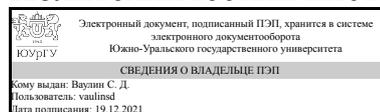


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Политехнический институт



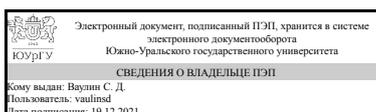
С. Д. Ваулин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.С1.08 Утилизация жидкостных ракетных двигателей  
**для специальности** 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей  
**уровень** Специалитет  
**специализация** Проектирование жидкостных ракетных двигателей  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Двигатели летательных аппаратов

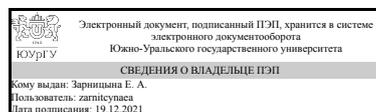
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.08.2020 № 979

Зав.кафедрой разработчика,  
д.техн.н., проф.



С. Д. Ваулин

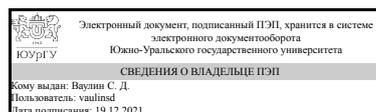
Разработчик программы,  
старший преподаватель



Е. А. Зарницына

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной  
программы  
д.техн.н., проф.



С. Д. Ваулин

## 1. Цели и задачи дисциплины

### Краткое содержание дисциплины

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-2 Проектирование, конструирование и расчет двигательных установок летательных аппаратов, в том числе космических, и их составных частей, включая утилизацию жидкостного ракетного двигателя	Знает: основные требования к утилизации жидкостных ракетных двигателей; нормативно-правовые отношения субъектов всех уровней, занимающихся утилизацией МБР; экологические аспекты утилизации; методики очистки отделившихся ступеней в районах падения Умеет: определять этапы утилизации жидкостных ракетных двигателей Имеет практический опыт: анализа химических способов обезвреживания и методов нейтрализации различных видов топлив

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Конструирование жидкостных ракетных двигателей, Проектирование ракетных двигателей на твердом топливе, Теория и расчет жидкостных ракетных двигателей, Конструирование летательных аппаратов	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
Конструирование жидкостных ракетных двигателей	Знает: ЕСКД при выполнении графических и текстовых конструкторских документов, современные тенденции и методики проектирования и конструирования ЖРД Умеет: применять компьютерные технологии для разработки ракетных двигателей и их отдельных узлов; конструировать ЖРД, их узлы и агрегаты; формулировать задания для расчета и конструирования ЖРД, их узлов и агрегатов; выполнять расчеты и чертежи, осуществлять научно-технический поиск информации в области ЖРД, готовить отчет о результатах научно-технического поиска (доклад/аналитическая записка); работать с различными источниками информации, включая патентную и научную литературу на русском и

	иностранных языках Имеет практический опыт: разработки конструкции узлов ЖРД и выпуска конструкторской документации согласно требованиям ЕСКД с применением современных средств автоматизации, работы с источниками информации (в том числе электронными посредством сети Интернет), применения полученной информации при конструировании новых ЖРД
Проектирование ракетных двигателей на твердом топливе	Знает: основы проектирования, конструктивные схемы и характеристики рабочего процесса ракетных двигателей на твердом топливе; условия эксплуатации и технического обслуживания ракетных двигателей на твердом топливе, о тенденциях создания принципиально новых материалов и технологических процессов для изготовления ответственных элементов ракетных двигателей на твердом топливе Умеет: использовать методы анализа влияния параметров рабочего процесса на эффективность термодинамического цикла ракетных двигателей на твердом топливе Имеет практический опыт: термодинамического и газодинамического расчетов продуктов сгорания твердого топлива, расчета внутренней баллистики двигателя твердого топлива, расчета теплозащитного покрытия; изучения конструкций ракет с двигателями твердого топлива
Конструирование летательных аппаратов	Знает: конструкцию, работу и процессы, происходящие в летательных аппаратах Умеет: выбирать требуемые расчетные схемы для решения задач проектирования летательных аппаратов Имеет практический опыт: методами анализа и синтеза, подходами инженерных основ создания летательных аппаратов
Теория и расчет жидкостных ракетных двигателей	Знает: теоретические основы и расчетные методики по проектированию жидкостных ракетных двигателей (ЖРД); основные виды жидкостных ракетных топлив; основные характеристики рабочих процессов в ЖРД; виды ЖРДУ и их назначение в составе ЛА; принципы регулирования ЖРД Умеет: рассчитывать основные характеристики ЖРД и ЖРДУ, их узлов и агрегатов; формулировать задания для расчета для расчета и конструирования ЖРД и ЖРДУ Имеет практический опыт: расчета ЖРД и математического моделирования ЖРД и ЖРДУ, их узлов и агрегатов

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 36,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		10	
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72	
<i>Аудиторные занятия:</i>	32	32	
Лекции (Л)	24	24	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0	
Лабораторные работы (ЛР)	8	8	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	35,75	35,75	
с применением дистанционных образовательных технологий	0		
Подготовка к контрольным точкам и промежуточной аттестации	25,75	25.75	
Проработка лекционного материала	10	10	
Консультации и промежуточная аттестация	4,25	4,25	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Энергоемкие горючие для авиационных и ракетных двигателей	4	4	0	0
2	Концепция ликвидации МБР	6	3	0	3
3	Характеристика основных элементов ликвидируемых РДТТ	2	2	0	0
4	Требования к комплексной базе и объектам ликвидации/утилизации РДТТ МБР	5	2	0	3
5	Технические аспекты ликвидации/утилизации ТРТ и зарядов СТРТ	3	3	0	0
6	Технические аспекты ликвидации/утилизации малогабаритных РДТТ специального назначения	2	2	0	0
7	Экологическая безопасность при обращении с отходами, образующимися при завершении жизненного цикла РДТТ	2	2	0	0
8	Утилизация РН с ЖРД	4	4	0	0
9	Засорение околоземного космического пространства «космическим мусором»	4	2	0	2

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Жидкие углеводородные горючие. Жидкие боросодержащие горючие. Твердые легкоплавкие горючие. Жидкие углеводородные компоненты энергоемких горючих. Боросодержащие компоненты энергоемких горючих. Твердые углеводородные компоненты энергоемких горючих. Металлы, неметаллы, гибриды металлов - компоненты энергоемких горючих.	4
2	2	Актуальность ликвидации ТТ МБР	2
3	2	Обзор нормативно-правового обеспечения программы ликвидации	1

4	3	Номенклатуры и основные типы ликвидируемых РДТТ. Основные схемы и агрегаты ликвидируемых РДТТ. Характеристика основных видов топлива и конструкционных материалов в ликвидируемых РДТТ.	2
5	4	Технические требования к комплексной базе ликвидации. Требования к объектам, зданиям и сооружениям. Требования обеспечения безопасности при обращении с РДТТ.	2
6	5	Классификация способов ликвидации зарядов СРТТ. Характеристики способов ликвидации и СРТТ: подрыв, сжигание, сверхкритическое водное окисление, щелочной гидролиз, механическое разрушение, гидрорезка, кавитационная эрозия, биохимическое разрушение	3
7	6	Характеристика малогабаритных РДТТ. Методы утилизации малогабаритных РДТТ: по прямому назначению, методом сжигания. Оценка методов очистки продуктов сгорания	2
8	7	Обоснование системы управления потоками отходов. Аспекты утилизации и переработки металлических составных частей МБР	2
9	8	Анализ химических способов обезвреживания НДМГ. Методы нейтрализации НДМГ. Методика очистки отделившихся ступеней в районах падения. Методы обезвреживания топливных систем ракет от остатков жидкого топлива	4
9	9	Методы наблюдения и модели космического мусора. Предупреждение образования космического мусора.	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

## 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	2	Нормативно-правового обеспечения программы ликвидации	3
2	4	Технические требования к комплексной базе ликвидации. Требования к объектам, зданиям и сооружениям. Требования обеспечения безопасности при обращении с РДТТ и ЖРД	3
3	9	Методы наблюдения и модели космического мусора	2

## 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 контрольным точкам и промежуточной аттестации	см. основную и дополнительную литературу, конспект лекций, материалы лабораторных работ	10	25,75
Проработка лекционного материала	см. основную и дополнительную литературу	10	10

## 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	Учи- тыва- ется в ПА
1	10	Текущий контроль	Нормативно-правовые документы	1	1	1 балл - комментарии с нормативно-правовому документу верны, 0,5 балла - комментарии с нормативно-правовому документу не точны, 0 баллов - комментарии с нормативно-правовому документу неверны или отсутствуют.	зачет
2	10	Текущий контроль	Технические аспекты ликвидации	1	3	Три вопроса: 1 балл - получен правильный ответ, 0 баллов - нет ответа, ответ неправильный	зачет
3	10	Текущий контроль	Утилизация РН с ЖРД	1	2	Два вопроса: 1 балл - получен правильный ответ, 0 баллов - нет ответа, ответ неправильный	зачет
4	10	Текущий контроль	Космический мусор	1	5	Пять вопросов: 1 балл - получен правильный ответ, 0 баллов - нет ответа, ответ неправильный	зачет
5	10	Промежуточная аттестация	Зачет	-	4	Четыре вопроса (блоки 1-4); 1 балл - получен правильный ответ, 0 баллов - нет ответа, ответ неправильный	зачет

### 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Студен с рейтингом менее 60 письменно отвечает на вопросы блоков 1-4. Время подготовки 1,5 часа	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

### 6.3. Оценочные материалы

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ				
		1	2	3	4	5
ПК-2	Знает: основные требования к утилизации жидкостных ракетных двигателей; нормативно-правовые отношения субъектов всех уровней, занимающихся утилизацией МБР; экологические аспекты утилизации; методики очистки отделившихся ступеней в районах падения	+	+	+	+	+
ПК-2	Умеет: определять этапы утилизации жидкостных ракетных двигателей			+		+
ПК-2	Имеет практический опыт: анализа химических способов обезвреживания и методов нейтрализации различных видов топлив	+	+	+	+	+

Фонды оценочных средств по каждому контрольному мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

## Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

Не предусмотрена

б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

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

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. нет

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. нет

## Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Работа с опасными веществами и компонентами ракетного топлива : учебное пособие / А. А. Фатина, В. Н. Лебедев, А. П. Киселёв, Д. С. Маслобоев. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2017. — 30 с. <a href="http://e.lanbook.com/book/121864">http://e.lanbook.com/book/121864</a>
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Энергоемкие горючие для авиационных и ракетных двигателей / В. Н. Бакулин, Н. Ф. Дубовкин, В. Н. Котова, В. А. Сорокин ; под редакцией Л. С. Яновского. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. — 400 с. <a href="http://e.lanbook.com/book/49095">http://e.lanbook.com/book/49095</a>
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Технические и экологические аспекты ликвидации твердотопливных межконтинентальных баллистических ракет : монография / М. И. Соколовский, Я. И. Вайсман, Г. М. Батракова [и др.] ; под общей редакцией М. И. Соколовского, Я. И. Вайсмана. — Пермь : ПНИПУ, 2008. — 635 с. <a href="http://e.lanbook.com/book/160668">http://e.lanbook.com/book/160668</a>
4	Основная литература	Российская государственная библиотека	Снижение техногенного воздействия ракетных средств выведения на жидких токсичных компонентах ракетного топлива на окружающую среду : [Текст] : монография / В. И. Трушляков, В. В. Шалай, Я. Т. Шатров ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Омский гос. техн. ун-т. - Омск : [Омский гос. техн. ун-т], 2004. - 219 с. : ил., табл.; 21 см. <a href="https://dvs.rsl.ru/">https://dvs.rsl.ru/</a>
5	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Космический мусор : учебно-методическое пособие : в 2 книгах. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, [б. г.]. — Книга 1 : Методы наблюдения и модели космического мусора — 2014. — 248 с. <a href="http://e.lanbook.com/book/59698">http://e.lanbook.com/book/59698</a>
6	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Космический мусор : в 2 книгах. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, [б. г.]. — Книга 2 : Предупреждение образования космического мусора — 2014. — 188 с. <a href="http://e.lanbook.com/book/59699">http://e.lanbook.com/book/59699</a>

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

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
Лекции	225 (2)	Мультимедийное оборудование
Лабораторные занятия	100 (2в)	Натурные образцы РКТ