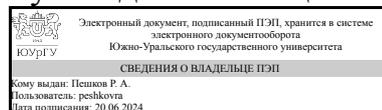


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель специальности



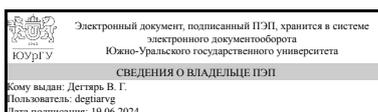
Р. А. Пешков

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.37 Динамика и прочность конструкций авиационных и ракетных двигателей  
для специальности 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей  
уровень Специалитет  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Летательные аппараты

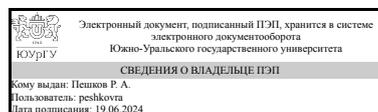
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.08.2020 № 979

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



В. Г. Дегтярь

Разработчик программы,  
к.техн.н., доцент



Р. А. Пешков

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель изучения дисциплины: - научить студентов современным методам расчета на прочность, жесткость и устойчивость силовых элементов конструкций двигательных установок ракет для использования полученных знаний в практической инженерной деятельности; при проектировании и эксплуатации двигателей летательных аппаратов, для решения проблемы увеличения их надежности. Задачи изучения дисциплины: - дать знания и навыки анализа конструкций (определение напряжений, деформаций и предельных нагрузок при заданных воздействиях), а также синтеза конструкций (т.е. выявления конструкторских решений, наиболее эффективных с точки зрения прочности).

## Краткое содержание дисциплины

Основные этапы работ по обеспечению прочностной надежности конструкции ракетной двигательной установки. Нормирование прочности конструкций. Реальный объект и расчетная схема, модель материала, геометрическая модель конструкции, модели нагружения, модели разрушения. Расчет безмоментных оболочек вращения разной формы. Изгиб цилиндрической оболочки при осесимметричном нагружении; краевой эффект. Изгиб круглых пластин. Влияние перфорации на жесткость пластины. Общая и местная устойчивость стержней и оболочек при сжимающих напряжениях. Основные соотношения теории малых упруго-пластических деформаций. Прочность фермы и рамы крепления ДУ. Оценка общей несущей способности камеры сгорания ЖРД. Расчет без учета осевых усилий камеры сгорания ЖРД многоразового запуска. Уточненные расчеты несущей способности КС ЖРД одноразового срабатывания с учетом пластических деформаций. Режим гидроопрессовки и рабочий режим нагружения КС. Прочность связей между оболочками КС. Расчет плоской головки КС. Запасы прочности. Расчетные схемы конструктивных элементов РДТТ. Особенности обеспечения прочностной надежности заряда. Прочность корпуса и днищ. Особенности расчета на прочность композитного корпуса РДТТ, образованного непрерывной намоткой. Основы расчетов рабочих лопаток и дисков турбин на прочность. Оценка критической скорости вала.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-5 Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач	Знает: методы математического моделирования конструкций авиационных и ракетных двигателей и внешних воздействий; понятия и подходы к математическому моделированию сложных конструкций; правила перехода от реального объекта к расчетной схеме для основных силовых элементов двигателя; нагрузки, действующие на элементы конструкции двигателя в основных расчётных случаях; возможные виды предельного состояния конструкций под действием этих нагрузок

	<p>Умеет: использовать свои знания для построения математической модели прочностной надёжности конструкций авиационных и ракетных двигателей, оценивать корректность постановок задач, представлять итоги проделанной работы; определять напряженнодеформированное состояние оболочек вращения по безмоментной теории, НДС круглых пластин; понимать степень опасности краевого эффекта в конструкциях корпуса и двигателя; оценивать запас прочности теплонапряженных узлов двигательной установки; объяснять, почему в существующих конструкциях ЛА приняты те или иные конструктивные решения, продиктованные требованиями обеспечения прочностной надёжности</p> <p>Имеет практический опыт: владения навыками решения задач математического моделирования прочностной надёжности конструкций и выбора конструктивно-силовых схем; методами расчёта на прочность основных элементов конструкции ДУ, связанными с разработкой и испытаниями двигателя</p>
--	--

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.23 Современные программные комплексы, Учебная практика (ознакомительная) (2 семестр)	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
1.О.23 Современные программные комплексы	<p>Знает: основы конструирования деталей, узлов, механизмов и соединений с использованием твердотельного компьютерного моделирования в соответствии с единой системой конструкторской документации и на базе современных программных комплексов, основы конструирования деталей, узлов, механизмов и соединений с использованием твердотельного компьютерного моделирования в соответствии с единой системой конструкторской документации и на базе современных программных комплексов</p> <p>Умеет: выполнять графическую работу в соответствии с нормами единой системы конструкторской документации с использованием компьютерных технологий; разрабатывать конструкцию деталей узлов и отдельных механизмов ракетной и</p>

	<p>ракетно-космической техники, выполнять графическую работу в соответствии с нормами единой системы конструкторской документации с использованием компьютерных технологий; разрабатывать конструкции деталей узлов и отдельных механизмов ракетной и ракетно-космической техники. Имеет практический опыт: работы в стандартных программных комплексах различного вида и назначения; навыками конструирования узлов и агрегатов ракетной и ракетно-космической техники, работы в стандартных программных комплексах различного вида и назначения; навыками конструирования узлов и агрегатов ракетной и ракетно-космической техники</p>
Учебная практика (ознакомительная) (2 семестр)	<p>Знает: навыки и приёмы программирования, применение прикладных программных комплексов для обработки экспериментальных данных и математического моделирования. Умеет: составлять компьютерную программу на одном из языков программирования, реализующую изученные методы, проводить её отладку, тестирование и использовать её для решения конкретной задачи. Имеет практический опыт: владения методами компьютерного моделирования (компьютерного эксперимента), способами использования прикладных программ для решения практических задач</p>

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч., 110,75 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	8
Общая трудоёмкость дисциплины	216	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	96	48	48
Лекции (Л)	32	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	32	16	16
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	105,25	53,75	51,5
Проработка теоретического материала и задач, решённых на практических занятиях, по конспектам и учебной литературе. Подготовка к зачету	53,75	53,75	0
Проработка теоретического материала и задач, решённых на	51,5	0	51,5

практических занятиях, по конспектам и учебной литературе. Подготовка к экзамену			
Консультации и промежуточная аттестация	14,75	6,25	8,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	экзамен

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Основы прочностных расчетов силовых узлов ракетного двигателя. Нормирование прочности. Методы анализа статической и динамической прочности.	52	12	8	32
2	Расчет теплонапряженных узлов ЖРД. Оценка несущей способности камеры сгорания. Прочность связей и узлов крепления.	20	8	12	0
3	Прочность твердотопливного ракетного двигателя.	14	8	6	0
4	Прочность элементов турбонасосного агрегата.	10	4	6	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Основные этапы работ по обеспечению прочностной надежности конструкции ракетной двигательной установки. Нормирование прочности конструкций.	2
2	1	Реальный объект и расчетная схема, модель материала, формы конструкции, модели нагружения, модели разрушения.	2
3	1	Расчет НДС безмоментных оболочек вращения разной формы.	2
4	1	Изгиб цилиндрической оболочки при осесимметричном нагружении; краевой эффект.	2
5	1	Изгиб круглых пластин. Влияние перфорации на жесткость пластины.	2
6	1	Общая и местная устойчивость стержней и оболочек при сжимающих напряжениях.	1
7	1	Основные соотношения теории малых упруго-пластических деформаций.	1
8	2	Оценка общей несущей способности камеры сгорания ЖРД. Расчет без учета осевых усилий камеры сгорания ЖРД многократного запуска.	1
9	2	Оценка общей несущей способности камеры сгорания ЖРД. Расчет без учета осевых усилий камеры сгорания ЖРД многократного запуска.	1
10	2	Уточненные расчеты несущей способности КС ЖРД одноразового срабатывания с учетом пластических деформаций.	1
11	2	Режим гидроопрессовки и рабочий режим нагружения КС.	1
12	2	Прочность связей между оболочками КС.	2
13	2	Расчет плоской головки КС. Запасы прочности.	2
14	3	Расчетные схемы конструктивных элементов. Особенности обеспечения прочностной надежности заряда.	4
15	3	Прочность корпуса и днищ. Особенности расчета на прочность композитного корпуса РДТТ, образованного непрерывной намоткой волокон композиционного материала.	4
16	4	Основы расчетов НДС рабочих лопаток, дисков турбин. Оценка критической скорости вала.	4

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Расчетная схема оболочек КС ЖРД. Расчет напряжений деформаций и перемещений безмоментных оболочек вращения (цилиндр, сфера, конус).	2
2	1	Оценка краевого эффекта в оболочках. Влияние на прочность. Определение частного решения дифференциального уравнения изгиба оболочки, формулировка граничных условий для определения констант интегрирования. Контрольная работа.	2
3	1	Поперечный изгиб круглых пластин. Формулировка граничных условий для различных случаев закрепления. Определение констант интегрирования для характерных граничных условий: шарнирного опирания, заделки и свободного края. Сравнение расчетного прогиба с данными лабораторных испытаний. Применение расчетной схемы кольцевой пластины для оценки деформирования сильфона.	2
4	1	Расчет общей и местной устойчивости тонкостенных стержней и оболочек при действии сжимающих напряжений. Сравнение расчетных критических нагрузок с данными лабораторных испытаний. Анализ причин расхождения расчетных данных с экспериментальными.	2
5	2	Расчет общей несущей способности цилиндрической КС ЖРД. Приближенная оценка напряжений и запаса прочности при рабочем давлении. Определение запаса прочности и рабочих напряжений в стенках КС.	4
6	2	Уточненные расчеты КС ЖРД одноразового срабатывания при пластическом деформировании.	4
7	2	Расчет общей и местной устойчивости тонкостенных стержней и оболочек при действии сжимающих напряжений. Сравнение расчетных критических нагрузок с данными лабораторных испытаний. Анализ причин расхождения расчетных данных с экспериментальными.	4
8,9	3	Расчет напряжений в заряде РДТТ. Оценка вариантов конструкторско-технологических решений узлов композитного корпуса РДТТ с позиций прочностной надежности.	6
10	4	Прочность элементов турбонасосного агрегата	6

## 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	1	Общая потеря устойчивости стержней. Изучение общей потери устойчивости стержневых элементов конструкций на примере потери устойчивости алюминиевых прессованных профилей.	4
2	1	Местная потеря устойчивости стержней. Изучение местной потери устойчивости стержневых элементов конструкций на примере потери устойчивости алюминиевых прессованных профилей.	4
3	1	Устойчивость цилиндрической оболочки при осевом сжатии. Экспериментально определяется величина критической нагрузки, при которой происходит потеря устойчивости. Сравнение с расчетом.	6
4	1	Устойчивость цилиндрической оболочки при внешнем боковом давлении. Исследуются формы потери устойчивости, влияние способов закрепления. Производится сравнение с результатами расчетов.	6

5	1	Изгиб круглой пластинки. Экспериментально определяется прогиб круглой пластинки под действием равномерного избыточного давления. Результаты измерений прогиба сравниваются с теоретическими.	6
6	1	Осевая деформация сиффона. Оценивается точность расчетной модели и формул для определения поджатия или удлинения сиффона под нагрузкой путем сравнения теоретических результатов с экспериментальными.	6

#### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Проработка теоретического материала и задач, решённых на практических занятиях, по конспектам и учебной литературе. Подготовка к зачету	1. Лизин, В. Т. Проектирование тонкостенных конструкций В. Т. Лизин, В. А. Пяткин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1985. - 344 с. ил. 2. Балабух, Л. И. Строительная механика ракет Текст Учебник Л. И. Балабух, Н. А. Алфутов, В. И. Усюкин. - М.: Высшая школа, 1984. - 391 с. ил. 3. Конструкция и проектирование жидкостных ракетных двигателей Учеб. для вузов по спец."Авиац. двигатели и энерг. установки" Г. Г. Гахун, В. И. Баулин, В. А. Володин и др.; Под общ. ред. Г. Г. Гахуна. - М.: Машиностроение, 1989. - 424 с. ил.	7	53,75
Проработка теоретического материала и задач, решённых на практических занятиях, по конспектам и учебной литературе. Подготовка к экзамену	1. Лизин, В. Т. Проектирование тонкостенных конструкций В. Т. Лизин, В. А. Пяткин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1985. - 344 с. ил. 2. Балабух, Л. И. Строительная механика ракет Текст Учебник Л. И. Балабух, Н. А. Алфутов, В. И. Усюкин. - М.: Высшая школа, 1984. - 391 с. ил. 3. Конструкция и проектирование жидкостных ракетных двигателей Учеб. для вузов по спец."Авиац. двигатели и энерг. установки" Г. Г. Гахун, В. И. Баулин, В. А. Володин и др.; Под общ. ред. Г. Г. Гахуна. - М.: Машиностроение, 1989. - 424 с. ил.	8	51,5

#### 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	Учи-тыва-ется в
------	----------	--------------	-----------------------------------	-----	------------	---------------------------	-----------------

							ПА
1	7	Текущий контроль	Выполнение семестрового задания в виде решения задачи-1	15	15	<p>Семестровое задание осуществляется на последнем занятии изучаемых раздела 1. Студенту дается задача. Задача состоит из расчетной и графической части. На решение задачи отводится 45 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Критерии оценивания решения задачи: - расчет и графическая часть выполнены верно – 15 баллов; - расчет выполнен верно, графическая часть имеет недочеты – 12 баллов; - расчет имеет недочеты, графическая часть выполнена верно – 10 баллов; - расчет и графическая часть имеют недочеты – 8 балла; - расчет и графическая часть имеют грубые замечания – 4 балла; - задача не выполнена – 0 баллов.</p> <p>Максимальное количество баллов – 15. Весовой коэффициент мероприятия - 15.</p> <p>Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %.</p> <p>Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %.</p>	зачет
2	7	Текущий контроль	Выполнение контрольного задания в виде решения задачи-1	15	15	<p>Контрольное задание осуществляется на последнем занятии изучаемых раздела 1. Студенту дается задача. Задача состоит из расчетной и графической части. На решение задачи отводится 45 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Критерии оценивания решения задачи: - расчет и графическая часть выполнены верно – 15 баллов; - расчет выполнен верно, графическая часть имеет недочеты – 12 баллов; - расчет имеет недочеты, графическая часть выполнена верно – 10 баллов; - расчет и графическая часть имеют недочеты – 8 балла; - расчет и графическая часть имеют грубые замечания – 4 балла; - задача не выполнена – 0 баллов.</p> <p>Максимальное количество баллов – 15. Весовой коэффициент</p>	зачет

						мероприятия - 15. Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %.	
3	7	Текущий контроль	Выполнение лабораторной работы-1	15	15	Защита лабораторной работы осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется оформленный отчет. Оценивается качество оформления, правильность выводов и ответы на вопросы (задаются 2 вопроса). При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: - расчет выполнен верно и приведены методики расчета – 5 баллов; - выводы логичны и обоснованы – 4 балла - оформление работы соответствует требованиям – 2 балла - правильный ответ на один вопрос – 2 балла. Максимальное количество баллов – 15. Весовой коэффициент мероприятия – 15. Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %	зачет
4	7	Текущий контроль	Контрольная работа в виде письменного опроса-1	15	15	Письменный опрос осуществляется на одном из занятий изучаемого раздела в седьмом семестре. Необходимо ответить на вопросы из списка. Время, отведенное на опрос -90 минут. 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 1,5 балла. Частично правильный ответ соответствует 0,75 балла. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 15. Весовой коэффициент мероприятия – 15. Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %	зачет
5	7	Промежуточная	Мероприятие промежуточной	-	40	Промежуточная аттестация включает в себя письменный опрос. Контрольное	зачет

		аттестация	аттестации в виде зачета (письменный опрос)			<p>мероприятие промежуточной аттестации проводятся во время сдачи зачета. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).</p> <p>Преподавателю предоставляется право задавать обучающимся дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины. Письменный опрос из 5 вопросов. Время, отведенное на опрос -40 минут.</p> <p>Правильный ответ на вопрос соответствует 8 баллам. Частично правильный ответ соответствует 5 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 40.</p> <p>Максимальное количество баллов за промежуточную аттестацию – 40.</p> <p>Весовой коэффициент мероприятия - 40.</p>	
6	8	Текущий контроль	Выполнение семестрового задания в виде решения задачи-2	15	15	<p>Семестровое задание осуществляется на последнем занятии изучаемых раздела. Студенту дается задача. Задача состоит из расчетной и графической части. На решение задачи отводится 45 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Критерии оценивания решения задачи: - расчет и графическая часть выполнены верно – 15 баллов; - расчет выполнен верно, графическая часть имеет недочеты – 12 баллов; - расчет имеет недочеты, графическая часть выполнена верно – 10 баллов; - расчет и графическая часть имеют недочеты – 8 балла; - расчет и графическая часть имеют грубые замечания – 4 балла; - задача не выполнена – 0 баллов.</p> <p>Максимальное количество баллов – 15. Весовой коэффициент мероприятия - 15.</p> <p>Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %.</p> <p>Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %.</p>	экзамен
7	8	Текущий контроль	Выполнение лабораторной	15	15	Защита лабораторной работы осуществляется индивидуально.	экзамен

			работы-2		Студентом предоставляется оформленный отчет. Оценивается качество оформления, правильность выводов и ответы на вопросы (задаются 2 вопроса). При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: - расчет выполнен верно и приведены методики расчета – 6 балла; - выводы логичны и обоснованы – 4 балл - оформление работы соответствует требованиям – 1 балл - правильный ответ на один вопрос – 2 балл Максимальное количество баллов – 15. Весовой коэффициент мероприятия – 15.		
8	8	Промежуточная аттестация	Мероприятие промежуточной аттестации в виде экзамена (письменный опрос)	-	40	<p>Промежуточная аттестация включает в себя письменный опрос. Контрольное мероприятие промежуточной аттестации проводятся во время сдачи экзамена. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Преподавателю предоставляется право задавать обучающимся дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины. Письменный опрос из 5 вопросов. Время, отведенное на опрос -40 минут. Правильный ответ на вопрос соответствует 8 баллам. Частично правильный ответ соответствует 5 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 40. Максимальное количество баллов за промежуточную аттестацию – 40. Весовой коэффициент мероприятия - 40.</p> <p>Отлично: Величина рейтинга обучающегося по курсовой работе 85...100 %.</p> <p>Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по курсовой работе 75...84 %.</p> <p>Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по курсовой работе 60...74 %.</p>	экзамен

						Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %.	
9	8	Текущий контроль	Выполнение контрольного задания в виде решения задачи-2	15	15	<p>Контрольное задание осуществляется на последнем занятии изучаемых раздела 1. Студенту дается задача. Задача состоит из расчетной и графической части. На решение задачи отводится 45 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Критерии оценивания решения задачи: - расчет и графическая часть выполнены верно – 15 баллов; - расчет выполнен верно, графическая часть имеет недочеты – 12 баллов; - расчет имеет недочеты, графическая часть выполнена верно – 10 баллов; - расчет и графическая часть имеют недочеты – 8 балла; - расчет и графическая часть имеют грубые замечания – 4 балла; - задача не выполнена – 0 баллов.</p> <p>Максимальное количество баллов – 15. Весовой коэффициент мероприятия - 15.</p> <p>Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %.</p> <p>Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %.</p>	экзамен
10	8	Текущий контроль	Контрольная работа в виде письменного опроса-2	15	15	<p>Письменный опрос осуществляется на одном из занятий изучаемого раздела в седьмом семестре. Необходимо ответить на вопросы из списка. Время, отведенное на опрос -90 минут. 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 1,5 балла. Частично правильный ответ соответствует 0,75 балла.</p> <p>Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 15. Весовой коэффициент мероприятия – 15.</p> <p>Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %.</p> <p>Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %</p>	экзамен

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	<p>Промежуточная аттестация включает в себя письменный опрос. Контрольное мероприятие промежуточной аттестации проводится во время сдачи экзамена. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Преподавателю предоставляется право задавать обучающимся дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины. Письменный опрос из 5 вопросов. Время, отведенное на опрос -40 минут. Правильный ответ на вопрос соответствует 8 баллам. Частично правильный ответ соответствует 5 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 40. Максимальное количество баллов за промежуточную аттестацию – 40. Весовой коэффициент мероприятия - 40. Отлично: Величина рейтинга обучающегося по курсовой работе 85...100 %. Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по курсовой работе 75...84 %. Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по курсовой работе 60...74 %. Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %.</p>	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения
зачет	<p>Промежуточная аттестация включает в себя письменный опрос. Контрольное мероприятие промежуточной аттестации проводится во время сдачи зачета. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Преподавателю предоставляется право задавать обучающимся дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины. Письменный опрос из 5 вопросов. Время, отведенное на опрос -40 минут. Правильный ответ на вопрос соответствует 8 баллам. Частично правильный ответ соответствует 5 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 40. Максимальное количество баллов за промежуточную аттестацию – 40. Весовой коэффициент мероприятия - 40. Зачтено: рейтинг обучающегося по дисциплине больше или равен 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося по дисциплине менее 60 %.</p>	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
ОПК-5	<p>Знает: методы математического моделирования конструкций авиационных и ракетных двигателей и внешних воздействий; понятия и подходы к математическому моделированию сложных конструкций; правила перехода от реального объекта к расчетной схеме для основных силовых элементов двигателя; нагрузки, действующие на элементы конструкции двигателя в основных расчетных случаях; возможные виды предельного состояния</p>	+	+		+		+	+	+	+	

	конструкций под действием этих нагрузок																			
ОПК-5	Умеет: использовать свои знания для построения математической модели прочностной надёжности конструкций авиационных и ракетных двигателей, оценивать корректность постановок задач, представлять итоги проделанной работы; определять напряженнодеформированное состояние оболочек вращения по безмоментной теории, НДС круглых пластин; понимать степень опасности краевого эффекта в конструкциях корпуса и двигателя; оценивать запас прочности теплонапряженных узлов двигательной установки; объяснять, почему в существующих конструкциях ЛА приняты те или иные конструктивные решения, продиктованные требованиями обеспечения прочностной надежности	+	+	++	+															
ОПК-5	Имеет практический опыт: владения навыками решения задач математического моделирования прочностной надёжности конструкций и выбора конструктивно-силовых схем; методами расчёта на прочность основных элементов конструкции ДУ, связанными с разработкой и испытаниями двигателя	+		++																

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Балабух, Л. И. Строительная механика ракет Текст Учебник Л. И. Балабух, Н. А. Алфутов, В. И. Усюкин. - М.: Высшая школа, 1984. - 391 с. ил.
2. Феодосьев, В. И. Сопротивление материалов Учеб. для вузов. - 10-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2000. - 590,[1] с.
3. Добровольский, М. В. Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования [Текст] учеб. для вузов по направлению "Авиа-и ракетостроение", специальности "Ракет. двигатели" "Двигатели летат. аппаратов" М. В. Добровольский : под ред. Д. А. Ягодникова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006. - 486, [1] с. ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Лизин, В. Т. Проектирование тонкостенных конструкций В. Т. Лизин, В. А. Пяткин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1985. - 344 с. ил.
2. Фахрутдинов, И. Х. Конструкция и проектирование ракетных двигателей твердого топлива Учеб. для машиностроит. вузов. - М.: Машиностроение, 1987. - 325 с. ил.

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

1. Ракетная техника.
2. Вопросы ракетной техники.
3. Оборонная техника.
4. Известия ВУЗов: Авиационная техника, ракетная техника и космонавтика.

5. Космические исследования : науч. журн. / Рос. акад. наук, Президиум РАН

6. Полет: Авиация. Ракетная техника. Космонавтика: Общерос. науч.-техн. журн. / Изд-во "Машиностроение"

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Характеристики И Критерии Эффективности Материалов

2. Хищенко Ю.М. Сборник вопросов и задач по строительной механике: Учебное пособие. – Челябинск: изд-во ЧПИ, 1986. – 81 с.

3. Махнович С.В. Строительная механика и прочность конструкций: Руководство к лабораторным работам. – Челябинск: ЧГТУ, 1996. – 40 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Абрамов, И.П. Ракетно-космическая техника. Т. IV+22, В 2 кн. Кн. 2. Часть I. / И.П. Абрамов, И.В. Алдашкин, Э.В. Алексеев. — М. : Машиностроение, 2014. — 563 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/63258">https://e.lanbook.com/book/63258</a>
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Чернышев, А.В. Расчет и конструирование агрегатов пневматических и пневмогидравлических систем. Пневмосистемы. Источники сжатого газа. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. — 50 с. <a href="http://e.lanbook.com/book/52154">http://e.lanbook.com/book/52154</a>
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Абрамов, И.П. Ракетно-космическая техника. Т. IV+22, В 2 кн. Кн. 2. Часть II. [Электронный ресурс] / И.П. Абрамов, И.В. Алдашкин, Э.В. Алексеев. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2014. — 548 с. <a href="http://e.lanbook.com/book/63259">http://e.lanbook.com/book/63259</a>

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)
3. ANSYS-ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (Mechanical, Fluent, CFX, Workbench, Maxwell, HFSS, Simplorer, Designer, PowerArtist, RedHawk)(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
Лекции	105 (2)	Лабораторные стенды, макеты, плакаты
Лабораторные занятия	105 (2)	Лабораторные стенды и образцы для испытаний, Плакаты для проведения практических и лабораторных занятий