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: 25.05.2023

В. Г. Дегтярь

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.С0.03 Строительная механика 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 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: 25.05.2023

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: 25.05.2023

Е. А. Михайлов

Челябинск

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 напряженное-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 напряженное-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
Основы теории полета летательных аппаратов	Динамика конструкций ракет, Прочность конструкций 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
Основы теории полета летательных аппаратов	Знает: расчета динамических характеристик управляемости летательных аппаратов 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

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
Аудиторные занятия:	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
Самостоятельная работа (СРС)	104,25	53,75	50,5
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
Подготовка к экзамену	15	0	15
Подготовка к зачету	15	15	0
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	8	8	0	0

	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.				
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 условия сопряжения участков; - определение внутренних силовых факторов интегрированием уравнений равновесия кольца; Исследование изгиба кольца с помощью рядов Фурье;	18	10	8	0
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 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
Подготовка к экзамену	Основная и дополнительная литература	6	15
Подготовка к зачету	Основная и дополнительная литература	5	15

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	5	Текущий контроль	Семестровое задание, часть №1	30	30	Первая часть семестровой работы выполняется в соответствии с "Методическими рекомендациями к выполнению 1-ой части семестровой работы". Максимальное количество баллов за выполнение 1-ой части семестровой работы - 30 баллов. Баллы за выполнение 1-ой части семестровой работы начисляются в соответствии с "Методикой определения баллов за выполнение задач семестровой работы".	зачет
2	5	Текущий контроль	Семестровое задание, часть	30	30	Вторая часть семестровой работа выполняется в соответствии с	зачет

			№2			"Методическими рекомендациями к выполнению 2-ой части семестровой работы". Максимальное количество баллов за выполнение 2-ой части семестровой работы - 30 баллов. Баллы за выполнение 2-ой части семестровой работы начисляются в соответствии с "Методикой определения баллов за выполнение задач семестровой работы".	
3	5	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
4	6	Текущий контроль	Курсовая работа, часть №1	30	30	Первая часть курсовой работы выполняется в соответствии с "Методическими рекомендациями к выполнению 1-ой части курсовой работы". Максимальное количество баллов за выполнение 1-ой части курсовой работы - 30 баллов. Баллы за выполнение 1-ой части курсовой работы начисляются в соответствии с "Методикой определения баллов за выполнение задач курсовой работы".	экзамен
6	6	Текущий контроль	Курсовая работа, часть №2	30	30	Вторая часть курсовой работы выполняется в соответствии с "Методическими рекомендациями к выполнению 2-ой части курсовой работы". Максимальное количество баллов за выполнение 2-ой части курсовой работы - 30 баллов. Баллы за выполнение 2-ой части курсовой работы начисляются в соответствии с "Методикой определения баллов за выполнение задач курсовой работы".	экзамен
7	6	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	экзамен

						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.	

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	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.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения
курсовые работы	Курсовая работа оценивается по результатам текущего контроля (курсовая работа, часть №1; курсовая работа, часть №2). Максимальное количество баллов - 60. Набранное количество баллов необходимо умножить на 1,67 (для перевода в 100-бальную шкалу) . 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
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	6	7
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 втузов. - 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. 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. 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.
3. 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.

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	Библиографическое описание

		электронной форме	
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