

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Воткинский филиал
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова»
(ВФ ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»)**



Давыдов И.А.

03.04.2026

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине: Ракетные двигатели

для специальности: 24.05.01 – «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов»,

специализация) Ракетно-космические композитные конструкции
наименование – полностью

уровень образования: специалитет
удалить ненужные варианты

форма обучения: очная
очная/очно-заочная/заочная

общая трудоемкость дисциплины составляет: 6 зачетных единиц

Кафедра «Ракетостроение»

Составитель Коренев Алексей Анатольевич, к.т.н.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и рассмотрена на заседании кафедры «Ракетостроение»

Протокол от 03.04 2026 г. № 4

Заведующий кафедрой «Ракетостроение»

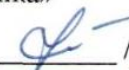
 / Ф. А. Уразбахтин
03.04 2026 г.

СОГЛАСОВАНО

Количество часов рабочей программы и формируемые компетенции соответствуют учебному плану 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов»

Протокол заседания учебно-методической комиссии по УГСН 24.00.00 «Авиационная и ракетно-космическая техника» от 03.04 2026 г. № 4

Председатель учебно-методической комиссии
по УГСН 24.00.00 «Авиационная и ракетно-космическая техника»
(шифр и наименование полностью)

 / Ф. А. Уразбахтин
03.04 2026 г.

Руководитель образовательной программы
«Ракетно-космические композитные конструкции»

 / Ф. А. Уразбахтин
03.04 2026 г.

Название дисциплины	Ракетные двигатели
Направление (специальность) подготовки	24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
Направленность (профиль/программа/специализация)	Ракетно-космические композитные конструкции
Место дисциплины	Часть, формируемая участниками образовательных отношений Блока 1. Дисциплины (модули)
Трудоемкость (з.е. / часы)	6 з.е. / 216 часов
Цель изучения дисциплины	Целью освоения дисциплины является - формирование у студента целостного, научно обоснованного представления о принципах реактивного движения и их реализации в ракетных двигателях, использующих различные источники энергии; - ознакомление студентов с конструкциями ракетных двигателей различных типов и их основных агрегатов, принципами проектирования жидкостных и твердотопливных двигателей, представление знаний по методам расчета и анализа различных элементов конструкций, а также выработка навыков самостоятельной инженерной работы.
Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины	ПК-2. Разработка проектной и рабочей конструкторской документации на ракетную технику (комплексы ракет-носителей, ракеты космического назначения, ракеты-носители, ракетные блоки и их составные части) ПК-3. Испытания и эксплуатация систем и агрегатов ракетной техники
Содержание дисциплины (основные разделы и темы)	Общие сведения о ракетных двигателях и их основные параметры. Классификации ракетных двигателей. Типы ракетных двигателей; виды жидких и твердых топлив. Типовые схемы ЖРД, конструкции основных элементов. Системы создания управляющих усилий и моментов. Классификация РДТТ. Вспомогательные РДТТ. Топливные заряды РДТТ. Основные характеристики камеры сгорания и двигателя. Термодинамический расчет процессов, происходящих в камере сгорания. Газодинамические процессы в камере сгорания. Особенности рабочих процессов в различных моделях термических двигателей. Процессы теплообмена и защиты стенок камеры сгорания. Механизм горения твердых и гидрореагирующих топлив. Основы проектирования ЖРД и РДТТ. Расчет и проектирование элементов конструкций РДТТ. Сопловые блоки РДТТ. Конструкции воспламенительных устройств РДТТ.
Форма промежуточной аттестации	Зачет/зачет с оценкой Курсовая работа

1. Цели и задачи дисциплины:

Целью преподавания дисциплины является ознакомление студентов с конструкциями ракетных двигателей различных типов и их основных агрегатов, принципами проектирования жидкостных и твердотопливных двигателей, представление знаний по методам расчета и анализа различных элементов конструкций, а также выработка навыков самостоятельной инженерной работы.

Задачи дисциплины:

- приобретение знаний по основным типам и конструкциям ракетных двигателей;
- изучение основ проектирования и конструирования ракетных двигателей;
- изучение основной специальной литературы, освещающей вопросы конструкций и проектирования ракетных двигателей.

В результате изучения дисциплины студент должен

знать:

- основные типы ракетных двигателей и виды топлив;
- конструкции ракетных двигателей различных типов и их основных агрегатов;
- наиболее важные параметры и характеристики основных типов ракетных двигателей;
- основы проектирования ракетных двигателей различных типов;
- направления перспективных разработок ракетных двигателей;

уметь:

- анализировать варианты конструкций двигателей;
- выбирать тип ракетного двигателя;
- рассчитывать основные характеристики РДТТ;
- определять геометрические размеры сопловых блоков РДТТ;

владеть:

- методиками определения основных параметров РДТТ;
- навыком математического описания рабочих процессов в РДТТ;
- навыком использования специальной литературы и справочного материала при решении инженерно-технических задач.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО:

2.1. Дисциплина «Ракетные двигатели» относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» ООП.

2.2. Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин: Высшая математика, Инженерная графика, Сопротивление материалов, Введение в специальную технику, Двигательные установки и энергосистемы.

2.3. Для изучения дисциплины студент должен:

знать:

- основы теории тепловых ракетных двигателей;
- методы расчета термодинамических и газодинамических параметров процессов в камере сгорания;
- особенности рабочих процессов в различных моделях термических двигателей;
- способы защиты стенок камеры сгорания; механизм горения твердых топлив;
- виды и принципы инженерных расчетов;

уметь:

- исследовать и решать задачи термодинамики;
- рассчитывать процессы теплообмена и защиты стенок камеры сгорания;
- рассчитывать кривую давления в камере РДТТ;

владеть:

- владеть методиками термодинамических расчетов;

- владеть методиками расчета процессов теплопередачи и теплообмена;
- методиками определения термодинамических и внутривальстических параметров ракетного двигателя.

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

3.1. Знания, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

№ п/п	Знания
1.	Основные типы ракетных двигателей и виды топлив.
2.	Конструкции ракетных двигателей различных типов и их основных агрегатов.
3.	Наиболее важные параметры и характеристики основных типов ракетных двигателей.
4.	Основы проектирования ракетных двигателей различных типов.
5.	Направления перспективных разработок ракетных двигателей.

3.2. Умения, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

№ п/п	Умения
1.	Анализировать варианты конструкций двигателей.
2.	Выбирать тип ракетного двигателя.
3.	Рассчитывать основные характеристики РДТТ.
4.	Определять геометрические размеры сопловых блоков РДТТ.

3.3. Навыки, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

№ п/п	Навыки
1.	Владеть методиками определения основных параметров РДТТ.
2.	Владеть навыком математического описания рабочих процессов в РДТТ.
3.	Применять на практике навыки использования специальной литературы и справочного материала при решении инженерно-технических задач.

3.4. Компетенции, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

Компетенции	Знания (№№ из 3.1)	Умения (№№ из 3.2)	Навыки (№№ из 3.3)
ПК-2. Способность анализировать состояние и перспективы развития как ракетной и ракетно-космической техники в целом, так и ее отдельных направлений, создавать математические модели функционирования объектов ракетной и ракетно-космической техники	1,2,3	1,2	2,3
ПК-8. Способность проводить математическое моделирование разрабатываемого изделия и его подсистем с использованием методов системного подхода и современных программных продуктов для прогнозирования поведения, оптимизации и изучения функционирования изделия в целом, а так же его подсистем с учетом используемых материалов, ожидаемых рисков и возможных отказов	2,3,4	2,3	2,3
ПК-29. Знание и понимание устройства, работу и процессы, происходящие в изделиях ракетно-космической техники	1,2,5	1,3,4	1,2
ПСК-5.1. Способность проводить проектировочные	1,2,3,4	1,2,3,4	1,2,3

расчёты баллистических ракет с РДТТ различного назначения, а также прочностные, тепловые, теплофизические и динамические расчёты твёрдотопливных двигателей, зарядов твёрдого топлива, подкреплённых отсеков, вспомогательных двигателей и других систем			
ПСК-5.2. Способность разрабатывать технологические процессы изготовления и испытания корпусов и зарядов РДТТ, отсеков ракет из конструкционных, в том числе новых композиционных материалов	2,5	1,3	1,3

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

4.1. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/ п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				лек	прак	лаб	СРС*	
	9 семестр							
1	Общие сведения о ракетных двигателях и их основные параметры. Классификации ракетных двигателей. Типы ракетных двигателей; виды жидких и твердых топлив. Типовые схемы ЖРД, конструкции основных элементов	9	1 2 3 4 5	2 2 2 2	 2 2	2 2 2 2	16	Защита отчетов по практическим и лабораторным работам Контрольная работа 1
2	Системы создания управляющих усилий и моментов. Классификация РДТТ. Вспомогательные РДТТ. Топливные заряды РДТТ. Основные характеристики камеры сгорания и двигателя	9	6 7 8 9 10	 2 2 2	2 2 2	 2 2	18	1 аттестация (9 неделя) Защита отчетов по практическим и лабораторным работам
3	Основы проектирования ЖРД и РДТТ. Расчет и проектирование элементов конструкций РДТТ. Сопловые блоки РДТТ. Конструкции воспламенительных устройств РДТТ	9	11 12 13 14 15 16 17	2 2 2 2 2	 2 2 2	2 2 2 2	18	отчетов по практическим и лабораторным работам Контрольная работа 2 2 аттестация 3 аттестация
	Экзамен		18				36	Вопросы к экзамену
	Итого 9 семестр			16	16	16	88	
4	Выполнение курсовой работы. Защита курсовой работы	10 10	1-15 17				36	Смотры курсовых работ Пояснительная записка,

								презентация
	Итого 10 семестр						36	
	Всего			16	16	16	132	

*включая курсовое проектирование

4.2. Содержание разделов курса

№ п/п	Раздел дисциплины	Знания (номер из 3.1)	Умения (номер из 3.2)	Навыки (номер из 3.3)
1	1. Общие сведения о ракетных двигателях и их основные параметры. 1.1. Основные понятия, назначение и состав РД, Виды рабочих тел. Основные типы двигательных установок: с ЖРД, с РДТТ, с ядерным, электрическим, солнечным, воздушно- и гидро-реактивным ракетным двигателем. 1.2. Основные параметры РД. Классификации РД. Назначение РД и классификация рабочих тел. Общие и специфические требования к рабочим телам. 1.3. Типовые схемы ЖРД. Конструктивные особенности систем охлаждения камеры. Камеры ЖРД: общая характеристика камер, требования к ним, формы. Типы форсунок. Конструкции головок камер, элементов арматуры ЖРД.	1,2,3 1,3 1,2,3	1,2 1,2 1	1,3 1,3 1,3
2	2. Системы создания управляющих усилий и моментов. Классификация РДТТ. 2.1. Требования к системам создания управляющих усилий и моментов, классификация. Подвижные элементы, устанавливаемые в поток продуктов сгорания, истекающих из сопла камеры. Отклоняемые камеры и двигатели. Рулевые двигатели. Поворотные сопла. Впрыск жидкости, вдув газа. Рассогласование тяги двигателей, входящих в состав ДУ. 2.2. Особенности конструкции РДТТ. Конструкция с вкладным зарядом и со скрепленным зарядом. Основные параметры и особенности конструкций РДТТ. 2.3. Классификация РДТТ. Требования к конструкции РДТТ. Схемы размещения ДУ на ракете и конструктивные схемы РДТТ. Взаимосвязь характеристик ракеты и РДТТ. Тенденции развития РДТТ. 2.4. Назначение вспомогательных РДТТ, требования к ним, примеры. РДТТ для выполнения маневров межорбитальных переходов. Малогабаритные РДТТ. Топливные заряды РДТТ: трубчатый, телескопический, канально-щелевой, звездообразный и торцевой заряд – достоинства, недостатки. Бронирующие покрытия.	1,2,3 1,2,3 1,2,5 1,2,3,5	1,2 1,2 1,2 1	2,3 2,3 2,3 2,3
3	3. Основы проектирования ЖРД и РДТТ. 3.1. Основы проектирования ЖРД. Расчет и проектирование элементов конструкций РДТТ. Расчет и проектирование металлических элементов конструкций. Расчет обечайки двигателя на прочность, устойчивость. Расчет днищ (полусферическое, эллип-	2,4	1,3	1,3

	тическое, торосферическое, днище Бицено). Компенсация отверстий.			
	3.2. Виды соединений, конструкции (фланцевые, штифто-болтовые, шпоночные, клиновые и резьбовые соединения). Конструкции уплотнений разъемных соединений. Неразъемные соединения.	2,4,5	1,3	1,3
	3.3. Сопловые блоки РДТТ. Классификация сопл. Потери в соплах. Выбор формы и углов раскрытия сопел. Построение профиля сопла. Конструкции односопловых блоков. Многосопловые блоки. Кольцевые сопла. Конструкции сопловых блоков изменяемой геометрии с высокой степенью расширения.	2,4,5	1,3,4	1,2,3
	3.4. Конструкции воспламенительных устройств РДТТ. Характеристики и параметры ВУ. Конструктивные схемы ВУ. Виды инициирующих устройств. Состав, принцип работы. Варианты исполнения корпуса ВУ. Назначение основных частей воспламенителя. Варианты расположения ВУ в корпусе РДТТ и характерные особенности протекания процесса воспламенения.	2,4	1,3	1,2,3

4.3. Наименование тем практических занятий, их содержание и объем в часах

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практического занятия	Трудоемкость (час)
1.	1	Расчет сопла. Расчет корпуса ракетного двигателя	2
2.	2	Выбор и обоснование топлива и формы заряда	2
3.	2	Определение размеров топливного заряда и условий заряжания	2
4.	2	Расчет бронирующего покрытия	1
5.	1	Расчет характеристик камеры двигателя	2
6.	3	Выбор и расчет воспламенительного устройства	2
7.	3	Расчет кривой давления в камере РД	2
8.	3	Расчет высотной характеристики	1
9.	3	Выбор и расчет теплозащитного покрытия	2
	Всего		16

4.4.
На
им

енование тем лабораторных работ, их содержание и объем в часах

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час)
1.	1	Конструкции ракетных двигателей различных типов	4
2.	2	Конструкции камер и турбонасосных агрегатов ЖРД	4
3.	2	Компоновка и узлы общей сборки РДТТ	4
4.	3	Конструкции корпусов и сопловых блоков РДТТ	4
	Всего		16

4.5. Рекомендуемые образовательные технологии

В данном курсе используются классические аудиторные методы обучения с использованием мультимедийного оборудования. Лабораторные работы проходят в вычислительных центрах вуза.

Для проработки и закрепления лекционного материала по дисциплине «Ракетные двигатели» применяются:

Технология
Работа в малых группах
Видеоуроки
Индивидуальные задания
Работа с презентациями лекций и лабораторных работ

5. Содержание самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

5.1. Содержание самостоятельной работы

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование тем	Трудоемкость (час)
	9 семестр		
1	1	Общие сведения о ракетных двигателях и их основные параметры. Классификации ракетных двигателей. Типы ракетных двигателей; виды жидких и твердых топлив. Типовые схемы ЖРД, конструкции основных элементов	16
2	2	Системы создания управляющих усилий и моментов. Классификация РДТТ. Вспомогательные РДТТ. Топливные заряды РДТТ. Основные характеристики камеры сгорания и двигателя	22
3	3	Основы проектирования ЖРД и РДТТ. Расчет и проектирование элементов конструкций РДТТ. Сопловые блоки РДТТ. Конструкции воспламенительных устройств РДТТ	22
	Всего 9 семестр		60
	10 семестр		
4	1,2,3	Разработка технического задания на выполнение проверочно-расчетных работ к курсовой работе	5
	1,2,3	Конструктивно-силовая и расчетная схемы. Расчет параметров объекта.	10
	1,2,3	Анализ результатов расчета	5
	1,2,3	Разработка технического предложения по результатам расчета	6
	1,2,3	Оформление пояснительной записки (ПЗ) в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105-95, ГОСТ 2.106-96; Оформление графической части курсового проекта (чертежи, плакаты): Подготовка доклада.	10
	1,2,3	Разработка технического задания на выполнение проверочно-расчетных работ к курсовой работе	5
	Всего 10 семестр		36
	ИТОГО		96

5.2. Оценочные средства, используемые для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по итогам освоения дисциплины, их виды и формы, требования к ним

и шкалы оценивания приведены в приложении к рабочей программе дисциплины «Фонд оценочных средств по дисциплине «Ракетные двигатели», которое оформляется в виде отдельного документа.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) основная литература

№ п/п	Наименование книги	Год издания
1	Твердотопливные регулируемые двигательные установки / РАРАН; Ю.С. Соломонов и др. – М.: Машиностроение, 2011. – 416 с.: ил.	2011
2	Ракетные двигательные установки. Термины и определения [Электронный ресурс]: учебное пособие / Д. А. Ягодников, Н. Я. Ирьянов. — Электрон. текстовые данные. — М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2012. - 89 с. — 2227-8397. Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/31527.html	2012
3	Соколовский М.И., Петренко В.И., Зыков Г.А. и др. Управляемые энергетические установки на твердом ракетном топливе. М.: Машиностроение, 2003. 464 с.	2003
4.	Дорофеев А.А. Основы теории тепловых ракетных двигателей. – М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2014. -571с.	2014
5.	Конструкция и проектирование комбинированных ракетных двигателей на твердом топливе/Б.В.Обносков В.А.Сорокин, Л.С.Яновский и др. -М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2012.-303с.	20122010
6.	Вашурин В.О. Энергетические характеристики твердых и гибридных топлив и определение основных параметров ракетных двигателей [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.О. Вашурин, Б.Б. Петрикевич, Д.А. Чумаев. — Электрон. текстовые данные. —М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2010. — 40 с. Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/31333.html .	

б) дополнительная литература

№ п/п	Наименование книги	Год издания
1	Вашурин, В. О. Энергетические характеристики твердых и гибридных топлив и определение основных параметров ракетных двигателей [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. О. Вашурин, Б. Б. Петрикевич, Д. А. Чумаев. — Электрон. текстовые данные. — М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2010. — 40 с. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/31333.html	2010
2	Толкачева, И. О. Исследование и расчет РДТТ. Часть 1. Исследование и расчет автономного горения воспламенителя [Электронный ресурс] : учебное пособие по курсу «Проектирование энергетических установок ракетного оружия», «Специальные двигатели ракетного оружия» / И. О. Толкачева, М. А. Максимов, И. Е. Никитина. — Электрон. текстовые данные. — М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2011. — 40 с. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/31002.html	2011
3	Твердые ракетные топлива [Электронный ресурс] : учебное пособие по курсу «Топлива и рабочие процессы ракетных двигателей на твердом топливе» / А. В. Сухов, М. В. Тюгаев, М. М. Фещенок [и др.] ; под ред. А. В. Сухов. — Электрон. текстовые данные. — М.: Московский государ-	2006

	ственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2006. — 28 с. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/31274.html	
4	Фахрутдинов И.Х., Котельников А.В. Конструкция и проектирование ракетных двигателей твердого топлива: Учебник для машиностроительных вузов. М.: Машиностроение, 1987. 328 с.	1987
5	Балобан В.И. Основы теории и конструирования ракетных двигателей твердого топлива: Учеб. Пособие / В.И. Балобан; Балт. гос. техн. ун-т. СПб., 2005. 139 с.	2005
6	Ерохин Б.Т. Теория внутрикамерных процессов и проектирование РДТТ: Учебник для высших технических учебных заведений. М.: Машиностроение, 1991. 560 с.	1991
7	Теория ракетных двигателей: Учебник для студентов высших учебных технических заведений/В.Е. Алемасов, А.Ф. Дрегаллин, А.П. Тишин; -М.: Машиностроение, 1989. 464 с.	1989

г) программное обеспечение:

1. Microsoft Office 2016.
2. Apache OpenOffice (свободно распространяемое ПО).
3. КОМПАС-3D V15.

д) методические указания:

1. Усолкин Ю.Ю. Расчет энергомассовых и габаритных характеристик РДТТ: Метод. пособие. Миасс, 2001. 14 с.
2. Коренев А.А. Разработка маршевого РДТТ с заданными выходными характеристиками: Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Ракетные двигатели». Воткинск: Электронный ресурс кафедры «Ракетостроение», 2014. 49 с.
3. Коренев А.А., Уразбахтин Ф.А. Конструкции воспламенительных устройств РДТТ: Методические указания. Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2004. 35 с.
4. Дюнзе М.Ф., Викулин А.В. Ракетные двигатели на жидком и твердом топливах: Методические указания к лабораторной работе по курсу «Конструкция двигателей летательных аппаратов». М.: Изд-во МАТИ – РГТУ им. К.Э. Циолковского, 2002. 19 с.
5. Белов В.П. Расчет параметров и характеристик ракетных двигателей: практическое пособие. СПб.: Балт. гос. ун-т, 2013. 47 с.
6. Егорычев В.С. Конспекты лекций по учебной дисциплине «Теория, расчет и проектирование ракетных двигателей»: учеб. пособие. Самара: СГАУ, 2011. 142 с.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения занятий с перечнем основного оборудования
1	Мультимедийные лекционные аудитории 101, 314, 317 Воткинского филиала. Оборудование: персональный компьютер или ноутбук, проектор, экран, наборы слайдов.
2	Вычислительный центр, аудитории 205, 219, 220, 221 Воткинского филиала. Оборудование: персональные компьютеры с программным обеспечением.
3.	Аудитория для самостоятельной работы обучающегося - читальный зал Воткинского филиала ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Лист утверждения рабочей программы дисциплины (модуля) на учебный год

Рабочая программа дисциплины (модуля) утверждена на ведение учебного процесса в учебном году:

Учебный год	<i>«Согласовано»: заведующий кафедрой, ответственной за РПД (подпись и дата)</i>
2018 – 2019	
2019 – 2020	
2020 – 2021	
2021 – 2022	
2022 – 2023	
2023 – 2024	
2024 – 2025	