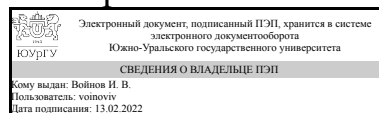


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Декан факультета  
Филиал г. Миасс  
Электротехнический



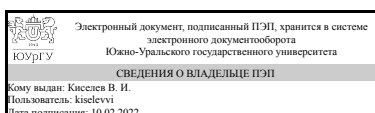
И. В. Войнов

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины 1.Ф.С1.06 Прочность конструкции ракет 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** Прикладная математика и ракетодинамика

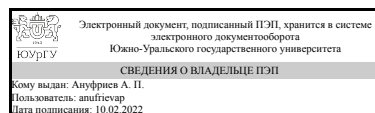
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.08.2020 № 964

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



В. И. Киселев

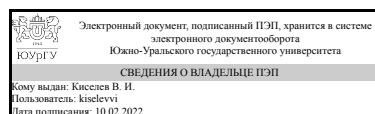
Разработчик программы,  
к.техн.н., доцент



А. П. Ануфриев

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной  
программы  
к.техн.н., доц.



В. И. Киселев

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель изучения дисциплины: дать знания и навыки анализа конструкций (определение напряжений, деформаций и предельных нагрузок при заданных воздействиях), а также синтеза конструкций (т.е. 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; методы прочностных расчетов, связанных с проектированием, изготовлением и испытаниями ракетной техники; — 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; — получить навыки выполнения инженерных проектных и проверочных расчетов основных элементов конструкции корпуса ЛА с использованием вычислительной техники (в том числе - составления программ компьютерных расчетов).

## Краткое содержание дисциплины

Основные этапы и задачи обеспечения прочности при разработке конструкции ЛА. Конструктивно-силовые схемы ЛА. Расчетные случаи для конструкций ЛА. Нормы прочности. Расчетные модели и определение действующих нагрузок. Устойчивость тонкостенных элементов конструкции ЛА. Устойчивость стержней. Устойчивость гладких пластин и оболочек. Устойчивость ортотропных оболочек (вафельных, стрингерно-шпангоутных, из композиционных материалов). Расчет на прочность элементов конструкции ГЧ. Прочностной расчет топливного отсека. Расчет на прочность сухих отсеков. Оценка прочности конструкций ЖРД и РДТТ. Статические и динамические испытания конструкций ЛА.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-5 Способен осуществлять техническую поддержку отработки динамики и прочности конструкций РКТ	Знает: Методы расчета на прочность и устойчивость элементов конструкций ракет; Правила перехода от реального объекта к расчетной схеме для элементов конструкций ракет. Умеет: Применять методики расчета на прочность и устойчивость элементов конструкций ракет. Имеет практический опыт: Расчета на прочность.

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Строительная механика ракет	Испытания летательных аппаратов, 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 ракет	Знает: Методику проведения проектных и поверочных расчетов на прочность, определения оптимальных параметров элементов конструкции корпуса ракеты при различных видах нагрузок и определения напряженно-деформированного состояния оболочек и пластин из изотропных и композиционных материалов, для различных видов нагрузок Умеет: Определять расчетные случаи на основе анализа условий эксплуатации; Проводить проектные и поверочные расчеты на прочность Имеет практический опыт: Проведения расчетов на прочность и устойчивость конструкций

### 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
<i>Аудиторные занятия:</i>	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
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	123,25	53,75	69,5
с применением дистанционных образовательных технологий	0		
Подготовка к решению задач	83,25	33,75	49,5
Подготовка к экзамену	20	0	20
Подготовка к зачету	20	20	0
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.	5	5	0	0
2	Расчетные случаи для ЛА. Определение действующих нагрузок.	22	10	6	6
3	Устойчивость тонкостенных элементов конструкции ЛА. Устойчивость стержней.	10	5	5	0
4	Устойчивость гладких пластин и оболочек.	17	10	7	0
5	Устойчивость ортотропных оболочек (вафельных, стрингерно-шпангоутных, из композиционных материалов).	11	8	3	0
6	Расчет элементов конструкции ГЧ.	14	5	3	6
7	Прочностной расчет топливного отсека.	8	5	3	0
8	Расчет на прочность сухих отсеков.	8	5	3	0
9	Оценка прочности ЖРД и РДТТ.	7	5	2	0
10	Статические и динамические испытания конструкции ЛА.	10	6	0	4

### 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, НИИ, ВУЗов, КБ в развитии науки о прочности. Конструктивно-силовые схемы ЛА. Требования прочности и жесткости. Силы, действующие на ЛА. Классификация сил.	5
2	2	Расчетные случаи для ЛА. Основные и проверочные. Активный участок. Конечный участок. Определение действующих нагрузок. Построение эпюр.	3
3	2	Наземные случаи эксплуатации. Расчет нагрузок. Специфические случаи нагружения. Расчет нагрузок.	3
4	2	Расчет на прочность конструкций по методу разрушающих нагрузок. Расчеты на устойчивость.	4
5	3	Устойчивость тонкостенных элементов конструкций ЛА. Устойчивость стержней (задача Эйлера). Влияние граничных условий, пластических деформаций. Анализ общей и местной устойчивости тонкостенных стержней.	5
6	4	Устойчивость пластин при сжатии. Устойчивость пластин при сдвиге. Устойчивость оболочек. Общая и местная потеря устойчивости. Устойчивость оболочки при осевом сжатии. Влияние наддува, изгиба и пластических деформаций на устойчивость. Устойчивость оболочки при внешнем давлении. Влияние длины оболочки и способов закрепления торцов на величину критического давления.	5
7	4	Устойчивость оболочки при одновременном действии осевого сжатия и внешнего давления; при осевом сжатии, кручении и внешнем давлении. Устойчивость сферических оболочек.	5
8	5	Устойчивость вафельных оболочек при осевом сжатии, внешнем давлении. Оценка оптимальности параметров подкрепления. Устойчивость оболочек из композиционных материалов.	4
9	5	Устойчивость оболочки, подкрепленной стрингерно-шпангоутным набором. Метод редуционных коэффициентов. Особенности устойчивости оболочек	4

		при динамическом и импульсном нагружении.	
10	6	Расчеты элементов конструкции ГЧ на прочность. Расчеты элементов конструкции ГЧ на устойчивость.	5
11	7	Расчеты на прочность и устойчивость топливного отсека (гладкий, шпангоутный и др.). Выбор давления наддува. Прочностные расчеты трубопроводов, тоннельной трубы, ВАД.	5
12	8	Расчет на прочность и устойчивость сухих отсеков. Расчет на прочность и устойчивость рам ДУ.	5
13	9	Оценка прочности КС ЖРД. Прочность корпуса РДТТ. Расчет свободно вложенного и скрепленного зарядов на прочность	5
14	10	Статические и динамические прочностные испытания конструкций ЛА. Оценка ресурса элементов конструкций ЛА.	6

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Расчет нагрузок для случаев Ао, Ав. Разбор примеров с целью проверки выполнения студентами методических указаний при изучении этого раздела и усвоения ими материала. Расчет нагрузок на корпус для случая Сш, По. Освоение рациональных приемов решения с целью уменьшения вероятности возможных ошибок при выполнении первой и второй задач курсовой работы.	3
2	2	Расчет нагрузок на передний отсек. Контрольная работа.	3
3	3	Устойчивость стержней и пластин	2
4	3	Устойчивость стержней и пластин	2
5	3	Устойчивость стержней и пластин	1
8	4	Устойчивость стержней и пластин.	2
9	4	Несущая способность панели.	2
10	4	Проектировочные расчеты оболочек корпуса ракеты при осевом сжатии и внешнем давлении.	1
11	4	Проектировочные расчеты оболочек корпуса ракеты при осевом сжатии и внешнем давлении.	1
12	4	Контрольная работа	1
13	5	Расчет на прочность и устойчивость подкрепленных оболочек. Контрольная работа	3
14	6	Расчет на прочность и устойчивость подкрепленных оболочек.	3
15	7	Расчет на прочность и устойчивость подкрепленных оболочек.	3
16	8	Расчет на прочность и устойчивость подкрепленных оболочек.	3
17	9	Расчет на прочность и устойчивость подкрепленных оболочек.	2

## 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	2	Конструкция корпуса ракетного летательного аппарата	6
2	6	Требования к конструкции корпуса	6
3	10	Конструктивные особенности компоновки ракетных летательных аппаратов	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 решению задач	ПУМД, осн. лит. 1; доп. лит. 1-2; ЭУМД, осн. лит. 1-7; доп. лит. 8-9; метод. пос. 1.	7	33,75
Подготовка к экзамену	ПУМД, осн. лит. 1; доп. лит. 1-2; ЭУМД, осн. лит. 1-7; доп. лит. 8-9; метод. пос. 1.	8	20
Подготовка к решению задач	ПУМД, осн. лит. 1; доп. лит. 1-2; ЭУМД, осн. лит. 1-7; доп. лит. 8-9; метод. пос. 1.	8	49,5
Подготовка к зачету	ПУМД, осн. лит. 1; доп. лит. 1-2; ЭУМД, осн. лит. 1-7; доп. лит. 8-9; метод. пос. 1.	7	20

## 6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	7	Текущий контроль	Задача 1	1	3	Решение задач осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. На решение 1 задачи отводится 0,5 часа. Каждому студенту дается по 1 задаче. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильное решение задачи соответствует 3 баллам. Частично правильный ответ соответствует 2 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	зачет
2	7	Текущий контроль	Задача 2	1	3	Решение задач осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. На решение 1 задачи отводится 0,5 часа. Каждому студенту дается по 1 задаче. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильное решение задачи соответствует 3 баллам. Частично правильный ответ соответствует 2 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	зачет
3	7	Текущий контроль	Задача 3	1	3	Решение задач осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. На решение 1 задачи отводится 0,5 часа.	зачет

						Каждому студенту дается по 1 задаче. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильное решение задачи соответствует 3 баллам. Частично правильный ответ соответствует 2 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	
4	7	Текущий контроль	Задача 4	1	3	Решение задач осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. На решение 1 задачи отводится 0,5 часа. Каждому студенту дается по 1 задаче. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильное решение задачи соответствует 3 баллам. Частично правильный ответ соответствует 2 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	зачет
5	7	Текущий контроль	Задача 5	1	3	Решение задач осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. На решение 1 задачи отводится 0,5 часа. Каждому студенту дается по 1 задаче. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильное решение задачи соответствует 3 баллам. Частично правильный ответ соответствует 2 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	зачет
6	7	Текущий контроль	Задача 6	1	3	Решение задач осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. На решение 1 задачи отводится 0,5 часа. Каждому студенту дается по 1 задаче. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильное решение задачи соответствует 3 баллам. Частично правильный ответ соответствует 2 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	зачет
7	7	Текущий контроль	Задача 7	1	3	Решение задач осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. На решение 1 задачи отводится 0,5 часа. Каждому студенту дается по 1 задаче. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной	зачет

						деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильное решение задачи соответствует 3 баллам. Частично правильный ответ соответствует 2 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	
8	7	Текущий контроль	Задача 8	1	3	Решение задач осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. На решение 1 задачи отводится 0,5 часа. Каждому студенту дается по 1 задаче. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильное решение задачи соответствует 3 баллам. Частично правильный ответ соответствует 2 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	зачет
9	7	Текущий контроль	Задача 9	1	3	Решение задач осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. На решение 1 задачи отводится 0,5 часа. Каждому студенту дается по 1 задаче. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильное решение задачи соответствует 3 баллам. Частично правильный ответ соответствует 2 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	зачет
10	7	Текущий контроль	Задача 10	1	3	Решение задач осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. На решение 1 задачи отводится 0,5 часа. Каждому студенту дается по 1 задаче. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильное решение задачи соответствует 3 баллам. Частично правильный ответ соответствует 2 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	зачет
11	8	Текущий контроль	Задача 11	1	3	Решение задач осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. На решение 1 задачи отводится 0,5 часа. Каждому студенту дается по 1 задаче. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильное решение задачи соответствует 3 баллам. Частично правильный ответ	экзамен



						соответствует 2 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	
12	8	Текущий контроль	Задача 12	1	3	Решение задач осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. На решение 1 задачи отводится 0,5 часа. Каждому студенту дается по 1 задаче. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильное решение задачи соответствует 3 баллам. Частично правильный ответ соответствует 2 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	экзамен
13	8	Текущий контроль	Задача 13	1	3	Решение задач осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. На решение 1 задачи отводится 0,5 часа. Каждому студенту дается по 1 задаче. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильное решение задачи соответствует 3 баллам. Частично правильный ответ соответствует 2 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	экзамен
14	8	Текущий контроль	Задча 14	1	3	Решение задач осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. На решение 1 задачи отводится 0,5 часа. Каждому студенту дается по 1 задаче. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильное решение задачи соответствует 3 баллам. Частично правильный ответ соответствует 2 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	экзамен
15	8	Текущий контроль	Задача 15	1	3	Решение задач осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. На решение 1 задачи отводится 0,5 часа. Каждому студенту дается по 1 задаче. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильное решение задачи соответствует 3 баллам. Частично правильный ответ соответствует 2 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	экзамен
16	8	Текущий	Задча 16	1	3	Решение задач осуществляется на	экзамен

		контроль				последнем занятии изучаемого раздела. На решение 1 задачи отводится 0,5 часа. Каждому студенту дается по 1 задаче. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильное решение задачи соответствует 3 баллам. Частично правильный ответ соответствует 2 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	
17	8	Текущий контроль	Задча 17	1	3	Решение задач осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. На решение 1 задачи отводится 0,5 часа. Каждому студенту дается по 1 задаче. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильное решение задачи соответствует 3 баллам. Частично правильный ответ соответствует 2 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	экзамен
18	8	Текущий контроль	Задча 18	1	3	Решение задач осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. На решение 1 задачи отводится 0,5 часа. Каждому студенту дается по 1 задаче. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильное решение задачи соответствует 3 баллам. Частично правильный ответ соответствует 2 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	экзамен
19	8	Текущий контроль	Задча 19	1	3	Решение задач осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. На решение 1 задачи отводится 0,5 часа. Каждому студенту дается по 1 задаче. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильное решение задачи соответствует 3 баллам. Частично правильный ответ соответствует 2 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	экзамен
20	8	Текущий контроль	Задча 20	1	3	Решение задач осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. На решение 1 задачи отводится 0,5 часа. Каждому студенту дается по 1 задаче. При оценивании результатов мероприятия	экзамен



	на прочность и устойчивость элементов конструкций ракет.																			
ПК-5	Имеет практический опыт: Расчета на прочность.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Фонды оценочных средств по каждому контрольному мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### *а) основная литература:*

1. Добровольский, М. В. Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования [Текст] : учебник для вузов / М. В. Добровольский ; под ред. Д. А. Ягодникова. - 3-е изд., доп. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана . 2016

#### *б) дополнительная литература:*

1. Копельман, Л. А. Основы теории прочности сварных конструкций : учебное пособие / Л. А. Копельман. - СПб. : Лань, 2010. - 464 с. - (УЧЕБНИКИ ДЛЯ ВУЗОВ. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА).
2. Прикладная механика сплошных сред : учебник для вузов. Т. 3 : Численные методы в задачах физики быстротекущих процессов / А. В. Бабкин, В. И. Колпаков, В. Н. Охитин, В. В. Селиванов ; науч. ред. В. В. Селиванов. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006

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

Не предусмотрены

#### *г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. Мамченко, В.О. Расчет балок на прочность и жесткость при прямом плоском изгибе. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : НИУ ИТМО, 2014. — 48 с.

#### *из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

1. Мамченко, В.О. Расчет балок на прочность и жесткость при прямом плоском изгибе. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : НИУ ИТМО, 2014. — 48 с.

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Романов, В. А. Аналитическая динамика и теория колебаний : учебное пособие [Электрон. текстовые дан.] / В. А. Романов, О. К. Слива. - Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2011. <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=63127">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=63127</a>
2	Основная литература	Электронно-библиотечная	Титух, И.Н. Устойчивость механических систем. Статика: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] : учебное

		система издательства Лань	пособие / И.Н. Титух, С.П. Яковлев. — Электрон. дан. — СПб. : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова (Балтийский государственный технический университет «Военмех» имени Д.Ф. Устинова), 2014. — 122 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=63707">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=63707</a>
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Карпов, В.В. Прочность и устойчивость подкрепленных оболочек вращения: В 2 ч. Часть 2. Вычислительный эксперимент при статическом механическом воздействии [Электронный ресурс] : . — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2011. — 248 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5962">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5962</a>
4	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Каледин, В.О. Моделирование статики и динамики оболочечных конструкций из композиционных материалов [Электронный ресурс] : / В.О. Каледин, С.М. Аульченко, А.Б. Миткевич [и др.]. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2014. — 196 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59702">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59702</a>
5	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Прикладная теория пластичности [Электронный ресурс] : монография. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2015. — 281 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71993">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71993</a>
6	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Грибков, В.А. Виброизмерительная аппаратура: структура, работа датчиков, калибровка каналов : учеб. пособие [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Грибков, Д.Н. Шиян. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана), 2011. — 112 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=58505">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=58505</a>
7	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Мамченко, В.О. Расчет балок на прочность и жесткость при прямом плоском изгибе. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : НИУ ИТМО, 2014. — 48 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/71047">http://e.lanbook.com/book/71047</a>
8	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Карп, К.А. Инженерные методы вероятностного анализа авиационных и космических систем [Электронный ресурс] : / К.А. Карп, В.Н. Евдокименко, В.Г. Динеев. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2009. — 317 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2196">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2196</a>
9	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Карпов, В.В. Прочность и устойчивость подкрепленных оболочек вращения: в 2 ч. ч.1.: Модели и алгоритмы исследования прочности и устойчивости подкрепленных оболочек вращения [Электронный ресурс] : . — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2010. — 287 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59596">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59596</a>

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Math Works-MATLAB (Simulink R2008a, SYMBOLIC MATH)(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
Практические занятия и семинары	306 (5)	Стенд «Напряжения в ферменных несущих конструкциях ЛА» НФНК-ЛА-015-3Ф