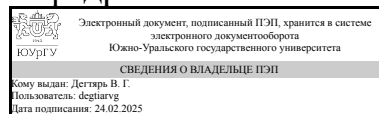


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



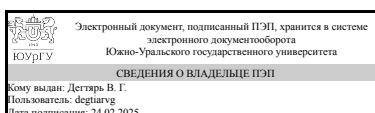
В. Г. Дегтярь

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.С0.03 Строительная механика 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

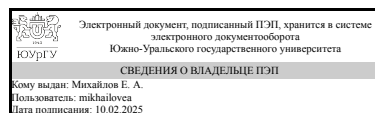
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению
подготовки 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-
космических комплексов, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.08.2020 №
964

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



В. Г. Дегтярь

Разработчик программы,
ассистент



Е. А. Михайлов

1. Цели и задачи дисциплины

Цели: 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: — получить представление о месте строительной механики ЛА в системе мероприятий по обеспечению надежности ракет: — усвоить правила перехода от реального объекта к расчетной схеме на типовых элементах ракетной конструкции; — научиться решать задачи по определению напряженно-деформированного состояния ракетной конструкции, понимать и объяснять логичность и корректность конструктивных решений на базе знаний основ строительной механики ЛА; — развить навыки инженерных расчетов пластин, колец, оболочек, сопряжений обечайки с днищами с использованием вычислительной техники.

Краткое содержание дисциплины

Основы прикладной теории упругости. Вариационные и приближенные методы расчета силовых конструкций; стержневых систем, пластин, оболочек. Определение нагрузок в элементах силовых конструкций. Выбор расчетных схем. Построение математических моделей. Расчет напряженно-деформированного состояния конструкций и их элементов; сухих и топливных отсеков, герметичных отсеков, ферменных конструкций, раскрывающихся конструкций. Применение метода конечного элемента для расчета конструкций.

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: методы расчета силовых конструкций; стержневых систем, пластин, оболочек Умеет: решать задачи по определению напряженно-деформированного состояния конструкции ракет Имеет практический опыт: расчета напряженно-деформированного состояния конструкций и их элементов; сухих и топливных отсеков, герметичных отсеков, ферменных конструкций, раскрывающихся конструкций

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	Вибропрочность конструкций летательных аппаратов, Прочность конструкций ракет, Динамика конструкций ракет, Практикум по профессиональной деятельности

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

Нет

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч., 111,75 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	6
Общая трудоёмкость дисциплины	216	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	96	48	48
Лекции (Л)	64	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	104,25	53,75	50,5
Подготовка к зачету	15	15	0
Подготовка к экзамену	15	0	15
Подготовка к практическим занятиям. Оформление отчета по семестровой работе.	38,75	38,75	0
Подготовка к практическим занятиям. Выполнение курсовой работы. Оформление отчета по курсовой работе.	35,5	0	35,5
Консультации и промежуточная аттестация	15,75	6,25	9,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	экзамен, КР

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение- место строительной механики ракет среди дисциплин специальности; Основные этапы и задачи обеспечения прочности при разработке конструкции ракеты. Конструктивно-силовые схемы конструкций ракет. Расчетные случаи для конструкций ракет, -; понятие расчетной схемы силовых конструкций ЛА, внешние нагрузки и внутренние силовые факторы.	8	8	0	0
2	Поперечный изгиб пластин: основные допущения - геометрическая, физическая и статическая сторона вопроса; - дифференциальное уравнение изгиба прямоугольной пластины и корректные граничные условия; - поперечный изгиб круглых пластин - методы расчета пластин, классификация пластин.	22	14	8	0
3	Плоский изгиб колец (шпангоутов): - напряженно-деформированное состояние кольца; уравнение равновесия, граничные условия и	18	10	8	0

	условия сопряжения участков; - определение внутренних силовых факторов интегрированием уравнений равновесия кольца; Исследование изгиба кольца с помощью рядов Фурье;				
4	Расчет тонкостенных оболочек вращения: - напряженно-деформированное состояние оболочки - моментное и безмоментное; - условия существования безмоментного напряженного состояния; - напряженно-деформированное состояние оболочки при поперечном изгибе, краевой эффект; - расчёт стыка оболочек, расчет бака с эллиптическими днищами.	20	12	8	0
5	Расчет стержней, пластин и оболочек из композиционных материалов: - балка С.П.Тимошенко; - изгиб ортотропной прямоугольной пластины; - влияние структуры укладки и намотки на напряженно-деформированное состояние оболочки из КМ;	14	10	4	0
6	Расчет НДС пластин, колец, оболочек, сопряжений оболочек отсеков корпуса ракеты с использованием пакетов программ конечно-элементного анализа.	14	10	4	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Место строительной механики ракет среди дисциплин специальности. Основные этапы и задачи обеспечения прочности при разработке конструкции ракеты.	2
2,3	1	Конструктивно-силовые схемы конструкций ракет. Расчетные случаи для конструкций ракет.	4
4	1	Расчетной схемы силовых конструкций ЛА, внешние нагрузки и внутренние силовые факторы	2
5,6	2	Поперечный изгиб пластин: основные допущения, расчётная схема. Методы расчета пластин, классификация пластин.	4
7,8	2	Поперечный изгиб пластин, геометрическая, физическая и статическая сторона вопроса.	4
9,10	2	Дифференциальное уравнение изгиба прямоугольной пластины и корректные граничные условия.	4
11	2	Поперечный изгиб круглых пластин, алгоритм определения НДС пластины.	2
12,13	3	Плоский изгиб колец (шпангоутов): напряженно-деформированное состояние кольца, расчётная схема.	4
14	3	Уравнение равновесия кольцевого бруса, граничные условия и условия сопряжения участков.	2
15	3	Определение внутренних силовых факторов интегрированием уравнений равновесия кольца; напряжения и деформации.	2
16	3	Исследование изгиба кольца с помощью рядов Фурье.	2
17	4	Расчет тонкостенных оболочек вращения, допущения расчётной схемы, - напряженно-деформированное состояние оболочки - моментное и безмоментное.	2
18	4	Уравнения безмоментной теории оболочек вращения, условия существования безмоментного напряженного состояния.	2
19	4	Напряженно-деформированное состояние оболочки при поперечном изгибе.	2
20	4	НДС оболочки при изгибе, краевой эффект. Расчёт стыка оболочек, расчет бака с эллиптическими днищами.	2
21,22	4	НДС тонкостенной оболочки вращения, подкреплённой силовым набором рёбер.	4

22	5	Расчет стержней из композиционных материалов - балка С.П.Тимошенко.	2
23	5	Изгиб ортотропной прямоугольной пластины.	2
24	5	Влияние структуры укладки и намотки на напряженно-деформированное состояние оболочки из КМ.	2
25,26	5	Расчет НДС пластин, колец, оболочек, сопряжений оболочек отсеков корпуса ракеты с использованием пакетов программ конечно-элементного анализа.	4
27	6	Расчет НДС пластин с использованием пакетов программ конечно-элементного анализа.	2
28	6	Расчет НДС колец с использованием пакетов программ конечно-элементного анализа.	2
29	6	Расчет НДС пластин оболочек с использованием пакетов программ конечно-элементного анализа.	2
30,31	6	Расчет НДС сопряжений оболочек отсеков корпуса ракеты с использованием пакетов программ конечно-элементного анализа.	4

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Поперечный изгиб круглых пластин: формулировка граничных условий для нахождения констант интегрирования.	2
2	2	Поперечный изгиб круглых пластин: пример расчета защемленной пластины. Рекомендации по решению задачи курсовой работы.	2
3,4	2	Освоение рациональных приемов решения задачи изгиба пластины с целью уменьшения вероятности возможных ошибок при выполнении первой задачи курсовой работы.	4
5,6	3	Расчет шпангоутов: расчет кольца, нагруженного несколькими радиальными силами. Определение внутренних силовых факторов интегрированием уравнений равновесия кольца.	4
7	3	Определение перемещений кольца методом разложения внешней нагрузки в ряды Фурье.	2
8	3	Разбор примера с демонстрацией возможных ошибок при выполнении второй задачи курсовой работы.	2
9	4	Расчет оболочек по безмоментной теории: конические и сферические оболочки в качестве днищ топливных баков. Расчет топливного бака по безмоментной теории: выяснение зависимости напряженного состояния оболочек бака от закрепления его за верхний или нижний шпангоут.	2
10	4	Краевой эффект: определение частного решения дифференциального уравнения изгиба цилиндрической оболочки; формулировка граничных условий для нахождения констант интегрирования.	2
11	4	Определение напряженно-деформированного состояния оболочки в зоне краевого эффекта: вертикальный цилиндр, до краев заполненный жидкостью.	2
12	4	Расчет сопряжений оболочек, расчётная схема камеры сгорания ЖРД.	2
13,14	5	Расчет элементов конструкций из композиционных материалов, стержней, пластин и оболочек из КМ.	4
15,16	6	Расчет НДС пластин, колец, оболочек, сопряжений оболочек отсеков корпуса ракеты с использованием пакетов программ конечно-элементного анализа.	4

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

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 зачету	Основная и дополнительная литература	5	15
Подготовка к экзамену	Основная и дополнительная литература	6	15
Подготовка к практическим занятиям. Оформление отчета по семестровой работе.	Основная и дополнительная литература	5	38,75
Подготовка к практическим занятиям. Выполнение курсовой работы. Оформление отчета по курсовой работе.	Основная и дополнительная литература	6	35,5

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	Учитывается в ПА
1	5	Текущий контроль	Семестровое задание №1	25	25	Семестровое задание №1 выполняется в соответствии с методическими указаниями, представленными в электронном курсе Электронного ЮУрГУ. Максимальное количество баллов за выполнение семестрового задания №1 - 25 баллов. Баллы за выполнение семестрового задания №1 начисляются в соответствии с "Методикой определения баллов за выполнение семестровых заданий"	зачет
2	5	Текущий контроль	Семестровое задание №2	25	25	Семестровое задание №2 выполняется в соответствии с методическими указаниями, представленными в электронном курсе Электронного ЮУрГУ. Максимальное количество баллов за выполнение семестрового задания №2 - 25 баллов. Баллы за выполнение семестрового задания №2 начисляются в соответствии с "Методикой определения баллов за выполнение семестровых заданий"	зачет
3	5	Текущий контроль	Семестровое задание №3	25	25	Семестровое задание №3 выполняется в соответствии с методическими указаниями, представленными в	зачет

						электронном курсе Электронного ЮУрГУ. Максимальное количество баллов за выполнение семестрового задания №3 - 25 баллов. Баллы за выполнение семестрового задания №3 начисляются в соответствии с "Методикой определения баллов за выполнение семестровых заданий"	
4	5	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	5	Промежуточная 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	6	Курсовая работа/проект	Задание №1	-	15	Задание №1 курсовой работы выполняется в соответствии с "Методическими рекомендациями к выполнению заданий курсовой работы". Максимальное количество баллов за выполнение задания - 15 баллов. Баллы за выполнение задания №1 курсовой работы начисляются в соответствии с "Методикой определения баллов за выполнение заданий курсовой работы"	курсовые работы
7	6	Курсовая работа/проект	Задание №2	-	15	Задание №2 курсовой работы выполняется в соответствии с "Методическими рекомендациями к выполнению заданий курсовой работы". Максимальное количество баллов за выполнение задания - 15 баллов. Баллы за	курсовые работы

						выполнение задания №2 курсовой работы начисляются в соответствии с "Методикой определения баллов за выполнение заданий курсовой работы"	
8	6	Курсовая работа/проект	Задание №3	-	15	Задание №3 курсовой работы выполняется в соответствии с "Методическими рекомендациями к выполнению заданий курсовой работы". Максимальное количество баллов за выполнение задания - 15 баллов. Баллы за выполнение задания №3 курсовой работы начисляются в соответствии с "Методикой определения баллов за выполнение заданий курсовой работы"	кур- совые работы
9	6	Курсовая работа/проект	Задание №4	-	15	Задание №4 курсовой работы выполняется в соответствии с "Методическими рекомендациями к выполнению заданий курсовой работы". Максимальное количество баллов за выполнение задания - 15 баллов. Баллы за выполнение задания №4 курсовой работы начисляются в соответствии с "Методикой определения баллов за выполнение заданий курсовой работы"	кур- совые работы
10	6	Курсовая работа/проект	Задание №5	-	15	Задание №5 курсовой работы выполняется в соответствии с "Методическими рекомендациями к выполнению заданий курсовой работы". Максимальное количество баллов за выполнение задания - 15 баллов. Баллы за выполнение задания №5 курсовой работы начисляются в соответствии с "Методикой определения баллов за выполнение заданий курсовой работы"	кур- совые работы
11	6	Курсовая работа/проект	Задание №6	-	15	Задание №6 курсовой работы выполняется в соответствии с "Методическими рекомендациями к выполнению заданий курсовой работы". Максимальное количество баллов за выполнение задания - 15 баллов. Баллы за выполнение задания №6 курсовой работы начисляются в соответствии с "Методикой определения баллов за выполнение заданий курсовой работы"	кур- совые работы
12	6	Курсовая работа/проект	Отчет по курсовой работе	-	10	Отчет по курсовой работе должен содержать следующие разделы: Аннотация, Содержание, Введение (цель и задачи), Основной раздел (6 заданий курсовой работы), Заключение. При оформлении ориентироваться на ГОСТ 7,32-2017 и ГОСТ Р 2.105-2019. Оценивание: 10 баллов - имеются все разделы, четко поставлена цель, описаны все задачи, сделаны обоснованные выводы, оформление соответствует ГОСТ,	кур- совые работы

						нет отклонений в графическом материале. 7,5 - 8,5 баллов - имеются неточности и ошибки в постановке цели, не все выводы обоснованы, имеются незначительные отклонения от стандартов ГОСТ в текстовой и графической части. 6 - 7,4 балла - имеются ошибки в постановке цели, не все выводы обоснованы, имеются отклонения от стандартов ГОСТ в текстовой и графической части, имеются ошибки в отдельных пунктах основного раздела. 4 - 5,9 балла - отсутствуют постановка цели, не описаны решаемые задачи, имеются отклонения от ГОСТ в большинстве разделов и графическом материале, нет обоснований в выводах. 0 - 3,9 балла - отсутствуют отдельные пункты в основном разделе, имеются отклонения от стандартов ГОСТ во всех разделах и графическом материала, отсутствует цель работы, не описаны решаемые задачи, не сделаны выводы.	
13	6	Текущий контроль	Семестровое задание №1	25	25	Семестровое задание №1 выполняется в соответствии с методическими указаниями, представленными в электронном курсе Электронного ЮУрГУ. Максимальное количество баллов за выполнение семестрового задания №1 - 25 баллов. Баллы за выполнение семестрового задания №1 начисляются в соответствии с "Методикой определения баллов за выполнение семестровых заданий"	экзамен
14	6	Текущий контроль	Семестровое задание №2	25	25	Семестровое задание №2 выполняется в соответствии с методическими указаниями, представленными в электронном курсе Электронного ЮУрГУ. Максимальное количество баллов за выполнение семестрового задания №2 - 25 баллов. Баллы за выполнение семестрового задания №2 начисляются в соответствии с "Методикой определения баллов за выполнение семестровых заданий"	экзамен
15	6	Текущий контроль	Семестровое задание №3	25	25	Семестровое задание №3 выполняется в соответствии с методическими указаниями, представленными в электронном курсе Электронного ЮУрГУ. Максимальное количество баллов за выполнение семестрового задания №3 - 25 баллов. Баллы за выполнение семестрового задания №3 начисляются в соответствии с "Методикой определения баллов за выполнение семестровых заданий"	экзамен
16	6	Текущий	Контрольный	25	25	Ответы на вопросы контрольного опроса	экзамен

		контроль	опрос			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"	
17	6	Промежуточная 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
курсовые работы	Курсовая работа оценивается по результатам текущего контроля (Задание №1, Задание №2, Задание №3, Задание №4, Задание №5, Задание №6, Отчет по курсовой работе). Максимальное количество баллов за контрольные мероприятия по курсовой работе - 100. 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 п. 2.7 Положения
зачет	Зачет проводится в форме устного опроса. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности 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.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

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	15	16	17
ПК-4	Знает: методы расчета силовых конструкций; стержневых систем, пластин, оболочек	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-4	Умеет: решать задачи по определению напряженно-деформированного состояния конструкции ракет	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-4	Имеет практический опыт: расчета напряженное-деформированного состояния конструкций и их элементов; сухих и топливных отсеков, герметичных отсеков, ферменных конструкций, раскрывающихся 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. 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.
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.

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. Погорелов, В. И. Строительная механика тонкостенных конструкций [Текст] учеб. пособие для вузов по направлению 160800 "Ракетостроение и космонавтика" В. И. Погорелов. - СПб.: БХВ-Петербург, 2007. - 518 с. ил.

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

1. Известия ВУЗов: Авиационная техника, ракетная техника и космонавтика.

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. нет

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. нет

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Лизин, В.Т. Проектирование тонкостенных конструкций: Учебное пособие для студентов вузов. [Электронный ресурс] / В.Т. Лизин, В.А. Пяткин. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2003. — 448 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/817
2	Основная литература	eLIBRARY.RU	Погорелов, В.И. Строительная механика летательных аппаратов. Лабораторный практикум в ANSYS для вузов/В.И. Погорелов. СПб., Балтийский государственный технический университет «Военмех», 2014. 118 с. http://elibrary.ru/
3	Дополнительная литература	eLIBRARY.RU	Басов К.А. ANSYS. Справочник пользователя./К.А. Басов. —М.:ДМК Пресс, 2012.—639 с. http://elibrary.ru/

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Math Works-MATLAB, Simulink 2013b(бессрочно)
2. 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	306 (2)	Оборудование: ПК, проектор, экран. Программное обеспечение: Windows 7 Professional, Microsoft Office PowerPoint.
Практические занятия и семинары	109 (2)	10 ПЭВМ на базе процессора INTEL Core I7-950, Windows 7 Professional, Visual Studio, ANSYS, MATLAB