ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей кафедрой

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Дегтярь В. Г.
Пользователь: degtiarvg
Дата подписания: 24.02.2025

В. Г. Дегтярь

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.С0.05 Прочность конструкций летательных аппаратов
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 Летательные аппараты

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,
д.техн.н., проф.

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Дегтярь В. Г.
Пользователь: degtiarvg
Дата подписания: 08.02.2025

В. Г. Дегтярь

Разработчик программы,
ассистент

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Михайлов Е. А.
Пользователь: mikhailovea
Дата подписания: 08.02.2025

Е. А. Михайлов

Челябинск

1. Цели и задачи дисциплины

Цели: изучение принципов и методов прочностного анализа конструкций РКТ(определение напряжений, деформаций и предельных нагрузок при заданных воздействиях), а также синтеза конструкций (выявления наиболее эффективных конструкторских решений). Задачи изучения дисциплины: — усвоить правила перехода от реального объекта к расчетной схеме для основных элементов ракетной конструкции; знать специальную литературу и другие информационные источники для решения задач по определению напряженно-деформированного состояния и оценки устойчивости этих элементов. — иметь представление об основных научно-технических проблемах в области прочности ракет, о существующих мерах и методах обеспечения прочностной надежности в процессе разработки, изготовления и испытаний конструкций ракет; — научиться решать задачи по определению нагрузок на ЛА и выделять основные и проверочные расчетные случаи; по построению эпюр распределения усилий в корпусе ЛА на основе балочной расчетной схемы; по определению критических нагрузок потери устойчивости для основных расчетных моделей конструктивных элементов (балка, кольцо, пластина, оболочка); по определению запасов прочности и устойчивости конструктивных элементов ЛА;

Краткое содержание дисциплины

Основные этапы и задачи обеспечения прочности при разработке конструкции ЛА. Конструктивно-силовые схемы ЛА. Расчетные случаи для конструкций ЛА. Нормы прочности. Предельные состояния силовых конструкций ЛА. Расчётные модели и определение действующих нагрузок. Устойчивость тонкостенных элементов конструкции ЛА. Устойчивость стержней. Устойчивость пластин и оболочек. Проверочные и проектировочные расчёты на прочность.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-4 Способен проводить расчеты и моделирование аэродинамических, прочностных, жесткостных, массо-центровочных, инерционных и других технических характеристик ракет-носителей и ракет космического назначения	Знает: принципы и методы прочностного анализа конструкций РКТ(определение напряжений, деформаций и предельных нагрузок при заданных воздействиях), а также синтеза конструкций (выявления наиболее эффективных конструкторских решений), правила перехода от реального объекта к расчетной схеме для основных элементов ракетной конструкции Умеет: решать задачи определения нагрузок на ЛА и выделять основные и проверочные расчетные случаи; распределения усилий в корпусе ЛА на основе балочной расчетной схемы, определения критических нагрузок потери устойчивости для основных расчетных моделей конструктивных элементов (балка, кольцо, пластина, оболочка), определения запасов прочности и устойчивости

	конструктивных элементов ЛА Имеет практический опыт: расчетов по обеспечению прочности и жесткости ракетных конструкций

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Строительная механика летательных аппаратов, Баллистика летательных аппаратов, Динамика полета ракет	Вибропрочность конструкций летательных аппаратов

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

Дисциплина	Требования
Строительная механика летательных аппаратов	Знает: методы расчета силовых конструкций; стержневых систем, пластин, оболочек Умеет: решать задачи по определению напряженно-деформированного состояния конструкции ракет Имеет практический опыт: расчета напряженное-деформированного состояния конструкций и их элементов; сухих и топливных отсеков, герметичных отсеков, ферменных конструкций, раскрывающихся конструкций
Баллистика летательных аппаратов	Знает: общую теорию движения ракет различных типов и назначения в воде, воздухе, безвоздушном пространстве под воздействием внешних сил Умеет: проводить исследование влияния физических условий внешней среды и технических характеристик носителей на баллистические характеристики ракет;создавать алгоритмы баллистического проектирования систем и комплексов ракет применительно к решению конкретных целевых задач Имеет практический опыт: расчета баллистических характеристик ракет
Динамика полета ракет	Знает: математические модели динамики полета ракет; основные сведения об устойчивости движения летательных аппаратов Умеет: составлять уравнения движения и рассчитывать динамические характеристики устойчивости и управляемости Имеет практический опыт: расчета динамических характеристик управляемости леательных аппаратов

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 з.е., 252 ч., 128,75 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	8
Общая трудоёмкость дисциплины	252	108	144
Аудиторные занятия:	112	48	64
Лекции (Л)	64	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	16	0	16
Самостоятельная работа (СРС)	123,25	53,75	69,5
Подготовка к практическим занятиям. Оформление лабораторных работ и отчета по лабораторным работам. Оформление отчета по семестровой работе.	49,5	0	49.5
Подготовка к зачету	15	15	0
Подготовка к практическим занятиям. Оформление отчета по семестровой работе.	38,75	38.75	0
Подготовка к экзамену	20	0	20
Консультации и промежуточная аттестация	16,75	6,25	10,5
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	Задачи обеспечения прочности при разработке конструкции ЛА. Конструктивно-силовые схемы ЛА.	4	4	0	0
2	Расчетные случаи для конструкций ЛА на основных этапах жизненного цикла. Определение действующих нагрузок в основных расчётных случаях.	14	8	6	0
3	Устойчивость тонкостенных элементов конструкции ЛА. Устойчивость стержневых элементов.	12	8	4	0
4	Устойчивость пластин и оболочек.	18	12	6	0
5	Устойчивость ортотропных оболочек (вафельных, стрингерно-шпангоутных, из композиционных материалов).	28	8	4	16
6	Расчет на прочность элементов конструкции головных частей.	12	8	4	0
7	Прочностной расчет конструкции топливного отсека. Расчет на прочность сухих отсеков.	12	8	4	0
8	Оценка прочности конструкций ЖРД и РДТТ.	12	8	4	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	История науки о прочности. Роль российских ученых, научных школ, ВУЗов, КБ в развитии науки о прочности.	2
2	1	Конструктивно-силовые схемы ЛА. Требования прочности и жесткости. Силы, действующие на ЛА. Классификация сил.Расчетные случаи для ЛА.	2

		Основные и проверочные.	
3	2	Активный участок. Определение действующих нагрузок. Построение эпюр.	2
4	2	Конечный участок. Определение действующих нагрузок. Построение эпюр.	2
5	2	Наземные случаи эксплуатации. Расчет нагрузок.	2
6	2	Расчет на прочность конструкций по методу разрушающих нагрузок. Расчеты на устойчивость.	2
7,8	3	Устойчивость тонкостенных элементов конструкций ЛА. Устойчивость стержней (задача Эйлера). Влияние граничных условий, пластических деформаций.	4
9,10	3	Анализ общей и местной устойчивости тонкостенных стержней, колец	4
11	4	Устойчивость пластин при сжатии. Устойчивость пластин при сдвиге и совместном действии нагрузок	2
12	4	Устойчивость оболочки при осевом сжатии. Влияние наддува, изгиба и пластических деформаций на устойчивость.	2
13,14	4	Устойчивость оболочки при внешнем давлении. Влияние способов закрепления торцов на величину критического давления.	4
15,16	4	Устойчивость оболочки при одновременном действии осевого сжатия и внешнего давления; при осевом сжатии, кручении и внешнем давлении. Устойчивость сферических оболочек.	4
17	5	Устойчивость вафельных оболочек при осевом сжатии, внешнем давлении.	2
18	5	Оценка оптимальности параметров подкрепления.	2
19	5	Устойчивость оболочек из композиционных материалов.	2
20	5	Устойчивость оболочки, подкрепленной стрингерно-шпангоутным набором. Метод редукционных коэффициентов.	2
21,22	6	Расчеты элементов конструкции ГЧ на прочность.	4
23,24	6	Расчеты элементов конструкции ГЧ на прочность.	4
25,26	7	Расчеты на прочность и устойчивость топливного отсека (гладкий, шпангоутный и др.). Выбор давления наддува.	4
27	7	Прочностные расчеты трубопроводов, тоннельной трубы, ВАД.	2
28	7	Расчет на прочность и устойчивость сухих отсеков.	2
29,30	8	Расчет на прочность и устойчивость рам ДУ.	4
31	8	Оценка прочности КС ЖРД.	2
32	8	Прочность корпуса РДТТ.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Расчет нагрузок для расчётных случаев Ао, Ав. Разбор примеров с целью проверки выполнения студентами методических указаний при изучении этого раздела и усвоения ими материала. Выдача задания на семестровую работу. Разбор на примерах особенностей и основных этапов выполнения работы.	2
2	2	Расчет нагрузок на корпус для случая Сш. Расчет нагрузок на корпус для случая По. Освоение рациональных приемов решения с целью уменьшения вероятности возможных ошибок при выполнении первой и второй задач семестровой работы.	2
3	2	Расчет нагрузок на головной отсек и спускаемый аппарат. Компоновка ГЧ и подготовка расчетной модели.	2
4	3	Расчет ВСФ и построение эпюр распределения их в осевом направлении (с р). Местная и общая устойчивость тонкостенных стержней.	2

		Проектировочные расчеты сжатых стержней и пластин.	
5	3	Устойчивость стержней и пластин. Оценка устойчивости подкрепленной цилиндрической панели. Решение задач проектирования подкреплённых панелей (с р).	2
6	4	Устойчивость оболочек при осевом сжатии. Устойчивость оболочек при внешнем давлении.	2
7	4	Проектировочные расчеты оболочек корпуса ракеты при осевом сжатии и внешнем давлении (гладкие оболочки). Проектировочный расчет подкреплённой оболочки (с р). Проектировочные расчеты оболочек корпуса ракеты при осевом сжатии и внешнем давлении и совместном действии нагрузок.	2
8	4	Прочность и устойчивость подкрепленных оболочек при поперечном изгибе. Расчет на прочность сферических и эллипсоидных оболочек.	2
9	5	Устойчивость вафельных оболочек при осевом сжатии, внешнем давлении. Оценка оптимальности параметров подкрепления. Устойчивость оболочек из композиционных материалов.	2
10	5	Устойчивость оболочки, подкрепленной стрингерно-шпангоутным набором. Метод редукционных коэффициентов. Особенности устойчивости оболочек при динамическом и импульсном нагружении.	2
11	6	Расчеты элементов конструкции ГЧ на прочность. Проектировочные расчеты оболочек корпуса ракеты при осевом сжатии и внешнем давлении.	2
12	6	Расчет на прочность и устойчивость подкрепленных оболочек.	2
13	7	Расчеты на прочность и устойчивость топливного отсека (гладкий, шпангоутный и др.). Выбор давления наддува. Прочностные расчеты трубопроводов, тоннельной трубы, ВАД.	2
14	7	Расчет на прочность и устойчивость сухих отсеков. Расчет на прочность и устойчивость рам ДУ. Расчет свободно вложенного и скрепленного с корпусом зарядов на прочность.	2
15	8	Оценка прочности КС ЖРД. Прочность корпуса РДТТ. Статические и динамические прочностные испытания конструкций ЛА. Оценка ресурса элементов конструкций ЛА.	2
16	8	Контрольная работа	2

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1, 2	5	Местная и общая потеря устойчивости стержней. Изучение местной и общей потери устойчивости силового набора по результатам испытаний на устойчивость алюминиевых прессованных профилей.	4
3, 4	5	Местная и общая потеря устойчивости стержней. Изучение местной и общей потери устойчивости силового набора по результатам испытаний на устойчивость алюминиевых прессованных профилей.	4
5, 6	5	Устойчивость цилиндрической оболочки при осевом сжатии. Экспериментально определяется величина критической нагрузки, при которой происходит потеря устойчивости оболочки.	4
7, 8	5	Устойчивость цилиндрической оболочки при осевом сжатии. Экспериментально определяется величина критической нагрузки, при которой происходит потеря устойчивости оболочки.	4

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 практическим занятиям. Оформление лабораторных работ и отчета по лабораторным работам. Оформление отчета по семестровой работе.	Основная и дополнительная литература	8	49,5
Подготовка к зачету	Основная и дополнительная литература	7	15
Подготовка к практическим занятиям. Оформление отчета по семестровой работе.	Основная и дополнительная литература	7	38,75
Подготовка к экзамену	Основная и дополнительная литература	8	20

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	Семестровое задание №1	30	30	Семестровое задание №1 выполняется в соответствии с методическими указаниями, представленными в электронном курсе Электронного ЮУрГУ. Максимальное количество баллов за выполнение семестрового задания №1 - 30 баллов. Баллы за выполнение семестрового задания №1 начисляются в соответствии с "Методикой определения баллов за выполнение семестровых заданий"	зачет
2	7	Текущий контроль	Семестровое задание №2	30	30	Семестровое задание №2 выполняется в соответствии с методическими указаниями, представленными в электронном курсе Электронного ЮУрГУ. Максимальное количество баллов за выполнение семестрового задания №2 - 30 баллов. Баллы за выполнение семестрового задания №2 начисляются в соответствии с "Методикой определения баллов за выполнение семестровых заданий"	зачет
3	7	Текущий контроль	Семестровое задание №3	15	15	Семестровое задание №3 выполняется в соответствии с методическими указаниями, представленными в электронном курсе Электронного	зачет

						ЮУрГУ. Максимальное количество баллов за выполнение семестрового задания №3 - 15 баллов. Баллы за выполнение семестрового задания №3 начисляются в соответствии с "Методикой определения баллов за выполнение семестровых заданий"	
4	7	Текущий контроль	Контрольный опрос	25	25	Ответы на вопросы контрольного опроса выполняются в соответствии с методическими указаниями, представленными в электронном курсе Электронного ЮУрГУ. Максимальное количество баллов за выполнение контрольного опроса - 25 баллов. Баллы за выполнение контрольного опроса начисляются в соответствии с "Методикой определения баллов за ответы на вопросы контрольных опросов".	зачет
5	7	Проме-жуточная аттестация	Зачет	-	40	35-40 баллов: полный правильный ответ на все вопросы задания. вопросы раскрыты полностью, студент понимает значение терминов, свободно отвечает на дополнительные вопросы. 30-34 баллов начисляются при одном неверном ответе, в случае верных ответов на другие вопросы, студент в основном понимает значение терминов, не уверенно отвечает на дополнительные вопросы. 24-29 баллов начисляются при поверхностном представлении вопросов, без достаточного их обоснования вопросы раскрыты не полностью, студент лишь частично понимает значение терминов или искажает их смысл, на дополнительные вопросы отвечает частично или не отвечает. 0-23 баллов: неверные ответы, студент не владеет терминологическим аппаратом, не отвечает на дополнительные вопросы.	зачет
6	8	Текущий контроль	Семестровое задание №1	15	15	Семестровое задание №1 выполняется в соответствии с методическими указаниями, представленными в электронном курсе Электронного ЮУрГУ. Максимальное количество баллов за выполнение семестрового задания №1 - 15 баллов. Баллы за выполнение семестрового задания №1 начисляются в соответствии с "Методикой определения баллов за выполнение семестровых заданий"	экзамен
7	8	Текущий контроль	Семестровое задание №2	10	10	Семестровое задание №2 выполняется в соответствии с методическими указаниями, представленными в	экзамен

						электронном курсе Электронного ЮУрГУ. Максимальное количество баллов за выполнение семестрового задания №2 - 10 баллов. Баллы за выполнение семестрового задания №2 начисляются в соответствии с "Методикой определения баллов за выполнение семестровых заданий"	
8	8	Текущий контроль	Контрольный опрос №1	20	20	Ответы на вопросы контрольного опроса №1 выполняются в соответствии с методическими указаниями, представленными в электронном курсе Электронного ЮУрГУ. Максимальное количество баллов за выполнение контрольного опроса №1 - 20 баллов. Баллы за выполнение контрольного опроса начисляются в соответствии с "Методикой определения баллов за ответы на вопросы контрольных опросов".	экзамен
9	8	Лабораторная работа	Лабораторные работы (часть 1)	10	10	Лабораторные работы (часть 1) выполняются в соответствии с методическими указаниями, представленными в электронном курсе Электронного ЮУрГУ. За выполнение и оформление отчета по лабораторным работам (часть 1) начисляется максимум 10 баллов. Баллы за выполнение лабораторных работ начисляются в соответствии с "Методикой определения баллов за выполнение лабораторных работ".	экзамен
10	8	Лабораторная работа	Лабораторные работы (часть 2)	10	10	Лабораторные работы (часть 2) выполняются в соответствии с методическими указаниями, представленными в электронном курсе Электронного ЮУрГУ. За выполнение и оформление отчета по лабораторным работам (часть 2) начисляется максимум 10 баллов. Баллы за выполнение лабораторных работ начисляются в соответствии с "Методикой определения баллов за выполнение лабораторных работ".	экзамен
11	8	Текущий контроль	Семестровое задание №3	10	10	Семестровое задание №3 выполняется в соответствии с методическими указаниями, представленными в электронном курсе Электронного ЮУрГУ. Максимальное количество баллов за выполнение семестрового задания №3 - 10 баллов. Баллы за выполнение семестрового задания №3 начисляются в соответствии с "Методикой определения баллов за выполнение семестровых заданий"	экзамен

12	8	Проме-жуточная аттестация	Семестровое задание №4	-	5	Семестровое задание №4 выполняется в соответствии с методическими указаниями, представленными в электронном курсе Электронного ЮУрГУ. Максимальное количество баллов за выполнение семестрового задания №4 - 5 баллов. Баллы за выполнение семестрового задания №4 начисляются в соответствии с "Методикой определения баллов за выполнение семестровых заданий"	экзамен
13	8	Текущий контроль	Контрольный опрос №2	20	20	Ответы на вопросы контрольного опроса №2 выполняются в соответствии с методическими указаниями, представленными в электронном курсе Электронного ЮУрГУ. Максимальное количество баллов за выполнение контрольного опроса №2 - 20 баллов. Баллы за выполнение контрольного опроса начисляются в соответствии с "Методикой определения баллов за ответы на вопросы контрольных опросов".	экзамен
14	8	Проме-жуточная аттестация	Экзамен	-	40	35-40 баллов: полный правильный ответ на все вопросы задания. вопросы раскрыты полностью, студент понимает значение терминов, свободно отвечает на дополнительные вопросы. 30-34 баллов начисляются при одном неверном ответе, в случае верных ответов на другие вопросы, студент в основном понимает значение терминов, не уверенно отвечает на дополнительные вопросы. 24-29 баллов начисляются при поверхностном представлении вопросов, без достаточного их обоснования вопросы раскрыты не полностью, студент лишь частично понимает значение терминов или искажает их смысл, на дополнительные вопросы отвечает частично или не отвечает. 0-23 баллов: неверные ответы, студент не владеет терминологическим аппаратом, не отвечает на дополнительные вопросы.	экзамен

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Зачет проводится в форме устного опроса. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Для получения отметки "зачтено" студенту необходимо в сумме набрать не менее 60 баллов, при этом каждое контрольное мероприятие текущего контроля должно быть выполнено на уровень не ниже 40% от максимально возможных баллов за контрольное мероприятие.	
экзамен	Экзамен проводится в форме устного опроса. При этом баллы, набранные за текущий контроль, суммируются с баллами, полученными во время процедуры экзамена. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).	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	11	12	13	14
ПК-4	Знает: принципы и методы прочностного анализа конструкций РКТ(определение напряжений, деформаций и предельных нагрузок при заданных воздействиях), а также синтеза конструкций (выявления наиболее эффективных конструкторских решений), правила перехода от реального объекта к расчетной схеме для основных элементов ракетной конструкции	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-4	Умеет: решать задачи определения нагрузок на ЛА и выделять основные и проверочные расчетные случаи; распределения усилий в корпусе ЛА на основе балочной расчетной схемы, определения критических нагрузок потери устойчивости для основных расчетных моделей конструктивных элементов (балка, кольцо, пластина, оболочка), определения запасов прочности и устойчивости конструктивных элементов ЛА	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-4	Имеет практический опыт: расчетов по обеспечению прочности и жесткости ракетных конструкций	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

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. Авдонин, А. С. Расчет на прочность летательных аппаратов Текст Учеб. пособие. - М.: Машиностроение, 1985. - 440 с.

б) дополнительная литература:

1. Лизин, В. Т. Проектирование тонкостенных конструкций Учеб. пособие для вузов по направлению "Авиа-и ракетостроение" В. Т. Лизин, В. А. Пяткин. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1994. - 380,[1] с. ил.

2. Васильев, В. В. Механика конструкций из композиционных материалов Ред. Н. Н. Малинин. - М.: Машиностроение, 1988. - 271 с. ил.
3. Алфутов, Н. А. Основы расчета на устойчивость упругих систем. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1991. - 334 с. ил.
4. Гриненко, Н. И. Прочность корпуса баллистической ракеты [Текст] конспект лекций Н. И. Гриненко ; Челяб. политехн. ин-т им. Ленинского комсомола ; ЮУрГУ. - Челябинск: ЧПИ, 1975. - 134 с. ил.
5. Биргер, И. А. Расчет на прочность деталей машин Справ. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1979. - 702 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

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:
1. Характеристики и критерии эффективности материалов

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Матвеенко, А.М. Самолеты и вертолеты. Том IV-21. Проектирование, конструкции и системы самолетов и вертолетов. Книга 2. [Электронный ресурс] / А.М. Матвеенко, А.И. Акимов, М.Г. Акопов, Н.В. Алексеев. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2004. — 752 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/791
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Гречух И. Н., Гречух Л. Прочность ракетных конструкций: учеб. пособие Омский государственный технический университет, учебное пособие 251 стр. 2019 https://e.lanbook.com/book/149078
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Нестеров, В.А. Проектирование установок ракетного вооружения летательных аппаратов. [Электронный ресурс] / В.А. Нестеров, М.Ю. Куприков, Л... Маркин. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2008. — 288 с. http://e.lanbook.com/book/747

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)	Испытательные стенды и образцы для испытаний. Слайды по прочностным испытаниям конструкций и их узлов. Плакаты и схемы по устойчивости оболочек. В учебно-производственной лаборатории кафедры изготавливаются образцы стержней и оболочек для испытаний.
Лабораторные занятия	105 (2)	Испытательные стенды и образцы для испытаний. Слайды по прочностным испытаниям конструкций и их узлов. Плакаты и схемы по устойчивости оболочек. В учебно-производственной лаборатории кафедры изготавливаются образцы стержней и оболочек для испытаний.
Практические занятия и семинары	105 (2)	Испытательные стенды и образцы для испытаний. Слайды по прочностным испытаниям конструкций и их узлов. Плакаты и схемы по устойчивости оболочек. В учебно-производственной лаборатории кафедры изготавливаются образцы стержней и оболочек для испытаний.