

эп 407 3+

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 date
19 07

Н.В. Лобов

2017 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

«Конструкция ракетных двигателей твердого топлива»

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): 9,10

Трудоемкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:

7

Часов по рабочему учебному плану:

252

Виды контроля:

Экзамен: 9

Зачет: 10

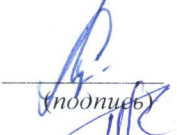
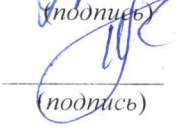
Курсовой проект: 10

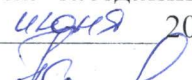
Курсовая работа: –

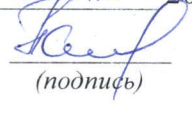
Учебно-методический комплекс дисциплины «Конструкция ракетных двигателей твердого топлива» разработан на основании:


- 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.

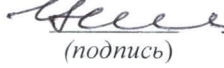
Рабочая программа согласована с рабочими программами дисциплин «Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика», «Системы автоматизированного проектирования», «Соппротивление материалов», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Теория механизмов и машин», «Детали машин и основы конструирования», «Термодинамика», «Теплопередача», «Введение в специальность», «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 РДГТ», «Конструирование и инженерные методы расчета ЖРД», «Динамика и прочность ракетных двигателей», «Автоматизация проектирования ракетных двигателей», «Моделирование рабочих процессов в ракетных двигателях», «САЕ-системы в механике деформируемого твердого тела», «САЕ-системы в механике жидкости и газа», «Системы автоматизированного проектирования технологических процессов», «Теоретические основы проектирования технологических процессов производства ракетных двигателей твердого топлива», «Конструирование и производство изделий из композиционных материалов», «Методы принятия технических решений», «Экономика предприятия и отрасли», «Организация и планирование предприятия» и программами учебной, производственных и преддипломной практик, участвующих в формировании компетенций совместно с данной дисциплиной.

Разработчик	<u>ст. преподаватель</u> (ученая степень, звание)	 (подпись)	<u>И.Н. Лапин</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»  2017 г., протокол № 19.

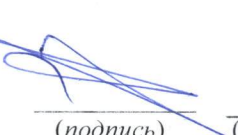
Заведующий кафедрой «Ракетно-космическая техника и энергетические системы», ведущей дисциплину	<u>д-р техн. наук, проф.</u> (ученая степень, звание)	 (подпись)	<u>М.И. Соколовский</u> (инициалы, фамилия)
--	--	---	--

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией Аэрокосмического факультета «07»  2017 г., протокол № 10.

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 – получение знаний о существующих конструктивных решениях применяемых в ракетных двигателях на твердом топливе, развитие умений анализировать конструкции и методики проектирования ракетных двигателей на твердом топливе (РДТТ), приобретение навыков создания конструктивно-компоновочных схем и конструктивного облика энергетических установок на твердом топливе, в том числе с использованием программного обеспечения.

В процессе изучения данной дисциплины студент осваивает 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 принимать участие в разработке и оформлении эскизных, технических, рабочих и законченных проектов изделий и технологических процессов, проектно-технической и конструкторской документации (АПК.ПК-2);

– способность составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с научно-техническим и технико-экономическим обоснованием принятых проектно-технических решений (АПК.ПК-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 (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);

– способность выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов при изготовлении деталей и агрегатов ракетных двигателей твёрдого топлива, осуществлять технический контроль и управление качеством при их производстве на основе отраслевых нормативных документов качества, разрабатывать конструкторские и организационные мероприятия по минимизации воздействия ракетных двигателей на биосферу земли в процессе всего жизненного цикла, участвовать в подготовке и утилизации ракетных двигателей твёрдого топлива и обеспечивать выполнение международных обязательств по контролю за нераспространением ракетно-ядерного оружия (АПСК-6);

1.2 Задачи дисциплины:

– **изучение** основных конструктивных решений в области конструирования ракетных двигателей на твердом топливе, конструкций и узлов РДТТ;

– **формирование умений** проводить конструктивный анализ и определять параметры узлов РДТТ;

– **формирование навыков** инженерного обоснования проектных решений и

расчета параметров РДТТ с использованием программного обеспечения.

1.3 Предметом изучения дисциплины являются следующие объекты:

- ракетные двигатели твёрдого топлива;
- основные понятия и теоретические принципы конструирования твердотопливных ракет;
- системы управления вектором тяги двигателей твердотопливных ракет;
- конструкции соединительных узлов применяемых для твердотопливных ракетных двигательных установок;
- камеры сгорания;
- форсуночные блоки;
- твердотопливные заряды;
- сопла ракетных двигателей;
- материалы конструкций и вспомогательных устройств.

1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Конструкция ракетных двигателей твердого топлива» относится к базовой 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 демонстрировать следующие результаты:

• знать:

- основные типы конструкций узлов РДТТ;
- правила формирования эскизных, технических и рабочих проектов двигателей летательных аппаратов;
- основные конструкционные и теплозащитные материалы, используемые в ракетных двигателях;
- конструктивные схемы соединений применяемых при соединении узлов ракетных двигателей;
- типы уплотнений применяемых в конструкциях ракетных двигателей;
- теоретические основы и способы утилизации ракетных двигателей твердого топлива;
- международные требования по контролю за нераспространением ракетно-ядерного оружия;
- расчетные методики оценки прочности, теплонапряженности, газодинамических параметров.

• уметь:

- выбирать обоснованные значения геометрических характеристик узлов РДТТ;
- выбирать геометрические параметры конструктивных элементов;
- выполнять проектные расчеты узлов и систем с использованием программных пакетов;
- конструировать ракетные двигатели твердого топлива, их узлы и агрегаты;
- разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты двигателей летательных аппаратов;
- анализировать конструктивные решения по эффективности ракетных двигателей;

- формулировать задания для расчета и конструирования ракетных двигательных установок твердого топлива;
- разрабатывать программу испытаний ракетного двигателя с учетом экологических норм безопасности;
- производить проектные расчеты для оценки эффективности принятых конструктивных решений в РДТТ;
- учитывать тепловые режимы работы систем РДТТ в составе двигательной установки.

• **владеть:**

- навыками определения характеристик РДТТ на этапе эскизного проектирования;
- навыками формирования конструктивного облика систем РДТТ;
- навыками расчета и конструирования ракетных двигателей твердого топлива, их узлов и агрегатов с использованием информационных технологий;
- методами исследований (с применением САПР) по обоснованию конструктивных решений в ракетно-космической технике;
- методами анализа технико-экономических проектных решений РДТТ;
- методами обеспечения экологичности РДТТ;
- методами испытаний ракетного двигателя с учетом международных норм безопасности;
- методами компьютерного моделирования ракетных двигателей;
- методиками расчета теплообменных процессов в камере сгорания и сопловом блоке ракетного двигателя твердого топлива.

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)
Профессиональные 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.	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,	Автоматизация проектирования ракетных двигателей, Конструирование и производство изделий из композиционных материалов.

		<p>Проектирование зарядов твердых ракетных топлив, Учебная практика (практика по получению первичных профессиональных умений и навыков), Производственная практика (стажировка проектно-конструкторская).</p>	
АПК.ПК-2	<p>Способность принимать участие в разработке и оформлении эскизных, технических, рабочих и законченных проектов изделий и технологических процессов, проектно-технической и конструкторской документации.</p>	<p>Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика, Метрология, стандартизация и сертификация, Детали машин и основы конструирования, Системы автоматизированного проектирования, Учебная практика (практика по получению первичных профессиональных умений и навыков), Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности), Производственная практика (стажировка проектно-конструкторская).</p>	
АПК.ПК-3	<p>Способность составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с научно-техническим и технико-экономическим обоснованием принятых проектно-технических решений.</p>	<p>Введение в специальность, Сопротивление материалов, Детали машин и основы конструирования, Экономика предприятия и отрасли, Организация и планирование предприятия, Методы принятия технических решений, Производственная практика (стажировка</p>	<p>Производственная практика (стажировка организационно-управленческая)</p>

		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, Теория, расчет и проектирование ракетных двигателей твёрдого топлива, Основы конструирования ракетных двигателей твёрдого топлива, Проектирование зарядов твёрдых ракетных топлив, Конструирование и инженерные методы расчета РДТТ, Конструирование и инженерные методы расчета ЖРД, Динамика и прочность ракетных двигателей, Производственная практика (стажировка проектно-конструкторская).	САЕ-системы в механике деформируемого твёрдого тела, САЕ-системы в механике жидкости и газа, 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 надежный режим работы теплонапряженных узлов и деталей авиационных и ракетных двигателей и энергетических установок, а также высокоэффективные теплообменные аппараты, используя средства автоматизированного проектирования и	Теория, расчет и проектирование ракетных двигателей твёрдого топлива, Конструирование и инженерные методы расчета РДТТ, Конструирование и инженерные методы расчета ЖРД, Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности)	Системы автоматизированного проектирования технологических процессов

	передовой опыт разработки конкурентоспособных изделий.		
АПСК-6	Способность выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов при изготовлении деталей и агрегатов ракетных двигателей твёрдого топлива, осуществлять технический контроль и управление качеством при их производстве на основе отраслевых нормативных документов качества, разрабатывать конструкторские и организационные мероприятия по минимизации воздействия ракетных двигателей на биосферу земли в процессе всего жизненного цикла, участвовать в подготовке и утилизации ракетных двигателей твёрдого топлива и обеспечивать выполнение международных обязательств по контролю за нераспространением ракетно-ядерного оружия.	Теоретические основы проектирования технологических процессов производства ракетных двигателей твёрдого топлива	

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

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенций АПК.ПК-1, АПК.ПК-2, АПК.ПК-3, АПСК-3, АПСК-4, АПСК-6.

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.Б.28	Способность принимать участие в работах по расчёту и конструированию отдельных деталей и узлов двигателей летательных аппаратов в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования

Требования к компонентному составу компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знает: – основные типы конструкций узлов РДТТ; – расчетные методики оценки прочности, теплонапряженности, газодинамических параметров.	Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.	Тестовые вопросы текущего контроля. Тестовые вопросы рубежного контроля. Вопросы к экзамену.
Умеет: – выбирать обоснованные значения геометрических характеристик узлов РДТТ; – конструировать ракетные двигатели твердого топлива, их узлы и агрегаты.	Практические занятия. Лабораторные работы. Самостоятельная работа (подготовка к ПЗ и ЛР)	Задания к практическим занятиям. Задания рубежных контрольных работ. Задания лабораторных работ (ЛР) и отчёты по ЛР. Практические задания к экзамену.
Владеет: – навыками определения характеристик РДТТ на этапе эскизного проектирования; – навыками расчета и конструирования ракетных двигателей твердого топлива, их узлов и агрегатов с использованием информационных технологий.	Лабораторные работы. Самостоятельная работа (подготовка к ЛР).	Задания лабораторных работ (ЛР) и отчёты по ЛР.

2.2 Дисциплинарная карта компетенции АПК.ПК-2

Код	Формулировка компетенции
АПК.ПК-2	Способность принимать участие в разработке и оформлении эскизных, технических, рабочих и законченных проектов изделий и технологических процессов, проектно-технической и конструкторской документации

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
АПК.ПК-2. Б1.Б.28	Способность принимать участие в разработке и оформлении эскизных, технических, рабочих проектов изделий, проектно-конструкторской документации

Требования к компонентному составу компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знает: – правила формирования эскизных, технических и рабочих проектов двигателей летательных аппаратов.	Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.	Тестовые вопросы текущего контроля. Тестовые вопросы рубежного контроля. Вопросы к экзамену.
Умеет: – разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты двигателей летательных аппаратов.	Выполнение курсового проекта.	Задание на курсовой проект. Задания рубежных контрольных работ. Практические задания к экзамену.
Владет: – методами анализа технико-экономических проектных решений РДТТ; – методами исследований (с применением САПР) по обоснованию конструктивных решений в ракетно-космической технике.	Выполнение курсового проекта.	Задание на курсовой проект.

2.3 Дисциплинарная карта компетенции АПК.ПК-3

Код	Формулировка компетенции
АПК.ПК-3	Способность составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с научно-техническим и технико-экономическим обоснованием принятых проектно-технических решений

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
АПК.ПК-3. Б1.Б.28	Способность составлять описания принципов действия и устройства проектируемых узлов с научно-техническим обоснованием принятых проектно-технических решений

Требования к компонентному составу компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знает: – основные конструкционные и теплозащитные материалы, используемые в ракетных двигателях.	Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.	Тестовые вопросы текущего контроля. Тестовые вопросы рубежного контроля. Вопросы к экзамену.
Умеет: – анализировать конструктивные решения по эффективности ракетных двигателей; – учитывать тепловые режимы работы систем РДТТ в составе двигательной установки.	Выполнение курсового проекта.	Задание на курсовую работу. Задание на курсовой проект. Задания рубежных контрольных работ. Практические задания к экзамену.
Владет: – навыками формирования конструктивного облика систем РДТТ.	Выполнение курсового проекта.	Задание на курсовой проект. Практические задания к экзамену.

2.4 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.Б.28	Способность выполнять расчёты параметров рабочего процесса, прочностного, теплового состояния, их деталей, узлов ракетных двигателей твёрдого топлива и осуществлять их конструирование

Требования к компонентному составу компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знает: – конструктивные схемы соединений применяемых при соединении узлов ракетных двигателей.	Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.	Тестовые вопросы текущего контроля. Тестовые вопросы рубежного контроля. Вопросы к экзамену.
Умеет: – выполнять проектные расчеты узлов и систем с использованием программных пакетов; – производить проектные расчеты для оценки эффективности принятых конструктивных решений в РДТТ.	Выполнение курсового проекта. Выполнение курсовой работы. Практические занятия. Самостоятельная работа (подготовка к ПЗ).	Задания к практическим занятиям. Задание на курсовой проект. Задания рубежных контрольных работ. Практические задания к экзамену.
Владеет: – методиками расчета теплообменных процессов в камере сгорания и сопловом блоке ракетного двигателя твёрдого топлива.	Самостоятельная работа по подготовке к зачёту и экзамену. Выполнение курсового проекта.	Задание на курсовой проект. Практические задания к экзамену.

2.5 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 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

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
АПСК-4.Б1.Б.28	Способность разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты ракетных двигателей твёрдого топлива, их деталей, узлов, в том числе эффективные системы охлаждения, обеспечивающие надёжный режим работы теплонапряженных узлов и деталей ракетных двигателей, используя средства автоматизированного проектирования и передовой опыт разработки конкурентоспособных изделий

Требования к компонентному составу компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знает: – типы уплотнений применяемых в конструкциях ракетных двигателей.	Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.	Тестовые вопросы текущего контроля. Тестовые вопросы рубежного контроля. Вопросы к экзамену.
Умеет: – выбирать геометрические параметры конструктивных элементов; – формулировать задания для расчета и конструирования ракетных двигательных установок твердого топлива; – учитывать тепловые режимы работы систем РДТТ в составе двигательной установки.	Выполнение курсового проекта. Практические занятия. Самостоятельная работа (подготовка к ПЗ).	Задания к практическим занятиям. Задание на курсовой проект. Задания рубежных контрольных работ. Практические задания к экзамену.
Владеет: – методами компьютерного моделирования ракетных двигателей.	Выполнение курсового проекта.	Задание на курсовой проект. Практические задания к экзамену.

2.6 Дисциплинарная карта компетенции АПСК-6

Код	Формулировка компетенции
АПСК-6	Способность выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов при изготовлении деталей и агрегатов ракетных двигателей твёрдого топлива, осуществлять технический контроль и управление качеством при их производстве на основе отраслевых нормативных документов качества, разрабатывать конструкторские и организационные мероприятия по минимизации воздействия ракетных двигателей на биосферу земли в процессе всего жизненного цикла, участвовать в подготовке и утилизации ракетных двигателей твёрдого топлива и обеспечивать выполнение международных обязательств по контролю за нераспространением ракетно-ядерного оружия

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
АПСК-6.Б1.Б.28	Способность выбирать основные и вспомогательные материалы при изготовлении деталей и агрегатов ракетных двигателей твёрдого топлива, разрабатывать конструкторские и организационные мероприятия по минимизации воздействия ракетных двигателей на биосферу земли в процессе всего жизненного цикла, участвовать в подготовке и утилизации ракетных двигателей твёрдого топлива и обеспечивать выполнение международных обязательств по контролю за нераспространением ракетно-ядерного оружия.

Требования к компонентному составу компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – теоретические основы и способы утилизации ракетных двигателей твердого топлива; – международные требования по контролю за нераспространением ракетно-ядерного оружия. 	<p>Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.</p>	<p>Тестовые вопросы текущего контроля. Тестовые вопросы рубежного контроля. Вопросы к экзамену.</p>
<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – разрабатывать программу испытаний ракетного двигателя с учетом экологических норм безопасности. 	<p>Практические занятия. Выполнение курсового проекта. Самостоятельная работа (подготовка к ПЗ и ЛР).</p>	<p>Задания к практическим занятиям. Задание на курсовой проект. Задания рубежных контрольных работ. Практические задания к экзамену.</p>
<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методами обеспечения экологичности РДТТ; – методами испытаний ракетного двигателя с учетом международных норм безопасности. 	<p>Практические занятия. Лабораторные работы. Выполнение курсовой работы. Самостоятельная работа (подготовка к ПЗ и ЛР).</p>	<p>Задания к практическим занятиям. Задания лабораторных работ (ЛР) и отчёты по ЛР. Практические задания к экзамену.</p>

3 Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Объем дисциплины в зачетных единицах составляет 7 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	Трудоёмкость, час.		
		по семестрам		всего
		9 семестр	10 семестр	
1	2	3	4	5
1	Аудиторная (контактная) работа	54	54	108
	– лекции (Л)	18	18	36
	– практические занятия (ПЗ)	14	14	28
	– лабораторные работы (ЛР)	18	18	36
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	8
2	Самостоятельная работа студентов (СРС)	54	54	108
	– изучение теоретического материала	22	9	31
	– подготовка к аудиторным занятиям (лекциям, лабораторным, практическим работам)	32	9	41
	– курсовой проект	–	36	36
3	Итоговый контроль (промежуточная аттестация обучающихся) по дисциплине	экзамен 36	зачет	36
4	Трудоёмкость дисциплины, всего:			
	в часах (ч)	144	108	252
	в зачётных единицах (ЗЕ)	4	3	7

4 Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Таблица 4.1 – Тематический план по модулям учебной дисциплины (9 семестр)

Номер учебного модуля	Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий (очная форма обучения)						Итоговый контроль	Самостоятельная работа	Трудоёмкость, ч/ЗЕТ		
			Аудиторная работа					Итоговый контроль				Самостоятельная работа	Трудоёмкость, ч/ЗЕТ
			Всего	Л	ПЗ	ЛР	КСР						
1	1	Введение	0,5	0,5					1	1,5			
		1	6	2		4			6	12			
	2	2	8	2	4	2			8	16			
		3	9	3	4	2			9	18			
	3	4	2	2					4	6			
		5	6,5	2,5		4			8	14,5			
	Всего по модулю:			34	12	8	12	2		36	70		
2	4	6	11	3	6	2			10	21			
		7	7	3		4			8	15			
	Всего по модулю:			20	6	6	6	2		18	38		
Промежуточная аттестация								экзамен 36					
Всего:			54	18	14	18	4		36	54	144/4		

Таблица 4.1 – Тематический план по модулям учебной дисциплины 10 семестр)

Номер учебного модуля	Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий (очная форма обучения)						Итоговый контроль	Самостоятельная работа	Трудоёмкость, ч/ЗЕТ		
			Аудиторная работа					Итоговый контроль				Самостоятельная работа	Трудоёмкость, ч/ЗЕТ
			Всего	Л	ПЗ	ЛР	КСР						
3	5	8	14	4	4	6			12	26			
		9	7	3	4				10	17			
	Всего по модулю:			23	7	8	6	2		22	45		
4	6	10	8	4		4			10	18			
		11	13	3	6	4			14	27			
		12	8	4		4			8	16			
	Всего по модулю:			31	11	6	12	2		32	63		
Промежуточная аттестация								зачет					
Всего:			54	18	14	18	4		54	108/3			

4.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

4.2.1 Семестр 9

Модуль 1. Ракетные двигатели твердого топлива

Л – 12 ч, ПЗ – 8, ЛР - 12 ч, СРС – 36 ч.

Раздел 1. Ракетные двигатели твердого топлива

Введение – 0,5 ч

Тема 1. Общая характеристика ракетных двигателей

Формы камер сгорания ракетных двигателей твердого топлива. Цилиндрическая и конусная камеры сгорания. Сравнительная характеристика камер сгорания по весам, массовым и прочностным величинам. Секционные, сферические, тороидальные, чечевичные камеры сгорания.

Раздел 2. Начало и завершение работы РД

Тема 2. продолжительность действия тяги

Двигательные установки без отсечки тяги и с отсечкой. Обнуление тяги путем сброса давления из камеры сгорания, впрыск охладителя в камеру сгорания. Отсечка тяги без прекращения горения заряда. Ступенчатый сброс давления.

Тема 3 Воспламенение зарядов ракетных двигателей и Особенности устройств системы воспламенения. Форсажные устройства. Пироэлектрозапалы. Пиропатроны. Требования к системе воспламенения. Воспламенители картузные, рулонные, коробчатые, кольцевого, корзиночного, трубчатого типа. Расчетные зависимости по определению массы воспламенительного состава.

Раздел 3. Особенности конструкции РД

Тема 4. Особенности конструкции ракетных двигателей твердого топлива

Требования, предъявляемые к конструкции ракетным двигателям твердого топлива. Несущие элементы корпуса. Конструктивно-технологические требования к корпусу ракетных двигателей твердого топлива. Конструкционные материалы. Пластические материалы. Рекомендации по выбору материала несущих конструкций.

Тема 5. Соединения применяемые в РД

Днища ракетных двигателей твердого топлива (эллиптические, сферические, плоские). Назначение стыков элементов конструкции. Требования, предъявляемые стыковым узлам. Сварные, резьбовые, фланцевые, клиновые соединения. Конструктивная реализация стыковых узлов. Методы уплотнений стыков. Пластмассы и их характеристики.

Модуль 2. Конструктивные особенности РДТТ

Л – 6 ч, ПЗ – 6 ч, ЛР – 6 ч, СРС – 18 ч.

Раздел 4 . Конструкция РДТТ

Тема 6. Конструктивные схемы РДТТ

Конструкция обечайки. Конструкция днищ. Конструкция сопловых блоков.

Тема 7. Применение материалов и соединений РДТТ

Конструкция разъемных соединений и уплотнений. Неразъемные соединения. Теплозащитные покрытия. Особенности конструирования газогенераторов. Конструкционные материалы. Технологичность конструкции РДТТ.

4.2.2 Семестр 10

Модуль 3. Расчет параметров РДТТ

Л – 7 ч, ПЗ – 8 ч, ЛР – 6 ч, СРС – 22 ч

Раздел 5. Расчет параметров РДТТ

Тема 8. Внутрибаллистический расчет.

Методы математического моделирования ракетных двигателей. Термодинамический расчет. Внутрибаллистический расчет. Газодинамический расчет.

Тема 9. Прочностной расчет заряда

Прочностной расчет заряда: расчет на прочность скрепленного заряда; расчет на прочность вкладного заряда. Тепловой расчет (методика расчета теплообменных процессов в камере сгорания и сопловом блоке ракетного двигателя, выбор и расчет основных конструкционных и теплозащитных материалов, используемых в ракетных двигателях). Потери единичного импульса в РДТТ.

Модуль 4. Органы управления маршевых РДТТ

Л – 11 ч, ПЗ – 6 ч, ЛР – 12 ч, СРС – 32 ч.

Раздел 6. Органы управления маршевых РДТТ

Тема 10. Конструктивные схемы и принципы создания управляющих усилий

Механические надстроечные органы управления: рулевые двигатели, газовые рули, дефлекторы, триммеры, поворотные насадки. Управляющие сопла: вращающиеся, качающиеся, разрезные, поворотные. Инжекционные органы управления: вдув (перепуск) газа, впрыск жидкости в закритическую часть сопла. Поворотные управляющие сопла (ПУС) со сферическим разъемом (конструктивные схемы, классификация подвесов).

Тема 11. Поворотное управляющее сопло с эластичным опорным шарниром

Эластичный опорный шарнир (ЭОШ) как узел подвеса ПУС: принцип и особенности работы, параметры и характеристики. Газодинамическая сила, действующая на ПУС (определение по распределению давления). Составляющие шарнирного момента. Нагрузочная характеристика. Поворотное управляющее сопло с двойным ЭОШ.

Тема 12. Основные задачи и способы управления твердотопливными ракетными двигательными установками (ТТРДУ)

Классификация управляемых ТТРДУ: по назначению и области применения, по оперативности управления, по принципу действия, по типу используемых топлив.

Управляемая ТТРДУ в качестве двигательной установки боевой ступени: основные задачи, режимы работы при построении боевых порядков. Способы управления модулем вектора тяги ТТРДУ: изменение площади критического сечения, изменение поверхности горения, ввод дополнительной массы в камеру сгорания, непосредственное воздействие на скорость горения, подвод энергии в двигательную установку, двухкамерные установки.

4.3. Перечень тем практических занятий

Таблица 4.2 – Темы практических занятий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия
1	8	Определение параметров на срезе сопла
2	2	Определение температуры продуктов сгорания в камере двигателя
3	8,11	Определение скорости потока по сечениям сопла
4	6	Определение геометрических параметров сопла
5	3,8	Проектирование воспламенителя ракетного двигателя
6	9,11	Расчет металлизированного корпуса РДТТ
7	8,9	Расчет корпуса РДТТ из композиционного материала

4.4 Перечень тем лабораторных работ

Таблица 4.3 – Темы лабораторных работ

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы лабораторной работы
1	1	Изучение конструкции ракетного двигателя на твердом топливе
2	3	Изучение конструкции воспламенителя
3	6,8	Изучение конструкции сопловых блоков
4	11	Изучение конструкции соединительных узлов
5	2	Изучение двигателя МБР – блок А
6	5,7	Изучение двигателя МБР – блок Б
7	8	Изучение двигателя МБР – блок В
8	10,12	Численное моделирование работы соплового блока

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	Трудоемкость, час.
1	Изучение теоретического материала	4
	Подготовка к лабораторной работе	2
2	Изучение теоретического материала	4
	Подготовка к лабораторной работе	2
	Подготовка к практической работе	2
3	Изучение теоретического материала	4
	Подготовка к лабораторной работе	3
	Подготовка к практической работе	2
4	Изучение теоретического материала	4
5	Изучение теоретического материала	4
	Подготовка к лабораторной работе	4
6	Изучение теоретического материала	4
	Подготовка к лабораторной работе	2
	Подготовка к практической работе	2
7	Изучение теоретического материала	4
	Подготовка к лабораторной работе	4
8	Изучение теоретического материала	2
	Подготовка к лабораторной работе	2
	Подготовка к практической работе	4
	Выполнение курсового проекта	4
9	Изучение теоретического материала	2
	Подготовка к практической работе	2
	Выполнение курсового проекта	6
10	Изучение теоретического материала	2
	Подготовка к лабораторной работе	2
	Выполнение курсового проекта	6
11	Изучение теоретического материала	4
	Подготовка к лабораторной работе	2
	Подготовка к практической работе	4
	Выполнение курсового проекта	4
12	Изучение теоретического материала	2
	Подготовка к лабораторной работе	2
	Выполнение курсового проекта	4
	Итого час./ ЗЕ	108/3

5.1.1 Изучение теоретического материала

Тематика вопросов, изучаемых самостоятельно:

Тема 1. Секционные, сферические, тороидальные, чечевичные камеры сгорания. Сравнительная характеристика камер сгорания по весам.

Тема 3. Пиропатроны. Требования к системе воспламенения. Воспламенители картузные, трубчатого типа. Расчетные зависимости по определению массы воспламенительного состава.

Тема 4. Конструктивно-технологические требования к корпусу ракетных двигателей твердого топлива. Пластические материалы.

Тема 5. Назначение стыков элементов конструкции. клиновые соединения. Пластмассы и их характеристики.

Тема 7. Особенности конструирования газогенераторов. Конструкционные материалы. Технологичность конструкции РДТТ.

Тема 8. Методы математического моделирования ракетных двигателей.

Тема 9. Тепловой расчет (методика расчета теплообменных процессов в камере сгорания и сопловом блоке ракетного двигателя). Потери единичного импульса в РДТТ.

Тема 10. Триммеры, поворотные насадки. Инжекционные органы управления: вдув (перепуск) газа. Поворотные управляющие сопла (ПУС) со сферическим разъемом (конструктивные схемы, классификация подвесов).

Тема 11. Характеристики ЭОШ. Составляющие шарнирного момента. Нагрузочная характеристика. Поворотное управляющее сопло с двойным ЭОШ.

Тема 12. Управляемая ТТРДУ в качестве двигательной установки боевой ступени. изменение площади критического сечения, ввод дополнительной массы в камеру сгорания, подвод энергии в двигательную установку.

5.1.2 Курсовой проект

Тема курсового проекта типовая – «Проектировочный расчет ракетного двигателя на твердом топливе».

Цель курсового проекта – спроектировать двигательную установку на твердом топливе.

Задачи: выбор твердого ракетного топлива; выбор типа заряда твердого топлива; провести внутрибаллистический расчет двигателя; прочностной расчет заряда, корпуса и днищ двигателя; спроектировать воспламенитель и сопло; провести термодинамический расчет и оформить конструкторскую документацию.

Выдается техническое задание на группу студентов из 3-4 человек. Предложенная методика обеспечивает возможность использования различных видов самостоятельной работы студентов, направленной как на закрепление полученных знаний, умений и навыков, так и на формирование новых, в том числе на выполнение творческих групповых проектов. Организация самостоятельной работы студентов в малой группе дает преподавателю связать успехи или неудачи студентов, оказавшихся в одной малой группе, т.е. сделать их взаимозависимыми. Разработана методика проведения такой самостоятельной работы, которая включает в себя: принцип формирования малых групп, а также формы контроля и критерии оценки этой самостоятельной работы. Данная методика предполагает обязательную консультативную форму взаимодействия студентов с преподавателем, при которой

преподаватель не только помогает студентам разобраться в наиболее сложных вопросах, но и одновременно осуществляет контролирующую и оценивающую функции. При выполнении курсового проекта у студента формируются компоненты следующих компетенции: АПК.ПК-1; АПСК-3; АПСК-4; АПСК-6.

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 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;
- бланочное тестирование.

6.2 Рубежный и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

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

- тестирование по теоретическому материалу (модули 1 – 4);
- контрольные работы (решение индивидуальных контрольных задач, модули 1– 4).

6.3 Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

1) Экзамен (9 семестр)

Экзамен по дисциплине проводится устно по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса .

Экзаменационная оценка выставляется с учётом результатов рубежного контроля.

2) Зачёт (10 семестр)

Условия проставления зачета по дисциплине:

Зачёт по дисциплине выставляется по итогам проведённого промежуточного контроля и при выполнении заданий всех практических занятий, лабораторных работ и иных видов аудиторной и самостоятельной работы.

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы и методы оценки, критерии оценивания, перечень контрольных точек и таблицу 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	КП	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7
Усвоенные знания						
Знает:						
– основные типы конструкций узлов РДТТ;	+	+	+			ТВ
– правила формирования эскизных, технических и рабочих проектов двигателей летательных аппаратов;	+	+	+			ТВ
– основные конструкционные и теплозащитные материалы, используемые в ракетных двигателях;	+	+	+			ТВ
– конструктивные схемы соединений применяемых при соединении узлов ракетных двигателей;	+	+	+			ТВ
– типы уплотнений применяемых в конструкциях ракетных двигателей;	+	+	+			ТВ

– теоретические основы и способы утилизации ракетных двигателей твердого топлива.	+	+	+			ТВ
– международные требования по контролю за нераспространением ракетно-ядерного оружия;	+	+	+			ТВ
– расчетные методики оценки прочности, теплонапряженности, газодинамических параметров.	+	+	+			ТВ
Освоенные умения						
Умеет:						
– выбирать обоснованные значения геометрических характеристик узлов РДТТ;			+	+	+	КЗ
– выбирать геометрические параметры конструктивных элементов;			+	+		КЗ
– выполнять проектные расчеты узлов и систем с использованием программных пакетов;			+	+	+	КЗ
– конструировать ракетные двигатели твердого топлива, их узлы и агрегаты;			+	+	+	КЗ
– разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты двигателей летательных аппаратов;			+	+	+	КЗ
– анализировать конструктивные решения по эффективности ракетных двигателей;			+	+	+	КЗ
– формулировать задания для расчета и конструирования ракетных двигательных установок твердого топлива;			+	+		КЗ
– разрабатывать программу испытаний ракетного двигателя с учетом экологических норм безопасности;			+	+		КЗ
– производить проектные расчеты для оценки эффективности принятых конструктивных решений в РДТТ;			+	+	+	КЗ
– учитывать тепловые режимы работы систем РДТТ в составе двигательной установки.			+	+	+	КЗ
Приобретенные владения						
Владеет:						
– навыками определения характеристик РДТТ на этапе эскизного проектирования;				+	+	КЗ
– навыками формирования конструктивного облика систем РДТТ;				+	+	КЗ
– навыками расчета и конструирования ракетных двигателей твердого топлива, их узлов и агрегатов с использованием информационных технологий				+	+	КЗ
– методами исследований (с применением САПР) по обоснованию конструктивных решений в ракетно-космической технике;				+	+	КЗ
– методами анализа технико-экономических проектных решений РДТТ;				+	+	КЗ
– методами обеспечения экологичности РДТТ;				+	+	КЗ

– методами испытаний ракетного двигателя с учетом международных норм безопасности;				+	+	КЗ
– методами компьютерного моделирования ракетных двигателей;				+	+	КЗ
– методиками расчета теплообменных процессов в камере сгорания и сопловом блоке ракетного двигателя твёрдого топлива.				+	+	КЗ

Примечание:

ТК – текущий контроль знаний по теме (опрос);

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

КП – курсовой проект (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 (9-й семестр)

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				P3				P4						
Лекции	2		2		2		2		2		2			2	2		2		18
Лаборат. занятия		2		2		2		2		2		2		2		2		2	18
Практ. занятия			2		2					2	2			2	2			2	14
КСР								2										2	4
Изучение теор. мат.	2			2		2		2	2	2		4		2		2		2	22
Подготовка к лаб. раб.	2			1		1		2		1	1		2		2		2		16
Подготовка к практ. Раб.		2			2		4					2		2		2		2	16
Модуль:	M1									M2									108
Контрольные работы										+								+	
Дисциплин. контроль																			Экзамен 36

Таблица 7.2 – График учебного процесса по дисциплине (10-й семестр)

Вид работы	Распределение часов по учебным неделям																				Итого, ч.
	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41			
Раздел:	P5										P6										
Лекции	2		2		2		2		2		2		2		2		2		18		
Практ. занятия		2		2		2		2				2				2		2	14		
Лаборат. работы										2	2	2	2	4	2	2		2	18		
КСР									2									2	4		
Изучение теор. мат.	1	1			2	1		1			1		1		1				9		
Курс. проект			4	4			2			4		2		4	6	2	4	4	36		
Модуль:	M3										M4										
Контрольные работы										+								+			
Дисциплин. контроль																			Зачет		

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

8.1. Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

Б1.Б.28
Конструкция ракетных двигателей твердого топлива

(индекс и полное название дисциплины)

Блок 1. Дисциплины (модули)

(блок дисциплины)

x

базовая часть блока

вариативная часть блока

x

обязательная

по выбору студента

24.05.02

*(код направления/
специальности)*

**«Проектирование авиационных и ракетных двигателей»,
специализация «Проектирование ракетных
двигателей твердого топлива»**

(полное название направления подготовки / специальности)

АРД / РД

*(аббревиатура направления/
специальности)*

Уровень
подготовки

x

специалист

бакалавр

магистр

Форма
обучения

x

очная

заочная

очно-заочная

2017

*год утверждения
учебного плана ОПОП*

Семестр(ы)

9,10

Количество групп

1

Количество студентов

25

Лапин Илья Николаевич

(фамилия, инициалы преподавателя)

ст. преподаватель

(должность)

Аэрокосмический

(факультет)

РКТЭС

(кафедра)

2-39-12-33

(контактная информация)

Карта книго-
обеспеченности
в библиотеку сдана

**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
1. Основная литература		
1	Теория и проектирование ракетных двигателей: учебник для вузов / Б.Т. Ерохин. – Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2015. – 596 с.	26 +ЭБС «Лань»
2	Энергетика ракетных двигателей на твёрдом топливе / Ю. М. Милёхин [и др.]. – Москва: Наука, 2013. – 207 с.	15
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	Евграшин Ю. Б. Проектирование и отработка ракетных двигателей на твёрдом топливе, Изд-во ПГТУ, 2008. – 353 с.	153 + ЭБ ПНИПУ
2	Фахрутдинов И. Х. Конструкция и проектирование ракетных двигателей твёрдого топлива : учебник для вузов / И.Х. Фахрутдинов, А.В. Котельников. – Москва: Машиностроение, 1987. – 325 с.	62
2.2 Периодические издания		
Не предусмотрены		
2.3 Нормативно-технические издания		
Не предусмотрены		
2.4 Официальные издания		
Не предусмотрены		
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. 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.	

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

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 параметров РД

8.4 Аудио- и видео-пособия

Вид аудио-видео пособия				Наименование учебного пособия
теле-фильм	кино-фильм	слайды	аудио-пособие	
1	2	3	4	5
		+		Узлы ракетных двигателей твердого топлива

Карта книго-обеспеченности в библиотеку сдана

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	Мультимедийная аудитория	РКТЭС	304 к. Д АКФ	72	42
2	Компьютерный класс	РКТЭС	314 к. Д АКФ	72	12
3	Лаборатория ракетной техники	каф. РКТЭС	к.Д	740	30

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
3	Изделия ракетной техники	6	оперативное управление	Лаборатория ракетной техники, 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		