### ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ: Декан факультета Аэрокосмический

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота (Ожно-Уральского государственного университета СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП Кому выдан: Федоров В. Б. Пользовятель: fedorovb [Дата подписания: 3 10 5 2021]

В. Б. Фёдоров

#### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины Б.1.30 Динамика и прочность конструкций авиационных и ракетных двигателей

**для специальности** 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей **уровень** специалист **тип программы** Специалитет

специализация Проектирование жидкостных ракетных двигателей 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 16.02.2017 № 141

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

Заектронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборога ПОУПУ (Ожно-Уранького государственного университета СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП Кому выдан: Деттър В. Г. СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП Пользователь Серватор

В. Г. Дегтярь

Разработчик программы, к.техн.н., доцент

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборога Южно-Уральского госуларственного универентета СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП Кому выдан: Пешков Р А. Подъзователь реакного загазатель реа

Р. А. Пешков

СОГЛАСОВАНО

Зав.выпускающей кафедрой Двигатели летательных аппаратов д.техн.н., проф.

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборога (ОХВО) У СТВЕДЕНИЯ О ВПАДЕЛЬЦЕ ПЭП Кому мадан: Ваулис С. П. Пользонатсь: vaulined Lara подписания: 31 05 2021

С. Д. Ваулин

#### 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 (ЗУНы)
ПК-5 способностью составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений	Знать: методы математического моделирования конструкций ЖРД и внешних воздействий; понятия и подходы к математическому моделированию сложных конструкций; Уметь: использовать свои знания для построения математической модели прочностной надёжности конструкций ЖРД, оценивать корректность постановок задач, представлять итоги проделанной работы, Владеть: навыками решения задач математического моделирования прочностной

1	
	надёжности конструкций и выбора
	конструктивно-силовых схем
ПСК-3.3 способностью выполнять термопрочностные расчеты и осуществлять конструирование деталей, узлов и элементов ЖРД	Знать:правила перехода от реального объекта к расчетной схеме для основных силовых элементов ракетного двигателя; нагрузки, действующие на элементы конструкции двигательной установки ЖРД в основных расчётных случаях; возможные виды предельного состояния конструкций под действием этих нагрузок  Уметь:определять напряженно-деформированное 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.  Владеть:методами расчёта на прочность
	основных элементов конструкции ДУ,
	связанными с разработкой и испытаниями
	ракетного двигателя.

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин,	Перечень последующих дисциплин,
видов работ учебного плана	видов работ
В 1 10 Ввеление в специальность	Б.1.34 Испытания жидкостных ракетных двигателей

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

Дисциплина	Требования
	Знать основы конструкции и принципы работы
В.1.10 Введение в специальность	жидкостных и твердотопливных ракетных
	двигателей, эксплуатационные воздействия,
	конструкционные материалы

### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах Номер семестра 8
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108

Аудиторные занятия:	48	48
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	24	24
Лабораторные работы (ЛР)	8	8
Самостоятельная работа (СРС)	60	60
Проработка теоретического материала и задач, решённых на практических занятиях, по конспектам и учебной литературе. Подготовка к зачету	60	60
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины		Объем аудиторных занятий по видам в часах			
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Основы прочностных расчетов силовых узлов ракетного двигателя. Нормирование прочности. Методы анализа статической и динамической прочности.	23	7	8	8	
	Расчет теплонапряженных узлов ЖРД. Оценка несущей способности камеры сгорания. Прочность связей и узлов крепления.	14	6	8	0	
3	Прочность твердотопливного ракетного двигателя.	6	2	4	0	
4	Прочность элементов турбонасосного агрегата.	5	1	4	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.	1
2		Реальный объект и расчетная схема, модель материала, формы конструкции, модели нагружения, модели разрушения.	1
3	1	Расчет НДС безмоментных оболочек вращения разной формы.	1
4		Изгиб цилиндрической оболочки при осесимметричном нагружении; краевой эффект.	1
5	1	Изгиб круглых пластин. Влияние перфорации на жесткость пластины.	1
6		Общая и местная устойчивость стержней и оболочек при сжимающих напряжениях.	1
7	1	Основные соотношения теории малых упруго-пластических деформаций.	1
8	,	Оценка общей несущей способности камеры сгорания ЖРД. Расчет без учета осевых усилий камеры сгорания ЖРД многоразового запуска.	1
9		Оценка общей несущей способности камеры сгорания ЖРД. Расчет без учета осевых усилий камеры сгорания ЖРД многоразового 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.	1

13	2	Расчет плоской головки КС. Запасы прочности.	1
14	3	Расчетные схемы конструктивных элементов. Особенности обеспечения прочностной надежности заряда.	1
15	3	Прочность корпуса и днищ. Особенности расчета на прочность композитного корпуса РДТТ, образованного непрерывной намоткой волокон композиционного материала.	1
16	4	Основы расчетов НДС рабочих лопаток, дисков турбин. Оценка критической скорости вала.	1

## 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 дефор-маций 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 опреде-ления 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.	2
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.	2
8,9	3	Расчет напряжений в заряде РДТТ. Оценка вариантов конструк-торско- технологических решений узлов композитного корпуса РДТТ с позиций прочностной надежности.	4
10	4	Прочность элементов турбонасосного агрегата	4

# 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол- во часов
1	1	Местная и общая потеря устойчивости стержней. Изучение местной и общей потери устойчивости стержневых элементов конструкций на примере потери устойчивости алюминиевых прессованных профилей.	

2	1	Устойчивость цилиндрической оболочки при осевом сжатии. Экспериментально определяется величина критической нагрузки, при которой происходит потеря устойчивости. Сравнение с расчетом.	1
3	1	Устойчивость цилиндрической оболочки при внешнем боковом давлении. Исследуются формы потери устойчивости, влияние способов закрепления. Производится сравнение с результатами расчетов.	1
4	1	Изгиб круглой пластинки. Экспериментально определяется прогиб круглой пластинки под действием равномерного избыточного давления. Результаты измерений прогиба сравниваются с теоретическими.	2
5	1	Осевая деформация сильфона. Оценивается точность расчетной модели и формул для определения поджатия или удлинения сильфона под нагрузкой путем сравнения теоретических результатов с экспериментальными.	2

### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Проработка теоретического материала и задач, решённых на практических занятиях, по конспектам и учебной литературе. Подготовка к зачету	Основная и дополнительная литература	60

# 6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных	Вид работы	Краткое описание	Кол-во
занятий	(Л, ПЗ, ЛР)		ауд. часов
Компьютерное моделирование и практический анализ результатов	практические занятия и семинары	Расчет реальных конструкций и анализ результатов	24

# Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Инновационные формы обучения	Краткое описание и примеры использования в темах и разделах
Разбор конкретных ситуаций	Выбор структуры сложного изделия

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

# 7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Все разделы	ПСК-3.3 способностью выполнять термо- прочностные расчеты и осуществлять	Мероприятие промежуточной аттестации в виде зачета (письменный	Вопросы к зачету: 1-15

	конструирование деталей, узлов и элементов ЖРД	опрос)	
Все разделы	ПК-5 способностью составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений	Мероприятие промежуточной аттестации в виде зачета (письменный опрос)	Вопросы к зачету: 16-25
Основы прочностных расчетов силовых узлов ракетного двигателя. Нормирование прочности. Методы анализа статической и динамической прочности.	ПСК-3.3 способностью выполнять термо-прочностные расчеты и осуществлять конструирование деталей, узлов и элементов ЖРД	Выполнение лабораторной работы-1	Лабораторная работа-1
Основы прочностных расчетов силовых узлов ракетного двигателя. Нормирование прочности. Методы анализа статической и динамической прочности.	ПСК-3.3 способностью выполнять термо-прочностные расчеты и осуществлять конструирование деталей, узлов и элементов ЖРД	Выполнение лабораторной работы-2	Лабораторная работа-2
Основы прочностных расчетов силовых узлов ракетного двигателя. Нормирование прочности. Методы анализа статической и динамической прочности.	ПК-5 способностью составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений	Выполнение лабораторной работы-3	Лабораторная работа-3
Основы прочностных расчетов силовых узлов ракетного двигателя. Нормирование прочности. Методы анализа статической и динамической прочности.	ПК-5 способностью составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений	Выполнение лабораторной работы-4	Лабораторная работа-4
Основы прочностных расчетов силовых узлов ракетного двигателя. Нормирование прочности. Методы анализа статической и динамической прочности.	ПСК-3.3 способностью выполнять термо-прочностные расчеты и осуществлять конструирование деталей, узлов и элементов ЖРД	Выполнение лабораторной работы-5	Лабораторная работа-5
Расчет теплонапряженных узлов ЖРД. Оценка несущей способности камеры сгорания. Прочность связей и узлов крепления.	ПСК-3.3 способностью выполнять термо-прочностные расчеты и осуществлять конструирование деталей, узлов и элементов ЖРД	Выполнение контрольного задания в виде решения задачи-1	Контрольное задание-1
Расчет теплонапряженных узлов ЖРД. Оценка несущей способности камеры сгорания. Прочность связей и узлов крепления.	ПК-5 способностью составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений	Выполнение контрольного задания в виде решения задачи-2	Контрольное задание-2

## 7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

D	Положения — — — — — — — — — — — — — — — — — — —	Критерии
Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	оценивания
Мероприятие промежуточной аттестации в виде зачета (письменный опрос)	Промежуточная аттестация включает в себя письменный опрос. Контрольное 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). 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 %
Выполнение контрольного задания в виде решения задачи-1	Контрольное задание осуществляется на последнем занятии изучаемых раздела 2. Студенту дается задача. Задача состоит из расчетной и графической части. На решение задачи отводится 45 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльнорейтинговая 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 — 10 баллов; - расчет выполнен верно, графическая часть имеет недочеты — 8 баллов; - расчет имеет недочеты, графическая часть выполнена верно — 6 баллов; - расчет и графическая часть имеют недочеты — 4 балла; - расчет и графическая часть имеют грубые замечания — 2 балла; - задача не выполнена — 0 баллов. Максимальное количество баллов — 10. Весовой коэффициент мероприятия - 10.	Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее
Выполнение контрольного задания в виде решения задачи-2	Контрольное задание осуществляется на последнем занятии по разделу 3. Студенту дается задача. Задача состоит из расчетной и графической части. На решение задачи отводится 45 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльнорейтинговая 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 — 10 баллов; - расчет выполнен верно, графическая часть имеет недочеты — 8 баллов; - расчет имеет недочеты, графическая часть выполнена верно — 6 баллов; - расчет и графическая часть имеют недочеты — 4 балла; - расчет и графическая часть имеют недочеты — 4 балла; - расчет и графическая часть имеют грубые замечания — 2	обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее

		T ,
	балла; - задача не выполнена – 0 баллов.	
	Максимальное количество баллов – 10. Весовой	
	коэффициент мероприятия - 10.	
		Зачтено: рейтинг обучающегося за
Выполнение лабораторной работы- 1	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 — 3 балла; - выводы логичны и обоснованы — 1 балл - оформление работы соответствует требованиям — 1 балл - правильный ответ на один вопрос — 1 балл Максимальное количество баллов — 7. Весовой коэффициент мероприятия — 7.	мероприятие больше или равен 60 %. Не зачтено: рейтинг
Выполнение лабораторной работы- 2	результатов мероприятия используется балльнорейтинговая 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 – 3 балла; - выводы логичны и обоснованы – 1 балл - оформление работы соответствует требованиям – 1 балл - правильный ответ на один вопрос – 1 балл Максимальное количество баллов – 7. Весовой коэффициент мероприятия – 7.	обучающегося за мероприятие менее
Выполнение лабораторной работы- 3	результатов мероприятия используется балльнорейтинговая 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	
Выполнение лабораторной работы- 3	Защита лабораторной работы осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется оформленный отчет. Оценивается качество оформления, правильность выводов и ответы на	Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %. Не зачтено: рейтинг

	результатов мероприятия используется балльно-	обучающегося за
	- · ·	мероприятие менее
		60 %
	приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Общий балл	
	при оценке складывается из следующих показателей:	
	- расчет выполнен верно и приведены методики	
	расчета – 3 балла; - выводы логичны и обоснованы –	
	1 балл - оформление работы соответствует	
	требованиям – 1 балл - правильный ответ на один	
	вопрос – 1 балл Максимальное количество баллов –	
	7. Весовой коэффициент мероприятия – 7.	
	Защита лабораторной работы осуществляется	
	индивидуально. Студентом предоставляется	
	оформленный отчет. Оценивается качество	
	оформления, правильность выводов и ответы на	
	вопросы (задаются 2 вопроса). При оценивании	Зачтено: рейтинг
	результатов мероприятия используется балльно-	обучающегося за
Выполнение	рейтинговая система оценивания результатов	мероприятие больше
	учебной деятельности обучающихся (утверждена	или равен 60 %.
лабораторной работы-	приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Общий балл	Не зачтено: рейтинг
3	при оценке складывается из следующих показателей:	обучающегося за
		мероприятие менее
	расчета – 3 балла; - выводы логичны и обоснованы –	60 %
	1 балл - оформление работы соответствует	
	требованиям – 1 балл - правильный ответ на один	
	вопрос – 1 балл Максимальное количество баллов –	
	7. Весовой коэффициент мероприятия – 7.	

### 7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Мероприятие промежуточной аттестации в виде зачета (письменный опрос)	Вопросы к зачету.docx
Выполнение контрольного задания в виде решения задачи-1	Контрольное задание-1.doc
Выполнение контрольного задания в виде решения задачи-2	Контрольное задание-2.doc
Выполнение лабораторной работы-1	Лабораторная работа-1.docx
Выполнение лабораторной работы-2	Лабораторная работа-2.docx
Выполнение лабораторной работы-3	Лабораторная работа-3.docx
Выполнение лабораторной работы-3	Лабораторная работа-4.docx
Выполнение лабораторной работы-5	Лабораторная работа-5.docx

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

## Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

- 1. 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.
- 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. Феодосьев, В. И. Сопротивление материалов Учеб. для втузов. 10-е изд., перераб. и доп. М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2000. 590,[1] с.

#### б) дополнительная литература:

- 1. Хищенко, Ю. М. Сборник вопросов и задач по строительной механике : с применением ЭВМ Текст учеб. пособие Ю. М. Хищенко ; Челяб. политехн. ин-т им. Ленинского комсомола, Каф. Летат. аппараты ; ЮУрГУ. Челябинск: Издательство ЧПИ, 1986. 91 с.
- 2. Фахрутдинов, И. Х. Конструкция и проектирование ракетных двигателей твердого топлива Учеб. для машиностроит. вузов. М.: Машиностроение, 1987. 325 с. ил.
- 3. Лизин, В. Т. Проектирование тонкостенных конструкций В. Т. Лизин, В. А. Пяткин. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1985. 344 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. Хищенко Ю.М. Сборник вопросов и задач по строительной механике: Учебное пособие. Челябинск: изд-во ЧПИ, 1986. 81 с.
  - 2. Махнович С.В. Строительная механика и прочность конструкций: Руководство к лабораторным работам. Челябинск: ЧГТУ, 1996. 40 с.
    - 3. Характеристики И Критерии Эффективности Материалов

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

### Электронная учебно-методическая документация

			Наименование	Доступность
No	Вид	Наименование разработки	ресурса в	(сеть Интернет /
212	литературы	ттаимснование разраоотки	электронной	локальная сеть;
			форме	авторизованный /

				свободный до- ступ)
1	Дополнительная	Абрамов, И.П. Ракетно-космическая техника. Т. IV+22, В 2 кн. Кн. 2. Часть І. / И.П. Абрамов, И.В. Алдашкин, Э.В. Алексеев. — М.: Машиностроение, 2014. — 563 с. https://e.lanbook.com/	eLIBRARY.RU	Интернет / Свободный
2	Основная литература	[Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. — 50 с.	Электронно- библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
3	Дополнительная литература	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. — Режим поступа:	Электронно- библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный

# 9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

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 информационных справочных систем:

Нет

### 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	<b>№</b> ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лабораторные занятия		Лабораторные стенды и образцы для испытаний, Плакаты для проведения практических и лабораторных занятий
Лекции	105 (2)	Лабораторные стенды, макеты, плакаты