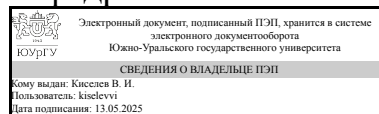


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



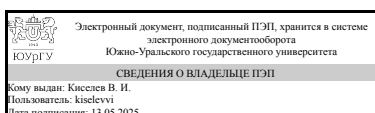
В. И. Киселев

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.С0.14.01 Ракетные двигатели  
**для специальности** 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов  
**уровень** Специалитет  
**специализация** Ракетные транспортные системы  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Прикладная математика и ракетодинамика

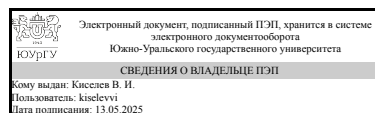
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.08.2020 № 964

Зав.кафедрой разработчика,  
к.техн.н., доц.



В. И. Киселев

Разработчик программы,  
к.техн.н., доц., заведующий  
кафедрой



В. И. Киселев

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является изучение основ устройства ракетных двигателей и методов их проектирования. Задачами освоения дисциплины являются:

- изучение жаропрочных материалов для изготовления ракетных двигателей;
- изучение внешних и внутренних воздействующих факторов на конструкцию ракетных двигателей;
- освоение методики проектирования ракетных двигателей.

## Краткое содержание дисциплины

Дисциплина состоит из следующих основных разделов: 1. Классификация РД, 2. Жидкие топлива и ЖРД; 3. Твердые топлива и РДТТ; 4. Основные уравнения ракетодинамики и параметры ракетных двигателей.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен конструировать РКТ, ее составные части, системы и агрегаты	Знает: Основы проектирования и конструкции ракетных двигателей различных типов. Умеет: Выбирать тип ракетного двигателя, рассчитывать основные характеристики ракетных двигателей различных типов. Имеет практический опыт: Определения основных параметров ракетных двигателей различных типов.

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Устройство летательных аппаратов, Цифровое моделирование механизмов, Оформление конструкторской документации с использованием систем автоматизированного проектирования, Основы организации рабочих процессов поршневых двигателей, Программные комплексы проектирования элементов двигателей, Основы 3D моделирования	Проектирование специальных систем ракет и космических аппаратов, Теория полета летательных аппаратов, Системы управления летательными аппаратами, Электрооборудование летательных аппаратов, Баллистика летательных аппаратов, Конструкции узлов и агрегатов летательных аппаратов, Технология производства изделий летательных аппаратов из композитных материалов, Проектирование систем теплозащиты и терморегуляции летательных аппаратов, Исполнительные устройства летательных аппаратов, Проектирование изделий ракетно-космической техники из композитных материалов, Производственная практика (технологическая) (6 семестр)

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Основы организации рабочих процессов поршневых двигателей	Знает: основные закономерности протекания рабочего процесса двигателей, их показатели, характеристики Умеет: применять на практике положения теории процессов в ДВС; моделировать процессы и анализировать результаты расчётов; пользоваться программами расчёта рабочего процесса искровых двигателей и дизелей; формулировать цели проекта, выявлять приоритеты и находить компромиссы при проектировании ДВС; пользоваться патентной информацией и периодической литературой при принятии конструкторского решения Имеет практический опыт: терминологическим аппаратом дисциплины; навыками самостоятельной работы при выполнении курсовой работы и работе с литературой; простейшими языками программирования
Программные комплексы проектирования элементов двигателей	Знает: основные закономерности протекания рабочего процесса двигателей, их показатели, характеристики Умеет: применять на практике положения теории процессов в ДВС; моделировать процессы и анализировать результаты расчётов; пользоваться программами расчёта рабочего процесса искровых двигателей и дизелей; формулировать цели проекта, выявлять приоритеты и находить компромиссы при проектировании ДВС; пользоваться патентной информацией и периодической литературой при принятии конструкторского решения Имеет практический опыт: терминологическим аппаратом дисциплины; навыками самостоятельной работы при выполнении курсовой работы и работе с литературой; простейшими языками программирования
Цифровое моделирование механизмов	Знает: основные понятия и термины цифрового моделирования Умеет: оформлять полученные рабочие результаты в виде презентаций, научно-технических отчётов, статей и докладов на научно-технических конференциях Имеет практический опыт: создания моделей различными методами
Устройство летательных аппаратов	Знает: устройства и процессы, происходящие в изделиях ракетно-космической техники Умеет: обосновывать выбор устройств в изделиях ракетно-космической техники Имеет практический опыт: навыками выбора устройств и создания базы современных конструкций и технологий

Оформление конструкторской документации с использованием систем автоматизированного проектирования	Знает: методы разработки конструкторской документации с использованием технологии трехмерного моделирования в САПР Умеет: использовать на практике методы разработки конструкторской документации с применением технологии трехмерного моделирования в САПР Имеет практический опыт: навыками использования методов разработки конструкторской документации с применением технологии трехмерного моделирования в САПР
Основы 3D моделирования	Знает: основные понятия и термины геометрического моделирования; ключевые концепции трёхмерного моделирования; термины, используемые в трёхмерном моделировании; программное обеспечение для трёхмерного моделирования; элементы моделей, обрабатываемые программным обеспечением Умеет: оформлять полученные рабочие результаты в виде презентаций, научно-технических отчётов, статей и докладов на научно-технических конференциях; согласованно решать задачи разработки алгоритма создания трёхмерных моделей Имеет практический опыт: создания трёхмерных моделей различными методами

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 74,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		5
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144
<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	69,5	69,5
Подготовка к экзамену	25	25
Подготовка к тестированиям и решение задач	34,5	34,5
Написание реферата и подготовка презентации	10	10
Консультации и промежуточная аттестация	10,5	10,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

#### 5. Содержание дисциплины

№	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных
---	----------------------------------	------------------

раздела		занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение в курс. Общие сведения о реактивных двигателях. Классификация РД. Основные уравнения ракетодинамики и параметры ракетных двигателей. Основные понятия о теории горения (основы внутренней баллистики). Твердые ракетные топлива. Расчет энергетических показателей РДТТ (термодинамический расчет). Особенности выбора давлений в камере сгорания и на срезе сопла РДТТ и ЖРД. Логика выбора проектных параметров РДТТ. Методика расчета массовых характеристик ДУ	32	16	16	0
2	Основные тенденции развития РДТТ и ЖРД. Жидкие ракетные топлива. Основные параметры. ДУ на основе ЖРД. Системы и элементы. Основные уравнения для расчета камеры сгорания и сопла ЖРД. Методика расчета массовых характеристик ДУ на основе ЖРД. Особенности ЖРД МТ. Охлаждение ЖРД. Форсунки. Системы подачи жидких компонентов топлива. Комбинированные двигатели. Основные сведения о ПВРД и ЯРД.	32	16	16	0

## 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1-2	1	Введение в курс. Общие сведения о реактивных двигателях.	4
3-4	1	Основные понятия о теории горения (основы внутренней баллистики). Твердые ракетные топлива.	4
5-6	1	Формы топливных зарядов и их геометрические параметры. Расчет энергетических показателей РДТТ (термодинамический расчет).	4
7-8	1	Особенности выбора давлений в камере сгорания и на срезе сопла РДТТ и ЖРД.	4
9-10	2	ДУ на основе ЖРД. Системы и элементы. Основные уравнения для расчета камеры сгорания и сопла ЖРД.	4
11-12	2	Методика расчета массовых характеристик ДУ на основе ЖРД. Особенности ЖРД МТ.	4
13-14	2	Системы подачи жидких компонентов топлива.	4
15-16	2	Основные сведения о ПВРД и ЯРД.	4

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1-2	1	Расчет энергетических показателей РДТТ (термодинамический расчет).	4
3-4	1	Особенности выбора давлений в камере сгорания и на срезе сопла РДТТ и ЖРД.	4
5-6	1	Логика выбора проектных параметров РДТТ. Методика расчета массовых характеристик ДУ	4
7-8	1	ДУ на основе ЖРД. Системы и элементы.	4
9-10	2	Основные уравнения для расчета камеры сгорания и сопла ЖРД.	4
11-12	2	Методика расчета массовых характеристик ДУ на основе ЖРД.	4
13-14	2	Особенности ЖРД МТ. Охлаждение ЖРД. Форсунки.	4

15-16	2	Системы подачи жидких компонентов топлива.	4
-------	---	--	---

### 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к экзамену	ПУМД, осн. лит. 1, 2; доп. лит. 1, 2; ЭУМД, осн. лит. 1-5; доп. лит. 6; метод. пос. 1-3.	5	25
Подготовка к тестированиям и решение задач	ПУМД, осн. лит. 2; доп. лит. 1; ЭУМД, осн. лит. 3-5; доп. лит. 6; метод. пос. 1-3.	5	34,5
Написание реферата и подготовка презентации	ПУМД, осн. лит. 1, 2; доп. лит. 1, 2; ЭУМД, осн. лит. 1-5; доп. лит. 6.	5	10

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	5	Текущий контроль	Тест 1	1	5	Тест состоит из 5 вопросов. Правильный ответ на вопрос соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	экзамен
2	5	Текущий контроль	Тест 2	1	5	Тест состоит из 5 вопросов. Правильный ответ на вопрос соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	экзамен
3	5	Текущий контроль	Тест 3	1	5	Тест состоит из 5 вопросов. Правильный ответ на вопрос соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	экзамен
4	5	Текущий контроль	Тест 4	1	5	Тест состоит из 5 вопросов. Правильный ответ на вопрос соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	экзамен
5	5	Текущий контроль	Тест 5	1	5	Тест состоит из 5 вопросов. Правильный ответ на вопрос соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	экзамен

6	5	Текущий контроль	Реферат	1	5	<p>Каждому студенту дается тема реферата. Баллы начисляются по следующим критериям:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Тема реферата раскрыта полностью - 2 балла, тема реферата раскрыта не полностью - 1 балл, реферат не соответствует выданной теме - 0 баллов;</li> <li>- Студент свободно отвечает на вопросы по теме реферата - 2 балла, студент ответил на часть вопросов, заданных преподавателем - 1 балл, студент не смог ответить на вопросы преподавателя - 0 баллов;</li> <li>- Реферат оформлен по стандартам ЮУрГУ - 1 балл, оформление реферата не соответствует стандартам ЮУрГУ - 0 баллов.</li> </ul> <p>Максимальное количество баллов - 5.</p>	экзамен
7	5	Текущий контроль	Презентация	1	5	<p>Каждому студенту дается тема для презентации. Баллы начисляются по следующим критериям:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Тема презентации раскрыта полностью - 3 балла, тема презентации раскрыта не полностью - 2 балл, презентация не соответствует выданной теме - 0 баллов;</li> <li>- Студент свободно отвечает на вопросы по теме презентации - 2 балла, студент ответил на часть вопросов, заданных преподавателем - 1 балл, студент не смог ответить на вопросы преподавателя - 0 баллов.</li> </ul> <p>Максимальное количество баллов - 5.</p>	экзамен
8	5	Текущий контроль	Решение задачи 1	1	3	<p>Каждому студенту дается по 1 задаче. Правильное решение задачи соответствует 3 баллам. Частично правильное решение соответствует 2 баллам. Неправильное решение соответствует 0 баллов.</p>	экзамен
9	5	Текущий контроль	Решение задачи 2	1	3	<p>Каждому студенту дается по 1 задаче. Правильное решение задачи соответствует 3 баллам. Частично правильное решение соответствует 2 баллам. Неправильное решение соответствует 0 баллов.</p>	экзамен
10	5	Текущий контроль	Решение задачи 3	1	3	<p>Каждому студенту дается по 1 задаче. Правильное решение задачи соответствует 3 баллам. Частично правильное решение соответствует 2 баллам. Неправильное решение соответствует 0 баллов.</p>	экзамен
11	5	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	20	<p>На экзамене происходит оценивание учебной деятельности обучающихся. Рейтинг обучающегося по дисциплине определяется только по результатам текущего контроля. При условии выполнения всех мероприятий текущего контроля и достижении 60-100% рейтинга обучающийся получает соответствующую рейтинговую оценку. При желании</p>	экзамен

						повысить рейтинг за курс обучающийся на очном экзамене опрашивается по билету, сформированному из вопросов, выносимых на экзамен. Билет содержит два вопроса. Правильный ответ на вопрос соответствует 10 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 20.	
--	--	--	--	--	--	---	--

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Студент вправе пройти контрольное мероприятие в рамках промежуточной аттестации (экзамена) для улучшения своего рейтинга. Экзамен проводится в соответствии с расписанием экзаменационной сессии. На экзамен отводится 30 минут. Преподаватель вправе задавать дополнительные вопросы в пределах выданной темы.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ПК-1	Знает: Основы проектирования и конструкции ракетных двигателей различных типов.	+	+	+	+	+	+	+				+
ПК-1	Умеет: Выбирать тип ракетного двигателя, рассчитывать основные характеристики ракетных двигателей различных типов.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-1	Имеет практический опыт: Определения основных параметров ракетных двигателей различных типов.								+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Технология производства жидкостных ракетных двигателей [Текст] : учебник / В. А. Моисеев, В. А. Тарасов, В. А. Колмыков и др. ; под ред. В. А. Моисеева, В. А. Тарасова. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015
2. Добровольский, М. В. Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования [Текст] : учебник для вузов / М. В. Добровольский ; под ред. Д. А. Ягодникова. - 3-е изд., доп. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана . 2016
3. Алемасов, В. Е. Теория ракетных двигателей :учебник для студентов высших учебных заведений / В. Е. Алемасов, А. Ф. Дрегаллин, А. П. Тишин ; под ред. В. П. Глушко. - М. : Машиностроение, 1989. - 464 с. : ил.

#### б) дополнительная литература:



1. Конструкция и проектирование жидкостных ракетных двигателей : учебник для студентов вузов по спец. "Авиационные двигатели и энергетические установки" / Г. Г. Гахун, В. И. Баулин, В. А. Володин и др. ; Под общ. ред. Г. Г. Гахуна. - М. : Машиностроение, 1989. - 424 с. : ИЛ.
2. Автоматический контроль и диагностика систем управления силовыми установками летательных аппаратов : производственное издание / В. И. Васильев, Ю. М. Гусев, А. И. Иванов и др. - М. : Машиностроение, 1989. - 240 с. : ил.

в) *отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*  
Не предусмотрены

г) *методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. Генкин, Ю.В. Расчёт энергетических характеристик и параметров детонации индивидуальных взрывчатых веществ и их смесей: практическое пособие для вузов [Электронный ресурс] : / Ю.В. Генкин, Я.О. Павлов, Ю.Г. Васильева. — Электрон. дан. — СПб. : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова (Балтийский государственный технический университет «Военмех» имени Д.Ф. Устинова), 2014. — 98 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=63683](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=63683)
2. Белов, Н.А. Фазовые превращения в многокомпонентных системах: практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.А. Белов, М.Е. Самошина. — Электрон. дан. — М. : МИСИС, 2015. — 63 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=69748](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=69748)
3. Толкачева, И.О. Исследование и расчет РДТТ. Часть 1. «Исследование и расчет автономного горения воспламенителя» [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.О. Толкачева, М.А. Максимов, И.Е. Никитина. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана), 2011. — 40 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=52311](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52311)

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

1. Генкин, Ю.В. Расчёт энергетических характеристик и параметров детонации индивидуальных взрывчатых веществ и их смесей: практическое пособие для вузов [Электронный ресурс] : / Ю.В. Генкин, Я.О. Павлов, Ю.Г. Васильева. — Электрон. дан. — СПб. : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова (Балтийский государственный технический университет «Военмех» имени Д.Ф. Устинова), 2014. — 98 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=63683](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=63683)
2. Белов, Н.А. Фазовые превращения в многокомпонентных системах: практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.А. Белов, М.Е. Самошина. — Электрон. дан. — М. : МИСИС, 2015. — 63 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=69748](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=69748)
3. Толкачева, И.О. Исследование и расчет РДТТ. Часть 1. «Исследование и расчет автономного горения воспламенителя» [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.О. Толкачева, М.А. Максимов, И.Е. Никитина. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский

## Электронная учебно-методическая документация

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. Visual Solution, Inc.-VisSim(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	312 (5)	1. Доска; 2. Мел; 3. Парты; 4. Компьютеры с доступом в Интернет.
Лекции	312 (5)	1. Доска; 2. Мел; 3. Парты.