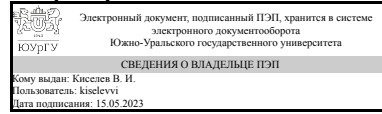


УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



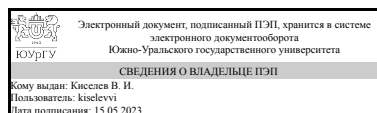
В. И. Киселев

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.С0.15.01 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

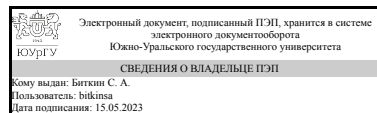
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.08.2020 № 964

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



В. И. Киселев

Разработчик программы,
к.физ.-мат.н., доцент



С. А. Биткин

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	Проектирование ракетно-технических комплексов, Системы управления летательными аппаратами

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

Дисциплина	Требования
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

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	
		6	
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 тестированиям и решение задач	34,5	34,5	
Написание реферата и подготовка презентации	10	10	
Подготовка к экзамену	25	25	
Консультации и промежуточная аттестация	10,5	10,5	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен	

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных 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 тестированиям и решение задач	ПУМД, осн. лит. 2; доп. лит. 1; ЭУМД, осн. лит. 3-5; доп. лит. 6; метод. пос. 1-3.	6	34,5
Написание реферата и подготовка презентации	ПУМД, осн. лит. 1, 2; доп. лит. 1, 2; ЭУМД, осн. лит. 1-5; доп. лит. 6.	6	10
Подготовка к экзамену	ПУМД, осн. лит. 1, 2; доп. лит. 1, 2; ЭУМД, осн. лит. 1-5; доп. лит. 6; метод. пос. 1-3.	6	25

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-мestr	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	6	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	6	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	6	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	6	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	6	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	6	Текущий контроль	Реферат	1	5	Каждому студенту дается тема реферата. Баллы начисляются по следующим критериям: - Тема реферата раскрыта полностью - 2 балла, тема реферата раскрыта не полностью - 1 балл, реферат не соответствует выданной теме - 0 баллов; - 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; - Реферат оформлен по стандартам ЮУрГУ - 1 балл, оформление реферата не соответствует стандартам ЮУрГУ - 0 баллов. Максимальное количество баллов - 5.	экзамен
7	6	Текущий контроль	Презентация	1	5	Каждому студенту дается тема для презентации. Баллы начисляются по следующим критериям: - Тема презентации раскрыта полностью - 3 балла, тема презентации раскрыта не полностью - 2 балл, презентация не соответствует выданной теме - 0 баллов; - 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. Максимальное количество баллов - 5.	экзамен

8	6	Текущий контроль	Решение задачи 1	1	3	Каждому студенту дается по 1 задаче. Правильное решение задачи соответствует 3 баллам. Частично правильное решение соответствует 2 баллам. Неправильное решение соответствует 0 баллов.	экзамен
9	6	Текущий контроль	Решение задачи 2	1	3	Каждому студенту дается по 1 задаче. Правильное решение задачи соответствует 3 баллам. Частично правильное решение соответствует 2 баллам. Неправильное решение соответствует 0 баллов.	экзамен
10	6	Текущий контроль	Решение задачи 3	1	3	Каждому студенту дается по 1 задаче. Правильное решение задачи соответствует 3 баллам. Частично правильное решение соответствует 2 баллам. Неправильное решение соответствует 0 баллов.	экзамен
11	6	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	10	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 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 5 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 10.	экзамен

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Студент вправе пройти контрольное мероприятие в рамках промежуточной аттестации (экзамен) для улучшения своего рейтинга. Экзамен проводится в соответствии с расписанием экзаменационной сессии. На экзамен отводится 30 минут. Преподаватель вправе задавать дополнительные вопросы в пределах выданного билета.	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						+	+	+	+	+	+

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

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
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
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

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

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

3. Толкачева, И.О. Исследование и расчет РДГТ. 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

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Топлива жидкостных ракетных двигателей [Электронный ресурс] : . — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана), 2011. — 39 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52307
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Кулагин, В.В. Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок: учебник. В двух книгах. Книга вторая. Совместная работа узлов выполненного двигателя и его характеристики. [Электронный ресурс] : учебник / В.В. Кулагин, В.С. Кузьмичев. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2013. — 280 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=37010
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Ерохин, Б.Т. Теория и проектирование ракетных двигателей [Электронный ресурс] : учебник. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 597 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=60037
4	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Минашин, А.Г. Основы теории и проектирования жидкостных ракетных двигателей малой тяги: учебное пособие: в 2-х частях. Часть 2 [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Г. Минашин, Б.Б. Петрикевич. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана), 2014. — 48 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=62055
5	Основная литература	Электронно-библиотечная	Важенин, Н.А. Электрические ракетные двигатели космических аппаратов и их влияние на радиосистемы

		система издательства Лань	космической связи [Электронный ресурс] : монография / Н.А. Важенин, В.А. Обухов, А.П. Плохих [и др.]. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2012. — 430 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=49101
6	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Сорокин, В.А. Ракетно-прямоточные двигатели на твёрдых и пастообразных топливах [Электронный ресурс] : / В.А. Сорокин, Л.С. Яновский, В.А. Козлов [и др.]. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2010. — 318 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=49100

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. Проектор портативный переносной; 2. Экран переносной; 3. Лабораторный комплекс «Дозвуковое сопло – истечение воздуха» ГД-ДС-ИВ-014-ПК; 4. Лабораторный комплекс «Течение воздуха в насадках и соплах» ГД- ТВНС-014-ПК; 5. Лабораторный комплекс «Гидравлические характеристики газовых и жидкостных трубопроводных систем» ГХ-ГЖТС-015 10ПР; 6. Мультимедийный и интерактивный информационный комплекс «Газовая динамика ЛА».
Лекции	312 (5)	1. Проектор портативный переносной; 2. Экран переносной.