

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова»



Давыдов И.А.

03.04.2026

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Расчет на прочность, жесткость и устойчивость элементов ракеты

наименование – полностью

специальность 24.05.01 – Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов

код, наименование – полностью

специализация) Ракетно-космические композитные конструкции

наименование – полностью

уровень образования: специалитет

удалить ненужные варианты

форма обучения: очная

очная/очно-заочная/заочная

общая трудоемкость дисциплины составляет: 3 зачетных единиц(ы)

Кафедра: «Ракетостроение»

полное наименование кафедры, представляющей рабочую программу

Составитель: Уразбахтин Федор Асхатович, д.т.н., профессор

Ф.И.О. (полностью), степень, звание

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и рассмотрена на заседании кафедры «Ракетостроение»

Протокол от 03.04.26 № 4

И.о. заведующего кафедрой «Ракетостроение»



/ Ф. А. Уразбахтин

СОГЛАСОВАНО:

Количество часов рабочей программы и формируемые компетенции соответствуют учебному плану 24.05.01 «Проектирование. Производство и эксплуатация ракет и ракетных комплексов». Специализация: Ракетно-космические композитные конструкции

Протокол заседания учебно-методической комиссии по УГСН 24.00.00 «Авиационная и ракетно-космическая техника» от 25.04.26 № 4

Председатель учебно-методической комиссии по УГСН 24.00.00 «Авиационная и ракетно-космическая техника»



/Ф- А. Уразбахтин
03.04.2026

Руководитель образовательной программы
24.05.01 «Проектирование. Производство и эксплуатация ракет и ракетных комплексов». по
Воткинскому филиалу



/Ф- А. Уразбахтин
03.04.2026

Аннотация к дисциплине

Название дисциплины	<i>Расчет на прочность, жесткость и устойчивость элементов ракеты</i>
Направление (специальность) подготовки	24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
Направленность (профиль/программа/специализация)	Ракетно-космические композитные конструкции
Место дисциплины	Часть, формируемая участниками образовательных отношений Блока 1. Дисциплины (модули)
Трудоемкость (з.е. / часы)	3 з.е. / 108 часов
Цель изучения дисциплины	Целью освоения дисциплины является подготовка специалистов к участию в создании ракетной техники, в области проектно-конструкторской, научно-исследовательской и производственно-технологической деятельности.
Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины	ПК-2. Разработка проектной и рабочей конструкторской документации на ракетную технику (комплексы ракет-носителей, ракеты космического назначения, ракеты-носители, ракетные блоки и их составные части) ПК-5. Способность находить баллистические, прочностные, жесткостные, термоупругие, диссипативные и теплофизические характеристики современных композитных материалов, определять структурные параметры материалов с заданным набором свойств, а также создавать композитные стержневые и оболочечные элементы
Содержание дисциплины (основные разделы и темы)	Конструкция и материалы корпусов ракет. Определение нагрузок, действующих на ракету и нормирование прочности конструкции. Расчеты сухих отсеков ракеты на прочность и жесткость. Расчеты корпуса, шпангоута и зарядов твердотопливного ракетного двигателя на прочность, жесткость и устойчивость. Тонкостенные элементы ракетных конструкций. Расчеты на устойчивость. Расчет узлов соединений на прочность.
Форма промежуточной аттестации	Зачет

1. Цели и задачи дисциплины:

Целью освоения дисциплины является подготовка специалистов к участию в создании ракетной техники, в области проектно-конструкторской, научно-исследовательской и производственно-технологической деятельности.

Задачи дисциплины:

- формирование у студентов знаний, умений, навыков и компетенций в области оценки прочности ракетных конструкций;
- выбор расчетных схем и моделей для проведения прочностных и динамических расчетов основных элементов ракетной конструкции;
- разработка методов расчета элементов конструкции ЛА на прочность, устойчивость и колебания с привлечением ЭВМ;
- обеспечение оптимального проектирования элементов конструкции ЛА, исходя из критерия весового совершенства.

2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины у обучающегося должны быть сформированы Знания, приобретаемые в ходе освоения дисциплины

№ п/п	Знать
1.	Основ теории расчета на прочность и устойчивость типовых элементов ракеты при различных видах нагружения.
2.	Методов проектных и проверочных расчетов корпусов и элементов конструкций ракеты.
3	Методов расчета элементов конструкций на прочность и жесткость

Умения, приобретаемые в ходе освоения дисциплины:

№п/п	уметь:
1.	Проводить расчеты на прочность и устойчивость типовых элементов ракетных конструкций при различных способах нагружения.
2.	Выбирать расчетные схемы и модели для проведения прочностных и динамических расчетов панелей, отсеков и агрегатов конструкций при заданных внешних воздействиях.
3.	Выполнять проектные и оценочные расчеты на прочность, устойчивость и колебания конструкций.

Навыки, приобретаемые в ходе освоения дисциплины:

№ п/п	владеть:
1.	Нахождения и обеспечение оптимальных решений с помощью пакетов стандартных программ.
2.	Проведение типового расчета на прочность и устойчивость.
3.	Разработки методов расчета конструкций ракеты на прочность, устойчивость и колебания с привлечением ЭВМ.

Компетенции, приобретаемые в ходе освоения дисциплины

Компетенции	Индексы компетенций	Знания	Умения	Навыки
ПК-2. Разработка проектной и рабочей конструкторской документации на ракетную технику (комплексы ракет-носителей, ракеты космического назначения, ракеты-носители, ракетные блоки и их составные части).	ПК-2.1. Знать: - конструкции изделия ракетной техники (в том числе, ракетные двигатели), а также современные средства автоматизации проектирования ракетной техники; - системы и методы проектирования ракетной техники; - методики проведения технических расчетов при конструировании и составных частей ракетной техники.	1,2,3	2	2,3
	ПК-2.2. Уметь: - читать проектную и конструкторскую документацию, составлять технические предложения на вновь разрабатываемую ракетную технику и ее составные части, системы и агрегаты; - обрабатывать и анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований, использовать их при проектировании двигателей, узлов и агрегатов ракетной техники, ее составных блоков и систем; - применять специальные методики технических расчетов характеристик и параметров конструкции ракетной техники..	2,3	1,3	1
	ПК-2.3. Владеть навыками: - подготовки проектов технических предложений, сбора и анализа информации для подготовки эскизных, технических проектов на составные части, системы и агрегаты ракетной техники, технических заданий, конструкторской документации для производства ракетной техники, а также порядка согласования конструктивно-силовых и компоновочных схем конструкции ракетной техники в организации; - разработки графических чертежей, общих компоновок ракетной техники и ее составных блоков и систем, а также формирования и выпуска конструктивно-силовых и компоновочных схем конструкции ракетной техники.	2,3	1	2
ПК-5. Способность находить баллистические, прочностные, жесткостные, термоупругие, диссипативные и теплофизические характеристики современных композитных материалов, определять структурные параметры материалов с заданным набором свойств, а также создавать композитные стержневые и оболочечные элементы	ПК-5.1. Знать: - методы расчета и особенности конструирования изделий из пластмасс, полимеров, теплозащитных и композиционных материалов; - типы и характеристики современных полимеров, теплозащитных, композиционных материалов и способов их сочетания, основные виды материалов конструкционного и функционального назначения, а также требования к материалам для различных условий эксплуатации; - традиционные и прогрессивные методы формирования изделий из композиционных материалов.	2,3	1,3	1

ПК-5.2. Уметь: - определять физические и механические свойства материалов при различных видах испытаний; - выбирать теплозащитные и композиционные материалы, пластмассы для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности изделий; - находить необходимые технологические процессы изготовления материалов, исходя из требуемых эксплуатационных свойств.	2	3	2
ПК-5.3. Владеть навыками: - расчета физико-механических свойств теплозащитных и композиционного материала в зависимости от свойств компонентов; - самостоятельного выбора полимеров и композиционных материалов для заданных условий эксплуатации; - составления и использования традиционных и новых технологических процессов получения материалов.	1	1,2	3

Добавлено примечание ([ФУ1]):

3. Место дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1. Дисциплины (модули)

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 семестре.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных при освоении дисциплин: Информатика, Высшая математика, Вариационные методы, Физика, Теоретическая механика, Сопротивление материалов.

Перечень последующих дисциплин (модулей), для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной (модулем): Конструирование ракет; Проектирование ракет.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Структура дисциплин

№ п/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы					Содержание самостоятельной работы
				контактная				СРС	
1	2	3	4	лек	пр	лаб	КЧА	9	10
1	Конструкция и материалы корпусов	14	7	4				10	
2	Определение нагрузок, действующих на ракету и нормирование прочности конструкции	22	7	4	6			12	Расчетное задание 1
3	Расчет сухих отсеков	25	7	2	11			12	
4	Корпус, сопловой блок и заряд твердотопливного ракетного двигателя	22	7	4	6			12	
5	Тонкостенные элементы ракетных конструкций. Расчет узлов	23	7	2	9			12	Расчетное задание 2

	Зачет	2	7		5		0,3	1,7	Зачет выставляется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости
	Всего 7 семестр	108	7	16	32		0,3	59,7	

4.2. Содержание разделов курса и формируемых в них компетенций

№ п/п	Раздел дисциплины	Коды компетенции и индикаторов	Знания	Умения	Навыки	Форма текущего контроля
1	Конструкция и материалы корпусов ракет	ПК-2.1	1,2,3	2	2,3	Конспект лекций.
2	Определение нагрузок, действующих на ракету и нормирование прочности конструкции	ПК-2,2, ПК-5.1	2,3	1,3	1	Конспект лекций.
3	Расчет сухих отсеков	ПК-2.3	2,3	1	2	Конспект лекций. Отчет по расчетному заданию 1
4	Корпус, сопловой блок и заряд твердотопливного ракетного двигателя	ПК 5.2	2	3	2	Конспект лекций..
5	Тонкостенные элементы ракетных конструкций. Расчет узлов	ПК-5.3	1	1,2	3	Конспект лекций

4.3. Наименование тем лекций, их содержание и объем в часах

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лекций	Трудоемкость (час)
1.	1.	Компоновочные и конструктивно-силовые схемы. Конструкционные и теплозащитные материалы. Основные этапы расчета корпуса на прочность.	4
2	2	Уравновешивание поверхностных сил инерционными нагрузками. Интегрирование дифференциальных уравнений равновесия корпуса ракеты. Распределенные поверхностные нагрузки. Исходные данные по баллистике и управляемости. Методика статического расчета нагрузок ракеты по схеме жесткой балки. Особенности динамического нагружения ракеты. Колебания корпуса ракеты. Математические модели основных прочностных отказов. Запас прочности и прочностная надежность конструкции. Расчетные случаи. Коэффициенты безопасности.	4
3	3	Конструктивно-силовых схемы. Устойчивость равновесия сжатых элементов. Расчет неподкрепленной обечайки. Вафельная обечайка. Сферическое гладкое днище. Распорный шпангоут. Расчет корпуса головной части ракеты. Расчет головного обтекателя, ферменных и стрингерных отсеков.	2

4.	4.	Оболочка металлического корпуса. Днище. Выбор параметров комбинированного корпуса. Оболочка из композиционного материала. Определение параметров армирования и выбор конструктивных форм корпуса. Определение температурных полей, возникающих в сопловом блоке. Определение термонапряженного состояния соплового блока двигателя. Оценка прочности.	4
5	5	Оболочки, нагруженные местной осесимметричной нагрузкой. Определение напряжений в подкрепленных оболочках. Расчет элементов, подкрепляющих отверстия в оболочках. Устойчивость подкрепленных оболочек.	2
Всего 7 семестр			16

4.4. Наименование тем практических занятий, их содержание и объем в часах

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических работ	Трудоемкость (час)
1.	2	Определение статических и динамических нагрузок, действующих на корпус ракеты.	6
2.	3	Расчет на прочность, жесткость и устойчивость отсеков ракеты.	6
3.	3	Расчет на прочность, жесткость и устойчивость отсеков ракеты с помощью вычислительной техники.	5
4.	4	Расчет на прочность и жесткость камеры РДТТ. Расчет на прочность и жесткость соплового блока РДТТ. Расчет на прочность и жесткость топливного заряда.	6
5	5	Тонкостенные элементы ракетных конструкций. Расчет узлов соединений.	4
6	5	Тонкостенные элементы ракетных конструкций. Расчет узлов соединений.	5
Всего 7 семестр			32

5. Оценочные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

Для контроля результатов освоения дисциплины проводятся:

- защиты расчетных заданий.
- оценка остаточных знаний в форме контрольных вопросов

Примечание: Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины – зачет с оценкой.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература

- Кузьмина Р.П. Мягкие оболочки [Электронный ресурс]. — Электрон. текстовые данные. — Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2016. — 272 с. — 978-5-4344-0330-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69360.html>
- Полунин А.И. Теоретические основы динамики вращающейся на опорах крупногабаритной оболочки [Электронный ресурс]: монография. — Электрон. текстовые данные. — Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2017. -80 с. -978-5-361-00502-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/80523.html>

3. Расчет на прочность элементов конструкций [Электронный ресурс]: учебное пособие / К. А. Абдулхаков, В. М. Котляр, С. Г. Сидорин. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2012. — 119 с. — 978-5-7882-1324-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62576.html>

б) дополнительная литература

4. Прочность ракетных конструкций/В.А.Моссаковский, А.Г. Макаренков, П.И. Никитин и др. — М.: Высшая школа, 1990. -359с.
5. Баллистическая ракета на твердом топливе/А.М. Синюков, Л.И. Волков, А.И. Львов, А.М. Шишкевич. — М.: Воениздат, 1972. -512с.
6. Авдонин А.С. Прикладные методы расчета оболочек и тонкостенных конструкций. —М.: Машиностроение, 1969. -402с.
7. Прочность при интенсивных кратковременных нагрузках [Электронный ресурс]: монография / Х. А. Рахматулин, Ю. А. Демьянов. — Электрон. текстовые данные. — М.: Логос, Университетская книга, 2009. — 512 с. — 978-5-98704-422-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/9132.html>
8. Рахматулин, Х. А. Прочность и разрушение при кратковременных нагрузках [Электронный ресурс]: учебное пособие. — Электрон. текстовые данные. — М.: Логос, Университетская книга, 2008. — 619 с. — 978-5-98704-278-X. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/9283.html>
9. Основы расчета изделия на прочность в приложении NX Расширенная симуляция [Электронный ресурс]: учебное пособие / М. Ю. Ельцов, П. А. Хахалев. — Электрон. текстовые данные. — Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2014. — 207 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/49716.html>
10. Расчеты на прочность элементов машиностроительных конструкций в среде MATHCAD: Учебное пособие / Р.К. Вафин, Г.С. Егудуров, Б.И. Зангеев, В.В. Крахт, В.И. Авдеев. - Старый Оскол:ТНТ,2008.-577с.
11. Детали машин: типовые расчеты на прочность: Учебное пособие / Т.В.Хруничева.-М.: ИД "Форум": ИНФРА-М, 2009.-224с.-(Профессиональное образование).

в) методические указания

1. Строительная механика несущих конструкций и механизмов стартового оборудования [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению курсовой работы по курсу «Строительная механика установок» / В.С. Абакумов [и др.]. Электрон. текстовые данные. -М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2007. - 23 с. Режим доступа (по паролю): <http://www.iprbookshop.ru/31568.html>.
2. Иванов С.П. Строительная механика [Электронный ресурс]: лабораторный практикум / С.П. Иванов, О.Г. Иванов, С.Д. Гольман. Электрон. текстовые данные. - Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, Поволжский государственный технологический университет, ЭБС АСВ, 2010. -92 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22598.html> (вход по паролю).
3. Сорокин Ф.Д. Численный расчет круглых несимметрично нагруженных пластин переменной в радиальном направлении толщины [Электронный ресурс]: методические указания / Ф.Д. Сорокин. Электрон. текстовые данные. - М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2014. -36 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31657.html> (вход по паролю).
4. Темис, Ю. М. Расчет напряженно-деформированного состояния конструкций методом конечных элементов [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Системы автоматизированного проектирования» / Ю. М. Темис, Х. Х. Азметов. — Электрон. текстовые данные. — М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2012. — 53 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31216.html>

г) перечень ресурсов информационно-коммуникационной сети Интернет

1. Библиотечная система ФГБОУ ВО ИжГТУ имени М.Т.Калашникова http://94.181.117.43/cgi-bin/irbis64r_12/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS .
2. ЭБС IPRbooks - учебники и учебные пособия, монографии, производственно-практические, справочные издания, деловая литература. Ежемесячное пополнение новыми электронными изданиями, периодикой <https://www.iprbookshop.ru/>
3. Библиографическая БД <https://elibrary.ru/>
4. Платформа SpringerLink SpringerNature <https://rd.springer.com/> и <http://materials.springer.com/>
5. База данных zbMath <https://zbmath.org/>
6. Национальная электронная библиотека (НЭБ) <https://rusneb.ru/>

д) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Microsoft Office (лицензионное ПО)
2. SMATHStudio (свободно распространяемое ПО)
3. Онлайн - трансляторы алгоритмических языков программирования
4. GPSS world for students (свободно распространяемое ПО)
5. Онлайн – калькуляторы различных типов.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

1. Лекционные занятия

Учебные аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации для большой аудитории (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

2. Лабораторные работы

Учебная аудитория (ауд. № 219, адрес: 427430, Удмуртская Республика, г. Воткинск, ул. П.И. Шувалова, д. 1) для практических занятий укомплектована специализированной мебелью и компьютерными средствами обучения (ПК) с доступом к сети Интернет и электронной информационно-образовательной среде ВФ ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова».

3. Самостоятельная работа

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде ВФ ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова» (ауд. № 224, адрес: 427430, Удмуртская Республика, г. Воткинск, ул. П.И. Шувалова, д. 1).

При необходимости рабочая программа дисциплины (модуля) может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для обучения с применением дистанционных образовательных технологий. Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК).

Приложение

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Воткинский филиал
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова»
(ВФ ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»)

Оценочные средства

по дисциплине

Расчет на прочность, жесткость и устойчивость

элементов ракеты

(наименование – полностью)

специальность 24.05.01 – Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов

код, наименование – полностью

специализация) Ракетно-космические композитные конструкции

наименование – полностью

уровень образования: специалитет

форма обучения: очная

очная/очно-заочная/заочная

общая трудоемкость дисциплины составляет: 3 зачетных единицы

1. Оценочные средства

Оценивание формирования компетенций производится на основе результатов обучения, приведенных в п. 2 рабочей программы и ФОС. Связь разделов компетенций, индикаторов и форм контроля (текущего и промежуточного) указаны в таблице 4.2 рабочей программы дисциплины.

Оценочные средства соотнесены с результатами обучения по дисциплине и индикаторами достижения компетенций представлены ниже.

Коды компетенции и индикаторов	Результат обучения (знания, умения и навыки)	Формы текущего и промежуточного
ПК-2. Разработка проектной и рабочей конструкторской документации на ракетную технику (комплексы ракет-носителей, ракеты космического назначения, ракеты-носители, ракетные блоки и их составные части).	ПК-2.1. Знать: - конструкции изделия ракетной техники (в том числе, ракетные двигатели), а также современные средства автоматизации проектирования ракетной техники; - системы и методы проектирования ракетной техники; - методики проведения технических расчетов при конструировании и составных частей ракетной техники.	Защита расчетных заданий Зачет
	ПК-2.2. Уметь: - читать проектную и конструкторскую документацию, составлять технические предложения на вновь разрабатываемую ракетную технику и ее составные части, системы и агрегаты; - обрабатывать и анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований, использовать их при проектировании двигателей, узлов и агрегатов ракетной техники, ее составных блоков и систем; - применять специальные методики технических расчетов характеристик и параметров конструкции ракетной техники.	Защита расчетных заданий Зачет

	ПК-2.3. Владеть навыками: - подготовки проектов технических пред-ложений, сбора и анализа информации для подготовки эскизных, технических проектов на составные части, системы и агрегаты ракетной техники, технических заданий, конструкторской документации для производства ракетной техники, а также порядка согласования конструктивно-силовых и компоновочных схем конструкции ракетной техники в организации; - разработки графических чертежей, общих компоновок ракетной техники и ее составных блоков и систем, а также формирования и выпуска конструктивно-силовых и компоновочных схем конструкции ракетной техники;	Защита расчетных заданий Зачет
ПК-5. Способность находить баллистические, прочностные, жесткостные, термоупругие, диссипативные и теплофизические характеристики современных композитных материалов, определять структурные параметры материалов с заданным набором свойств, а также создавать композитные стержневые и оболочечные элементы	ПК-5.1. Знать: - методы расчета и особенности конструирования изделий из пластмасс, полимеров, теплозащитных и композиционных материалов; - типы и характеристики современных полимеров, теплозащитных, композиционных материалов и способов их сочетания, основные виды материалов конструкционного и функционального назначения, а также требования к материалам для различных условий эксплуатации; - традиционные и прогрессивные методы формования изделий из композиционных материалов.	Защита расчетных заданий Зачет
	ПК-5.2. Уметь: - определять физические и механические свойства материалов при различных видах испытаний; - выбирать теплозащитные и композиционные материалы, пластмассы для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности изделий; - находить необходимые технологические процессы изготовления материалов, исходя из требуемых эксплуатационных свойств.	Защита расчетных заданий Зачет

	ПК-5.3. Владеть навыками: - расчета физико-механических свойств теплозащитных и композиционного материала в зависимости от свойств компонентов; - самостоятельного выбора полимеров и композиционных материалов для заданных условий эксплуатации; - составления и использования традиционных и новых технологических процессов получения материалов.	Защита расчетных заданий Зачет
--	--	-----------------------------------

Описание элементов для оценивания формирования компетенций

Наименование: зачет

Перечень вопросов для проведения зачета:

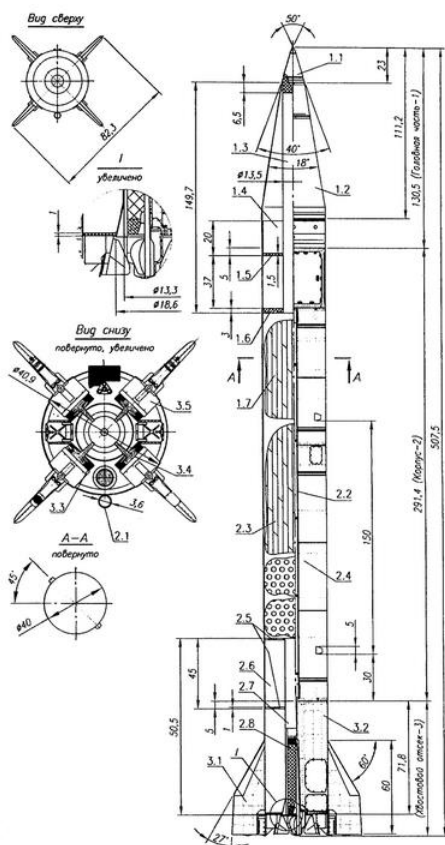
1. Силовые элементы корпуса ракеты.
2. Конструктивно-силовые схемы жидкостных ракет.
3. Конструктивно-силовые схемы твердотопливных ракет.
4. Общая характеристика металлических сплавов, используемых в ракетных конструкциях.
5. Общая характеристика композиционных материалов, используемых в ракетных конструкциях.
6. Теплоизолирующие и теплозащитные материалы.
7. Режимы эксплуатации и действующие нагрузки на ракету
8. Выбор расчетной схемы корпуса ракеты.
9. обобщенный критерий прочности.
10. Продольное нагружение ракеты. Коэффициент продольной перегрузки.
11. Поперечное нагружение ракеты. Коэффициент поперечной перегрузки.
12. Вывод формул погонных продольных и поперечных нагрузок, действующих на ракету.
13. Определение положение центра тяжести и центра давления ракеты.
14. Вывод формул для внутренних силовых факторов, возникающих в ракете по схеме жесткой балки.
15. Поверхностные нагрузки, действующие на ракету.
16. Атмосферные нагрузки, действующие на ракету.
17. Алгоритм построения эпюры продольных сил, возникающих в ракете.
18. Алгоритм построения эпюры поперечных сил и моментов, возникающих в ракете.
19. Динамические нагрузки, действующие на ракету. Коэффициент динамичности.
20. Определение частот и форм продольных колебаний корпуса ракеты.
21. Определение частот и форм поперечных колебаний корпуса ракеты.
22. Математические модели основных прочностных отказов.
23. Запас прочности и прочностная надежность конструкции.
24. Расчетные случаи при эксплуатации баллистической ракеты.
25. Коэффициент безопасности. Основные статистические характеристики.
- * * *
26. Конструктивно-силовые схемы головной части, переходных и хвостовых отсеков ракеты.
27. Устойчивость сжатых элементов ракетных конструкций по Эйлеру.
28. Формула Энгессера определения критических напряжений.
29. Устойчивость круговых тонких колец.
30. Устойчивость сжатых пластин.
31. Устойчивость цилиндрической оболочки.
32. Устойчивость сферической и конических оболочек.
33. Расчет на прочность арматуры наконечника головной части.
34. Расчет на прочность неподкрепленного отсека корпуса головной части.
35. Расчет на прочность подкрепленного кольцевыми ребрами отсека корпуса головной части.
36. Расчет на прочность днища корпуса головной части.

37. Расчет на прочность головного обтекателя.
38. Расчет на прочность и устойчивость фермы ракеты.
43. Расчет на прочность и устойчивость стрингерного отсека ракеты.
44. Расчет оболочки металлического корпуса РДТТ.
45. Расчетные случаи нагружения топливного заряда.
46. Оболочка корпуса из композиционного материала.
47. Определение параметров армирования и конструктивной формы корпуса РДТТ.
48. Физико-механические свойства твердых топлив.
49. Критерии прочности твердых топлив.
50. Расчет на прочность и жесткость заряда и корпуса РДТТ при вертикальном хранении.
51. Расчет на прочность и жесткость заряда и корпуса РДТТ при горизонтальном хранении.
52. Расчет на прочность и жесткость заряда и корпуса при работе двигателя.
53. Определение температурного поля в сопловом блоке.
54. Расчет элементов, подкрепляющих отверстия в оболочках.
55. Фланцевые соединения в ракетных конструкциях. Расчет на прочность.
56. Расчет на прочность и жесткость шпангоутов.

Пример расчетного задания, выполнение которого учитывается при проведении зачета

Расчеты на прочность, жесткость и устойчивость головного отсека модели ракеты (рис.1) в момент его старта.

Исходные данные по действующим нагрузкам в тактико-технических характеристиках ракеты.



Модель-копия оперативно-тактической ракеты Р-17: 1. Головная часть: 1.1 — оголовок; 1.2 — конус; 1.3 — внутренняя трубка; 1.4 — посадочный цилиндр; 1.5 — верхний шпангоут; 1.6 — нижний шпангоут; 1.7 — парашют. 2. Корпус: 2.1 — направляющее кольцо; 2.2 — гаргрот; 2.3 — парашют; 2.4 — корпус; 2.5 — шпангоут; 2.6 — посадочный цилиндр; 2.7 — двигательный отсек; 2.8 — двигатель МРД 5-3-6. 3. Хвостовой отсек: 3.1 — консоль стабилизатора; 3.2 — цилиндр; 3.3—торцевой шпангоут; 3.4 — газовый руль; 3.5 — стартовая опора

Пример билета на зачет с оценкой

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова»

Билет к зачету №
по дисциплине **«Расчет на прочность, жесткость и устойчивость
элементов ракеты»**

Вопрос 1. Выбор расчетной схемы корпуса ракеты.
Вопрос 2. Расчет на прочность и жесткость заряда и корпуса РДТТ при
вертикальном хранении.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры Ракетостроения
« » 20__г. Протокол №

Зав. кафедрой, / ФИО

2. Критерии и шкалы оценивания

Для контрольных мероприятий (текущего контроля) устанавливается минимальное и максимальное количество баллов в соответствии с таблицей. Контрольное мероприятие считается пройденным успешно при условии набора количества баллов не ниже минимального.
Результат обучения по дисциплине считается достигнутым при успешном прохождении обучающимся всех контрольных мероприятий, относящихся к данному результату обучения.

Разделы дисциплины	Форма контроля	Количество баллов	
		min	max
1	2	3	4
	Конспект лекций по всем темам	5	15
	Отчеты по выполненным расчетным заданиям	5	20
	Зачет	0	10
	Итого 1 семестр	10	45

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе текущего контроля успеваемости используются следующие критерии. Минимальное количество баллов выставляется обучающемуся при выполнении всех показателей, допускаются несущественные неточности в изложении и оформлении материала.

Наименование, обозначение	Показатели выставления минимального количества баллов
---------------------------	---

Конспект лекций. Отчеты по выполненным расчетным заданиям Ответы на вопросы	Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий. На защите реферата даны правильные ответы не менее чем на 50% заданных вопросов. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом.
---	--

Промежуточная аттестация по дисциплине во **7 семестре** проводится в форме зачета с оценкой.

Итоговая оценка по дисциплине может быть выставлена на основе результатов текущего контроля с использованием следующей шкалы:

<i>Оценка</i>	<i>Набрано баллов</i>
«зачтено»	15-45
«не зачтен»	менее 15

Если сумма набранных баллов менее 10 – обучающийся не допускается до промежуточной аттестации.

Если сумма баллов составляет от 10 до 45 баллов, обучающийся допускается до зачета с оценкой. Билет к зачету включает 2 вопроса.

Промежуточная аттестация проводится в компьютерном зале. Время на подготовку: 40 минут.