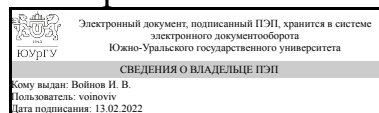


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета
Филиал г. Миасс
Электротехнический



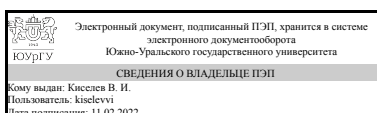
И. В. Войнов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.С1.15.01 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

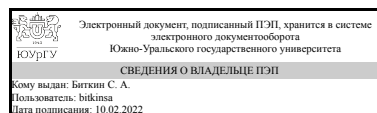
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.08.2020 № 964

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



В. И. Киселев

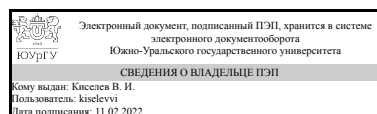
Разработчик программы,
к.физ.-мат.н., доцент



С. А. Биткин

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной
программы
к.техн.н., доц.



В. И. Киселев

Миасс

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
Исполнительные устройства летательных аппаратов, Устройство летательных аппаратов, Баллистика ракет	Проектирование ракетно-технических комплексов, Проектирование изделий ракетно-космической техники из композитных материалов, Проектирование специальных систем ракет и космических аппаратов, Системы управления летательными аппаратами, Проектирование систем теплозащиты и терморегуляции летательных аппаратов, Технология производства изделий летательных аппаратов из композитных материалов, Производственная практика, проектно-конструкторская практика (10 семестр), Производственная практика, проектная практика (8 семестр), Производственная практика, преддипломная практика (11 семестр)

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

Дисциплина	Требования
Баллистика ракет	Знает: Основные этапы проектирования траекторий носителей; Основные задачи баллистики Умеет: Составлять уравнения движения ракеты; Рассчитывать траекторные параметры по приближенным зависимостям Имеет практический опыт: Решения баллистических задач; Оценки движения центра масс
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
Исполнительные устройства летательных аппаратов	Знает: принципы работы исполнительных устройств систем управления летательными аппаратами Умеет: применять методы анализа систем для определения максимально допустимых значений параметров исполнительных устройств Имеет практический опыт: использования методов построения и анализа математических моделей

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
с применением дистанционных образовательных технологий	0	
Подготовка к тестированиям	34,5	34,5
Подготовка к экзамену	35	35
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	1	Введение в курс. Общие сведения о реактивных двигателях.	4
2	1	Основные понятия о теории горения (основы внутренней баллистики). Твердые ракетные топлива.	4
3	1	Формы топливных зарядов и их геометрические параметры. Расчет энергетических показателей РДТТ (термодинамический расчет).	4
4	1	Особенности выбора давлений в камере сгорания и на срезе сопла РДТТ и ЖРД.	4
5	2	ДУ на основе ЖРД. Системы и элементы. Основные уравнения для расчета камеры сгорания и сопла ЖРД.	4
6	2	Методика расчета массовых характеристик ДУ на основе ЖРД. Особенности ЖРД МТ.	4
7	2	Системы подачи жидких компонентов топлива.	4
8	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	1	Расчет энергетических показателей РДТТ (термодинамический расчет).	4
2	1	Особенности выбора давлений в камере сгорания и на срезе сопла РДТТ и ЖРД.	4
3	1	Логика выбора проектных параметров РДТТ. Методика расчета массовых характеристик ДУ	4
4	1	ДУ на основе ЖРД. Системы и элементы.	4
5	2	Основные уравнения для расчета камеры сгорания и сопла ЖРД.	4
6	2	Методика расчета массовых характеристик ДУ на основе ЖРД.	4
7	2	Особенности ЖРД МТ. Охлаждение ЖРД. Форсунки.	4

8	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	ПУМД, осн. лит., 1-3; доп.лит. 1,2; ЭУМД, осн.лит. 1-5; доп. лит. 6; метод.пос. 1-3.	6	34,5
Подготовка к экзамену	ПУМД, осн. лит., 1-3; доп.лит. 1,2; ЭУМД, осн.лит. 1-5; доп. лит. 6; метод.пос. 1-3.	6	35

6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

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	6	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	10	Каждый студент устно опрашивается по билету, сформированному из вопросов, выносимых на экзамен. Билет содержит два вопроса. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Правильный ответ на вопрос соответствует 5 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	экзамен
2	6	Текущий контроль	Тест 1	1	5	Тестирование осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. Тест состоит из 5 вопросов, позволяющих оценить сформированность компетенций. На ответы отводится 0,5 часа. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).	экзамен

						Правильный ответ на вопрос соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	
3	6	Текущий контроль	Тест 2	1	5	Тестирование осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. Тест состоит из 5 вопросов, позволяющих оценить сформированность компетенций. На ответы отводится 0,5 часа. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильный ответ на вопрос соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	экзамен
4	6	Текущий контроль	Тест 3	1	5	Тестирование осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. Тест состоит из 5 вопросов, позволяющих оценить сформированность компетенций. На ответы отводится 0,5 часа. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильный ответ на вопрос соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	экзамен
5	6	Текущий контроль	Тест 4	1	5	Тестирование осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. Тест состоит из 5 вопросов, позволяющих оценить сформированность компетенций. На ответы отводится 0,5 часа. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильный ответ на вопрос соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	экзамен
6	6	Текущий контроль	Тест 5	1	5	Тестирование осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. Тест состоит из 5 вопросов, позволяющих оценить сформированность компетенций. На ответы отводится 0,5 часа. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильный ответ на вопрос соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	экзамен

7	6	Текущий контроль	Реферат	1	5	Каждому студенту дается тема реферата. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Тема реферата раскрыта полностью, студент свободно отвечает на вопросы, оформлен по стандартам ЮУрГУ- 5 баллов. 3-4 балла- реферат не оформлен по стандарту. 1-2 балла - тема реферата раскрыта не полностью, студент не может ответить на вопросы преподавателя. Реферат не сдан - 0 баллов.	экзамен
8	6	Текущий контроль	Презентация	1	5	Каждому студенту дается тема презентации. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Тема презентации раскрыта полностью, студент свободно отвечает на вопросы- 5 баллов. 3-4 балла- тема реферата раскрыта не полностью. 1-2 балла - тема реферата раскрыта плохо, студент не может ответить на вопросы преподавателя. Реферат не сдан - 0 баллов.	экзамен

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Каждый студент устно опрашивается по билету, сформированному из вопросов, выносимых на экзамен. Билет содержит два вопроса. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Правильный ответ на вопрос соответствует 5 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 10.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Оценочные материалы

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ							
		1	2	3	4	5	6	7	8
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.	+	+	+	+	+	+	+	+

Фонды оценочных средств по каждому контрольному 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. 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.

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. Афанасьев, В. В. Диагностика и управление устойчивостью горения в камерах сгорания энергетических установок : учебное пособие / В. В. Афанасьев, Н. И. Кидин. - М. : Физматлит, 2008

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. 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
3. 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

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. 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
3. 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

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. Важеннин, 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
Лабораторные занятия	312 (5)	Лабораторный комплекс «Дозвуковое сопло – истечение воздуха» ГД-ДС-ИВ-014-ПК Лабораторный комплекс «Течение воздуха в насадках и соплах» ГД- ТВНС-014-ПК Лабораторный комплекс «Гидравлические характеристики газовых и жидкостных трубопроводных систем» ГХ-ГЖТС-015 10ПР Мультимедийный и интерактивный информационный комплекс «Газовая динамика ЛА»
Практические занятия и семинары	312 (5)	Лабораторный комплекс «Дозвуковое сопло – истечение воздуха» ГД-ДС-ИВ-014-ПК Лабораторный комплекс «Течение воздуха в насадках и соплах» ГД- ТВНС-014-ПК Лабораторный комплекс «Гидравлические характеристики газовых и жидкостных трубопроводных систем» ГХ-ГЖТС-015 10ПР Мультимедийный и интерактивный информационный комплекс «Газовая динамика ЛА»
Лекции	312 (5)	Лабораторный комплекс «Дозвуковое сопло – истечение воздуха» ГД-ДС-ИВ-014-ПК Лабораторный комплекс «Течение воздуха в насадках и соплах» ГД- ТВНС-014-ПК Лабораторный комплекс «Гидравлические характеристики газовых и жидкостных трубопроводных систем» ГХ-ГЖТС-015 10ПР Мультимедийный и интерактивный информационный комплекс «Газовая динамика ЛА»