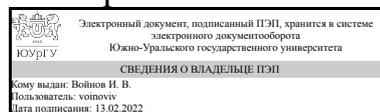


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета
Филиал г. Миасс
Электротехнический



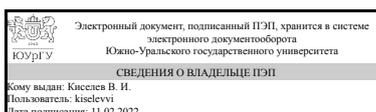
И. В. Войнов

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

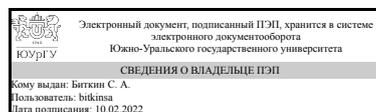
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.08.2020 № 964

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



В. И. Киселев

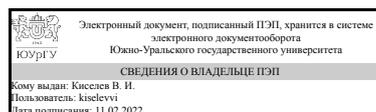
Разработчик программы,
к.физ.-мат.н., доцент



С. А. Биткин

СОГЛАСОВАНО

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



В. И. Киселев

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-мestr	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи-тыва-ется в ПА
1	6	Проме-жуточная 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

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 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
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. 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
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»