлив.	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).
АПСК-4	Способность разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты ракетных двигателей твёрдого топлива, их деталей, узлов и систем, в том числе эффективные системы охлаждения, обеспечивающие надёжный режим работы теплонапряженных узлов и деталей авиационных и ракетных двигателей и энергетических установок, а также высокоэффективные теплообменные аппараты, используя средства автоматизированного проектирования и передовой опыт разработки конкурентоспособных изделий	Теория, расчет и проектирование ракетных двигателей твёрдого топлива, Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности).	Конструирование и инженерные методы расчета ЖРД, Конструкция ракетных двигателей твёрдого топлива, Системы автоматизированного проектирования технологических процессов.

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

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенций АПСК-3, АПСК-4.

2.1 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.ДВ.03.1	Способность выполнять расчёты параметров рабочего процесса, нагруженности, прочностного состояния, характеристик ракетных двигателей твёрдого топлива, их деталей, узлов и осуществлять их конструирование

Требования к компонентному составу компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знает: – концепции совершенствования конструкции ракетных двигателей твердого топлива; – современные методы расчета характеристик ракетных двигателей твердого топлива.	Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.	Вопросы тестов рубежного контроля Вопросы к зачету
Умеет: – грамотно спроектировать ракетный двигатель твердого топлива; – рассчитывать на прочность основные узлы ракетных двигателей твердого топлива.	Практические занятия. Лабораторные работы Самостоятельная работа студентов	Практические задачи тестов рубежного контроля Задания к практическим занятиям Отчёты по лабораторным работам
Владет: – навыками применения инженерных методов расчета характеристик агрегатов ракетных двигателей твердого топлива; – навыками оптимизации процесса проектирования ракетных двигателей твердого топлива.	Лабораторные работы. Самостоятельная работа студентов	Отчёты по лабораторным работам

2.2 Дисциплинарная карта компетенции АПСК-4

Код	Формулировка компетенции
АПСК-4	Способность разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты ракетных двигателей твёрдого топлива, их деталей, узлов и систем, в том числе эффективные системы охлаждения, обеспечивающие надёжный режим работы теплонапряжённых узлов и деталей авиационных и ракетных двигателей и энергетических установок, а также высокоэффективные теплообменные аппараты, используя средства автоматизированного проектирования и передовой опыт разработки конкурентоспособных изделий

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
АПСК-4. Б1.ДВ.03.1	Способность разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты ракетных двигателей твёрдого топлива, их деталей и узлов, в том числе эффективные системы охлаждения, используя опыт разработки конкурентоспособных изделий

Требования к компонентному составу компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – компоновочные схемы ракетных двигателей твёрдого топлива; – типовые конструкции основных узлов и агрегатов ракетных двигателей твёрдого топлива; – принципы формирования конструкторской документации для производства узлов и агрегатов ракетных двигателей твёрдого топлива. 	<p>Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.</p>	<p>Вопросы тестов рубежного контроля Вопросы к зачету</p>
<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – применять различные типовые конструкции при проектировании готового изделия; – подбирать компоновочную схему в зависимости от технического задания. 	<p>Практические занятия. Лабораторные работы Самостоятельная работа студентов</p>	<p>Практические задачи тестов рубежного контроля Задания к практическим занятиям Отчёты по лабораторным работам</p>
<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками создания эскизных проектов узлов ракетных двигателей твёрдого топлива; – навыками работы с конструкторской документацией. 	<p>Лабораторные работы Самостоятельная работа студентов</p>	<p>Отчёты по лабораторным работам</p>

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 – Объём и виды учебной работы

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоемкость, час.
1	Аудиторная (контактная) работа	54
	– лекции (Л)	18
	– практические занятия (ПЗ)	18
	– лабораторные работы (ЛР)	14
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	4
2	Самостоятельная работа	54
	– изучение теоретического материала	30
	– подготовка отчетов по лабораторным работам и практическим занятиям	24
3	Итоговый контроль (промежуточная аттестация обучающихся) по дисциплине	Экзамен 36
4	Трудоёмкость дисциплины, всего:	
	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	0,5	0,5						4	4,5
		2	7	5	2					12	17
	2	3	10	4		4				8	19
		4	6	2	4					6	11
	Всего по модулю:			24	12	6	4	2		30	54/1,5
2	3	5	14	2	4				8	22	
		6	8	2	4	4			8	16	
		7	6	2	4	6			8	14	
	Всего по модулю:			30	6	12	10	2		24	54/1,5
Промежуточная аттестация								экзамен 36			
Всего:			54	18	18	14	4	36	54	144/4	

4.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Модуль 1. Характеристики двигателей на твердом ракетном топливе

Раздел 1. Характеристики двигателей на твердом ракетном топливе

Л – 12 ч, ПЗ – 10, СРС – 30 ч.

Тема 1. Общая характеристика ракетных двигателей твердого топлива

Общая характеристика ракетных двигателей твердого топлива. Сравнение ракетных двигателей твердого топлива с двигателями на жидком топливе. Классификация и области применения ракетных двигателей твердого топлива. Этапы развития двигателестроения.

Тема 2. Критерии технического совершенства маршевых двигателей

Коэффициент полезного действия ракетных двигателей твердого топлива. Критерии эффективности ракетных двигателей твердого топлива.

Тема 3. Конструирование корпусов

Конструктивные схемы критерии совершенства, этапы развития и рациональные пути совершенствования корпусов. Конструирование корпусов типа «кокон». Современные композиционные материалы применяемые в корпусах ракетных двигателей твердого топлива. Уровни достигнутых характеристик. Наноккомпозиты.

Тема 4. Тепловые расчеты ракетных двигателей твердого топлива

Тепловая защита корпусов и сопловых блоков. Пути повышения эффективности теплозащитного покрытия. Назначение и классификация. Технология изготовления теплозащитных материалов.

Модуль 2. Сопловые блоки и органы управления.

Раздел 2. Сопловые блоки и органы управления.

Л – 6 ч, ПЗ – 8 ч, ЛР - 14 ч, СРС – 24 ч.

Тема 5. Сопловые блоки ракетных двигателей твердого топлива

Нагрузки, действующие на сопловые блоки. Критерии совершенства сопловых блоков. Оптимизация характеристик сопла. Материалы соплового тракта. Насадки изменяемой геометрии. Расчет профиля сопла и энергетических характеристик ракетного двигателя твердого топлива.

Тема 6. Органы управления ракетных двигателей твердого топлива

Типы органов управления ракетного двигателя. Конструктивные схемы органов управления. Подвесы поворотного управляющего сопла.

Конструкция эластичного опорного шарнира.

Тема 7. Отработка ракетных двигателей твердого топлива

Взаимодействие узлов ракетных двигателей твердого топлива с атмосферной влагой. Топлива ракетных двигателей твердого топлива. Определение внутренних баллистических характеристик по результатам опытно-стендовых испытаний. Виды и методы неразрушающего контроля. Методы и средства имитации высотных условий работы ракетных двигателей твердого топлива.

4.3. Перечень тем практических занятий

Таблица 4.2 – Темы практических занятий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия
1	2	Расчет коэффициента полезного действия двигателя
2	4	Определение толщины ТЗП
3	5,4	Расчет теплозащиты соплового блока
4	6	Расчет основных параметров ПУС с ЭОШ
5	7	Расчет поверхности заряда твердого топлива

4.4 Перечень тем лабораторных работ

Таблица 4.3 – Темы лабораторных работ

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы лабораторной работы
1	3	Исследование свойств композиционных материалов применяемых при производстве корпусов
2	6	Исследование шарнирного момента эластичного опорного шарнира
3	7	Исследование средств имитации высотных условий работы ракетных двигателей

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 двух семестров, 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	Трудоёмкость, часов
1	2	3
1	Изучение теоретического материала	4
2	Изучение теоретического материала	8
	Подготовка к практическим занятиям	4
3	Изучение теоретического материала	5
	Подготовка к лабораторным работам	4
4	Изучение теоретического материала	3
	Подготовка к практическим занятиям	3
5	Изучение теоретического материала	4
	Подготовка к практическим занятиям	4
6	Изучение теоретического материала	3
	Подготовка к лабораторным работам	3
	Подготовка к практическим занятиям	2

7	Изучение теоретического материала	3
	Подготовка к практическим занятиям	2
	Подготовка к лабораторным работам	3
	Итого: в ч / в ЗЕ	54 ч / 1,5

5.1.1 Изучение теоретического материала

Тематика вопросов, изучаемых самостоятельно

Тема 1. Классификация и области применения ракетных двигателей твердого топлива. Этапы развития двигателестроения

Тема 2. Основные сведения о принципах выбора конструктивно-компоновочной схемы корпусов

Тема 3. Уровни достигнутых характеристик. Нанокompозиты.

Тема 4. Назначение и классификация. Тепловая защита корпусов и сопловых блоков.

Тема 5. Нагрузки, действующие на сопловые блоки. Материалы соплового тракта.

Тема 6. Подвесы поворотного управляющего сопла.

Тема 7. Виды и методы неразрушающего контроля. Топлива ракетных двигателей твердого топлива.

5.1.2 Курсовой проект (курсовая работа)

Не предусмотрены.

5.1.3 Реферат

Не предусмотрен.

5.1.4 Расчетно-графические работы

Не предусмотрены.

5.1.5 Индивидуальные задания

Не предусмотрены.

5.2 Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине проводится на предприятии ПАО НПО «Искра» и 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.

При проведении занятий и организации самостоятельной работы студентов используются традиционные и интерактивные технологии.

Традиционные технологии обучения, предполагающие передачу информации в готовом виде, формирование учебных умений по образцу: лабораторные работы, контрольная работа.

Использование традиционных технологий обеспечивает ориентирование студента в потоке информации, связанной с различными подходами к определению сущности, содержания, методов, форм развития и саморазвития личности; самоопределение в выборе оптимального пути и способов личностно-профессионального развития; систематизацию знаний, полученных студентами в процессе аудиторной и самостоятельной работы. Лабораторные работы обеспечивают развитие и закрепление умений и навыков определения целей и задач саморазвития, а также принятия наиболее эффективных решений по их реализации.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором 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.

Данные технологии обеспечивают высокий уровень усвоения студентами знаний, эффективное и успешное овладение умениями и навыками. Формируют познавательную потребность и необходимость дальнейшего самообразования, позволяют активизировать исследовательскую деятельность, обеспечивают эффективный контроль усвоения знаний.

Лабораторные работы проводятся на предприятии ПАО НПО «Искра» с использованием лабораторных установок, а так же с активным привлечением материальной базы предприятия и компьютерных программ.

6 Фонд оценочных средств дисциплины

6.1 Текущий контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Текущий контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится в следующих формах:

- оценка работы студента на практических занятиях и лабораторных работах в рамках рейтинговой системы

6.2 Рубежный и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

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

- защита лабораторных работ (модуль 1, 2);
- бланочное тестирование (модуль 1, 2).

6.3 Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

1) Зачет

Не предусмотрен

2) Экзамен

Порядок проведения экзамена:

- экзамен проводится в устной форме с использованием экзаменационных билетов;
- каждый экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса.

- время на подготовку экзаменационного ответа составляет 50 мин;
- итоговая оценка выставляется по результатам экзаменационного ответа с учетом выполнения и защиты лабораторных работ и результатов промежуточного контроля.

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания, тесты, критерии оценивания, перечень контрольных точек и таблица планирования результатов обучения, 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
Усвоенные знания						
Знает:						
– концепции совершенствования конструкции ракетных двигателей твердого топлива;	+	+	+			ТВ
– современные методы расчета характеристик ракетных двигателей твердого топлива;	+	+				ТВ
– компоновочные схемы ракетных двигателей твердого топлива;	+	+				ТВ
– типовые конструкции основных узлов и агрегатов ракетных двигателей твердого топлива;	+	+				ТВ
– принципы формирования конструкторской документации для производства узлов и агрегатов ракетных двигателей твердого топлива;	+	+				ТВ
Освоенные умения						
Умеет:						
– грамотно спроектировать ракетный двигатель твердого топлива;			+	+		КЗ
– рассчитывать на прочность основные узлы ракетных двигателей твердого топлива;			+	+		КЗ
– применять различные типовые конструкции при проектировании готового изделия;			+	+		КЗ
– подбирать компоновочную схему в зависимости от технического задания;			+	+		КЗ
Приобретенные владения						
Владеет:						
– навыками создания эскизных проектов узлов ракетных двигателей твердого топлива;			+		+	КЗ

– навыками работы с конструкторской документацией;				+			
– навыками применения инженерных методов расчета характеристик агрегатов ракетных двигателей твердого топлива;					+	+	КЗ
– навыками оптимизации процесса проектирования ракетных двигателей твердого топлива;					+		

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		
Раздел:	P1,						P2						P2							
Лекции	2		2		2		2		1	2		2		2		2		3		18
Лаборат. занятия		2						2		2		2		2		2		2		14
Практ. занятия		2			2		2			2		2		4		4				18
КСР									2										2	4
Изучение теор. мат.	3		2	3		3			1	2	4		3		3		1	1		30
Подготовка к лаб. раб.	1			1		1			1	2	1		1		1		1			10
Подготовка к пр. раб.		2	1		2		2	2			2	1		1		1				14
Модуль:	M1									M2									108	
Контрольные работы									+					+					+	
Дисциплин. контроль																				Экзамен (36)

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

8.1. Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

Б1.ДВ.03.1 Конструирование и инженерные методы расчета РДТТ <small>(индекс и полное название дисциплины)</small>	Блок 1. Дисциплины (модули) <small>(блок дисциплины)</small> <table border="1"><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>базовая часть блока</td><td><input type="checkbox"/></td><td>обязательная</td></tr><tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>вариативная часть блока</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>по выбору студента</td></tr></table>	<input type="checkbox"/>	базовая часть блока	<input type="checkbox"/>	обязательная	<input checked="" type="checkbox"/>	вариативная часть блока	<input checked="" type="checkbox"/>	по выбору студента				
<input type="checkbox"/>	базовая часть блока	<input type="checkbox"/>	обязательная										
<input checked="" type="checkbox"/>	вариативная часть блока	<input checked="" type="checkbox"/>	по выбору студента										
24.05.02 <small>(код направления/ специальности)</small>	«Проектирование авиационных и ракетных двигателей», специализация «Проектирование ракетных двигателей твердого топлива» <small>(полное название направления подготовки / специальности)</small>												
АРД / РД <small>(аббревиатура направления/ специальности)</small>	Уровень подготовки <table border="1"><tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>специалист</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>бакалавр</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>магистр</td></tr></table> Форма обучения <table border="1"><tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>очная</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>заочная</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>очно-заочная</td></tr></table>	<input checked="" type="checkbox"/>	специалист	<input type="checkbox"/>	бакалавр	<input type="checkbox"/>	магистр	<input checked="" type="checkbox"/>	очная	<input type="checkbox"/>	заочная	<input type="checkbox"/>	очно-заочная
<input checked="" type="checkbox"/>	специалист												
<input type="checkbox"/>	бакалавр												
<input type="checkbox"/>	магистр												
<input checked="" type="checkbox"/>	очная												
<input type="checkbox"/>	заочная												
<input type="checkbox"/>	очно-заочная												
<u>2017</u> <small>год утверждения учебного плана ОПОП</small>	Семестр(ы) <u>9</u>	Количество групп <u>1</u>	Количество студентов <u>25</u>										
<u>Соколовский Михаил Иванович</u> <small>(фамилия, инициалы преподавателя)</small>	<u>профессор</u> <small>(должность)</small>												
<u>Аэрокосмический</u> <small>(факультет)</small>													
<u>РКТЭС</u> <small>(кафедра)</small>	<u>2-39-12-33</u> <small>(контактная информация)</small>												

Карта книго-
обеспеченности
в библиотеку сдана

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

№	Библиографическое описание <i>(автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)</i>	Количество экземпляров в библиотеке
1	2	3
1. Основная литература		
1	Ядерные ракетные двигатели и энергетические установки. Введение в теорию, расчет и проектирование : учебное пособие для вузов / А. А. Дорофеев .— 2-е изд .— Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2013. — 343 с.	3
3	Параметрическое проектирование, расчёт и исследование траекторий движения баллистических ракет с твёрдотопливными двигательными установками : учебное пособие / А. Д. Фролов ; Пермский государственный технический университет .— Пермь : Изд-во ПГТУ, 2007 .— 287 с	51 + ЭБ
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	Внутренняя баллистика ствольных систем и ракетных двигателей твердого топлива : конспект лекций / Д. Д. Талин ; Пермский государственный технический университет .— Пермь : Изд-во ПГТУ, 2003 .— 165 с.	27 + ЭБ
2	Конструкция и проектирование ракетных двигателей твердого топлива : учебник для вузов / И. Х. Фахрутдинов, А. В. Котельников .— Москва : Машиностроение, 1987 .— 325 с.	62
3	Газодинамические и теплофизические процессы в ракетных двигателях твердого топлива / А.Н.Губертов, В.В.Миронов, Д.М.Борисов и др.; Под ред. А.С.Коротеева. – М.: Машиностроение, 2004. – 512с.	27
4	Алемасов В. Е. Основы теории физико-химических процессов в тепловых двигателях и энергетических установках : учебное пособие для вузов / В. Е. Алемасов, А. Ф. Дрегалин, А. С. Черенков .— Москва : Химия, 2000 .— 520 с.	2
2.2 Периодические издания		
	Не предусмотрены	
2.3 Нормативно-технические издания		
	Не предусмотрены	
2.4 Официальные издания		
	Не предусмотрены	

Карта книго-
обеспеченности
в библиотеку сдана

2.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

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: http://elib.pstu.ru/ . – 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: http://e.lanbook.com , по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.	


Основные данные об обеспеченности на

06.06.2017

(дата одобрения рабочей программы на заседании кафедры)

основная литература обеспечена не обеспечена

дополнительная литература обеспечена не обеспечена

Зав. отделом комплектования научной библиотеки _____  Н.В. Тюрикова

Данные об обеспеченности на

(дата составления рабочей программы)

основная литература обеспечена не обеспечена

дополнительная литература обеспечена не обеспечена

Зав. отделом комплектования научной библиотеки _____ Н.В. Тюрикова

Карта книго-
обеспеченности
в библиотеку сдана

8.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.3.1 Перечень программного обеспечения, в том числе компьютерные обучающие и контролирующие программы

№ п/п	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Рег. номер	Назначение
1	2	3	4	5
1	Лабораторные работы и практические занятия	Mathcad 14 University Classroom	SE14RYMMEV0002-FLEX	Расчет основных параметров РД

8.4 Аудио- и видео-пособия

Не предусмотрены.

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 ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Лаборатория испытаний кафедры РКТ и ЭС корпус Д	Кафедра РКТЭС	20	108	16
2	Компьютерный класс	Кафедра РКТЭС	314	70	40

9.2. Основное учебное оборудование

Таблица 9.2 – Учебное оборудование

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