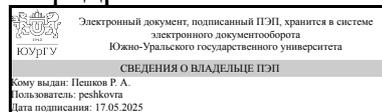


УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



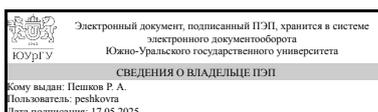
Р. А. Пешков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.С0.07 Испытания 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

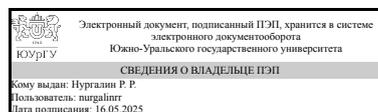
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.08.2020 № 979

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



Р. А. Пешков

Разработчик программы,
преподаватель



Р. Р. Нургалин

1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины: формирование системы профессиональных знаний и практических навыков в области организации стендовых испытаний, планирования эксперимента, обработки результатов научных исследований и отработки ракетных двигателей (РД). Задачи дисциплины: участие в подготовке и проведении испытаний; участие во взаимодействии конструкторских и испытательных подразделений. разработка планов, программ и методик проведения испытаний двигателей и жидкостных ракетных двигательных установок (ЖРДУ) летательных аппаратов; проведение стандартных и типовых испытаний деталей, их агрегатов и энергоустановок ЛА; проведение регистрации, вторичной обработки и анализа результатов экспериментальных исследований, стендовой и летной отработки и эксплуатации изделий двигателей ЛА; организация метрологической поверки, градуировки и калибровки основных первичных преобразователей и средств измерений.

Краткое содержание дисциплины

Основные принципы отработки и испытаний ЖРДУ. Методы обеспечения надёжности при испытаниях. Измерения основных параметров ракетных двигателей. Обработка результатов испытаний. Особенности отработки и обеспечения надёжности ЖРДУ ракет морского базирования.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-4 Разработка и оформление технологической документации подготовки и проведения испытаний, подготовка и проведение проливочных, холодных и огневых испытаний, анализ и обработка результатов испытаний ракетных двигателей, их узлов и агрегатов	Знает: виды испытаний и их назначение; состав и устройство испытательных комплексов и испытательных стендов; основные этапы наземной отработки ракетных двигателей и их агрегатов; особенности холодных и огневых испытаний ракетных двигателей и отработки жидкостных ракетных двигателей на прочность, вибропрочность и виброустойчивость Умеет: разрабатывать программы огневых, холодных, прочностных, тепловакуумных и вибрационных испытаний агрегатов жидкостных ракетных двигателей и ЖРД в целом Имеет практический опыт: планирования и разработки технических требований на проведение прочностных, тепловакуумных, вибрационных испытаний исследуемого изделия; применения методик и средств испытаний конструкций жидкостных ракетных двигателей

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	Не предусмотрены

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

Нет

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч., 110,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		9	
Общая трудоёмкость дисциплины	216	216	
<i>Аудиторные занятия:</i>	96	96	
Лекции (Л)	48	48	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32	
Лабораторные работы (ЛР)	16	16	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	105,5	105,5	
Проработка лекционного материала	105,5	105,5	
Консультации и промежуточная аттестация	14,5	14,5	
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	Основные принципы отработки двигательных установок	14	10	4	0
2	Испытания и отработка ЖРДУ	52	22	24	6
3	Методы обеспечения надежности при испытаниях	4	4	0	0
4	Измерения основных параметров РД	8	4	0	4
5	Обработка результатов испытаний	8	4	4	0
6	Особенности отработки и обеспечения надежности ДУ БРМБ	10	4	0	6

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Отработка как элемент комплексной системы управления качеством	2
2	1	Организационно-методические принципы отработки	2
3	1	Основы планирования отработки	2
4	1	Нормы испытаний и планирования эксперимента	4

5	2	Особенности испытаний ЖРДУ	4
6	2	Классификация испытаний ЖРД	4
7	2	Испытательные комплексы, стенды и установки	4
8	2	Автономные испытания агрегатов ЖРД	4
9	2	Методология проведения опытных и серийных испытаний ЖРД	2
10	2	Огневые стендовые испытания (ОСИ)	4
11	3	Методы обеспечения надежности при испытаниях	4
12	4	Измерения основных параметров РД	4
13	5	Обработка результатов испытаний	4
14	6	Особенности отработки и обеспечения надежности ДУ БРМБ	4

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Оценка результатов измерений: среднего значения, ошибки и надежности.	4
2	2	Статистическая обработка результатов холодных испытаний узлов и агрегатов ЖРД: ТНА	6
3	2	Статистическая обработка результатов холодных испытаний узлов и агрегатов ЖРД: распылительные элементы (форсунки), форсуночные головки	6
4	2	Статистическая обработка результатов холодных испытаний узлов и агрегатов ЖРД: камера сгорания	6
5	2	Статистическая обработка результатов холодных испытаний узлов и агрегатов ЖРД: элементы автоматики РД (клапан, регулятор)	6
6	5	Определение работоспособности объекта в течении заданной наработки.	4

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	2	Построение дроссельной характеристики ЖРД.	2
2	2	Проектирование форсунки ЖРД.	2
3	2	Экспериментальное определение конуса распыла форсунки.	2
4	4	Изучение стенда гидравлических испытаний ТНА.	2
5	4	Изучение устройства средств измерения давления, расхода, температуры, тяги.	2
6	6	Изучение испытательных комплексов двигательных установок ракет морского базирования.	6

5.4. Самостоятельная работа студента

Подвид СРС	
Проработка лекционного материала	1. Полухин Д.А. и др. Отработка пневмогидросистем двигательных установок ракет-носителей. Кондрусов, В.В. Окорочков. – М.: Машиностроение, 1992. – 352с./ http://virtua.lib.susu.ru/cgi-bin/gw_2011_1_4/chameleon?sessionid=2022020119070215312&skin=default&lng=ru&inst=com

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	9	Текущий контроль	Принципы отработки и надежность ракетных двигательных установок	1	10	Баллы начисляются за правильный ответ на все вопросы текущего контроля по курсу в разделе №1. Общее количество вопросов - 2. Правильный ответ на 1 вопрос оценивается в 5 баллов.	экзамен
2	9	Текущий контроль	Виды испытаний и отработки ракетных двигателей	1	15	Баллы начисляются за правильный ответ на все вопросы текущего контроля по курсу в разделе №2. Общее количество вопросов - 3. Правильный ответ на 1 вопрос оценивается в 5 баллов.	экзамен
3	9	Текущий контроль	Испытательные стенды РД	1	10	Баллы начисляются за правильный ответ на все вопросы текущего контроля по курсу в разделе №3. Общее количество вопросов - 2. Правильный ответ на 1 вопрос оценивается в 5 баллов.	экзамен
4	9	Текущий контроль	Методы обеспечения надежности РД	1	10	Баллы начисляются за правильный ответ на все вопросы текущего контроля по курсу в разделе №4. Общее количество вопросов - 2. Правильный ответ на 1 вопрос оценивается в 5 баллов.	экзамен
5	9	Текущий контроль	Отработка и обеспечение надежности ДУ ракет морского базирования	1	5	Баллы начисляются за правильный ответ на все вопросы текущего контроля по курсу в разделе №5. Общее количество вопросов - 1. Правильный ответ на 1 вопрос оценивается в 5 баллов.	экзамен
6	9	Текущий контроль	Методы и средства измерения основных параметров ракетных двигателей	1	10	Баллы начисляются за правильный ответ на все вопросы текущего контроля по курсу в разделе №6. Общее количество вопросов - 2. Правильный ответ на 1 вопрос оценивается в 5 баллов.	экзамен
7	9	Промежуточная	Промежуточная аттестация по	-	15	Баллы начисляются за правильный ответ на все вопросы по билету.	экзамен

		аттестация	курсу за 9 семестр - экзамен		Общее количество вопросов - 2. Правильный ответ на 1 вопрос оценивается в 5 баллов. Прохождении аттестации не является обязательным при условии набора баллов при прохождении текущей контроле по разделам курса выше минимального проходного порога. В этом случае оценка выставляется с учетом суммарных баллов, набранных период освоения курса.	
--	--	------------	---------------------------------	--	---	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Формат проведения промежуточной аттестации - письменный ответ на билет и собеседование. Билет содержит 2 теоретических вопроса по курсу. Время на подготовку ответа по билету - 45 мин. Время на проверку ответа - 20 мин. На собеседовании по билету могут быть заданы дополнительные вопросы. Общее количество дополнительных вопросов не более 2, время собеседования не более 10 мин.	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
ПК-4	Знает: виды испытаний и их назначение; состав и устройство испытательных комплексов и испытательных стендов; основные этапы наземной отработки ракетных двигателей и их агрегатов; особенности холодных и огневых испытаний ракетных двигателей и отработки жидкостных ракетных двигателей на прочность, вибропрочность и виброустойчивость	+	+	+	+	+	+	+
ПК-4	Умеет: разрабатывать программы огневых, холодных, прочностных, тепловакуумных и вибрационных испытаний агрегатов жидкостных ракетных двигателей и ЖРД в целом							+
ПК-4	Имеет практический опыт: планирования и разработки технических требований на проведение прочностных, тепловакуумных, вибрационных испытаний исследуемого изделия; применения методик и средств испытаний конструкций жидкостных ракетных двигателей	+	+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому 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 для СРС

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. нет для СРС

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
2	Основная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Испытания жидкостных ракетных двигателей [Электронный ресурс] : у... В. — М.: Машиностроение, 1992. http://virtua.lib.susu.ru/cgi-bin/gw_2011_1_4/chameleon?sessionid=2022020119070215312&skin=def1112_DEFAULT&searchid=H1&sourcescreen=INITREQ&pos=1&itempos:
4	Дополнительная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Космин, В.В. Основы научных исследований. Общий курс [Электронни... http://virtua.lib.susu.ru/cgi-bin/gw_2011_1_4/chameleon?sessionid=2022020119070215312&skin=def1112_DEFAULT&searchid=H2&sourcescreen=INITREQ&pos=1&itempos:
5	Основная литература	Учебно-методические материалы кафедры	Ваулин, С. Д. Испытания ракетных двигателей Текст учеб. пособие С. Д. Ваулин. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2006. - 151, [2] с. ил. http://virtua.lib.susu.ru/cgi-bin/gw_2011_1_4/chameleon?sessionid=2022020119070215312&skin=def1112_DEFAULT&searchid=H4&sourcescreen=INITREQ&pos=1&itempos:

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. -LibreOffice(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	110 (2)	ЭВМ.
Лекции	100 (2в)	УЦ РКТ
Лабораторные занятия	101 (2)	Средства измерения температуры, давления, расхода; лабораторный стенд огневых испытаний модельного ЖРД: огневой бокс, огневой стенд, пультовая, система регистрации тяги, система видеонаблюдения испытаний; Лабораторный стенд гидравлических испытаний модельного ТНА.

Практические занятия и семинары	101 (2)	Стенд теплогидравлических испытаний «ТГСУ-001», стенд гидропроливочных испытаний «Распылительные устройства ЖРД»
---------------------------------	------------	--