

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

«Теплозащитные и теплоизоляционные материалы ракет»

направление (специальность) 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов»

специализация: «Ракетно-космические композитные конструкции»

уровень образования: специалитет

форма обучения: очная

общая трудоемкость дисциплины составляет: 3 зачетных
единицы

Кафедра: «Ракетостроение»

полное наименование кафедры, представляющей рабочую программу

Составитель: Харинова Юлия Юрьевна, к.т.н., доцент

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 03.04.26 № 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	Теплозащитные и теплоизоляционные материалы ракет
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 преподавания дисциплины является ознакомление студентов с состоянием и основами производства и эксплуатации теплозащитных (ТЗМ) и теплоизоляционных материалов (ТИМ) в жизненном цикле ракет, а также с основами технологии нанесения покрытий на поверхности ракет, механизмами теплозащиты различных частей ракеты и методов их расчета.
Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины	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-10. Разработка и внедрение в производство новых конструкционных материалов (в том числе композиционных), а также технологические процессы и технологии их создания.
Содержание дисциплины (основные разделы и темы)	Теплопередача. Требования, предъявляемые к ТЗМ и ТИМ. Классификация ТЗМ и ТИМ. Основные отличия ТЗМ и ТИМ Основные свойства ТЗМ и ТИМ Перспективы в области создания и применения ТЗМ и ТИМ Расчет необходимой толщины ТЗП. Способы получения высокопористых материалов и изделий из волокнистых зернистых и порошкообразных элементов Технологии создания органических и неорганических теплозащитных и теплоизоляционных материалов Методы контроля ТЗП Перспективные направления оптимизации функциональных свойств ТЗМ и ТИМ, используемые в ракетном производстве.
Форма промежуточной аттестации	Зачет

1. Цели и задачи дисциплины:

Целью преподавания дисциплины является ознакомление студентов с состоянием и основами производства и эксплуатации теплозащитных (ТЗМ) и теплоизоляционных материалов (ТИМ) в жизненном цикле ракет, а также с основами технологии нанесения покрытий на поверхности ракет, механизмами теплозащиты различных частей ракеты и методов их расчета.

Задачи дисциплины:

- приобретение теоретических знаний по производству и применению теплозащитных и теплоизоляционных материалов;
- овладение основами современных методов расчета режимов нанесения теплозащитных покрытий на поверхности частей ракет;
- привитие устойчивых навыков проектных расчетов параметров теплозащитных материалов по баллистическим характеристикам полета ракеты.

2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины у студента должны быть сформированы

Знания, приобретаемые в ходе освоения дисциплины

№ п/п	Знания
1	основные виды и типы теплозащитных покрытий и их свойства;
2	основные понятия о методах производства теплозащитных и теплоизоляционных материалов;
3	области применения различных типов покрытий;
4	методы расчета необходимой толщины покрытия на поверхности ракет и в камерах ракетных двигателей.

Умения, приобретаемые в ходе освоения дисциплины

№ п/п	Умения
1	выбирать состав теплозащитного покрытия для заданного режима теплового нагружения;
2	находить оптимальный режим нанесения теплозащитного и теплоизоляционного материала на поверхности отсеков ракет;
3	рассчитывать необходимую толщину материала для защиты конструкции от теплового воздействия.

Навыки, приобретаемые в ходе освоения дисциплины

№ п/п	Навыки
1	использования технологических приемов и методов производства теплозащитных и теплоизоляционных материалов;
2	применения способов нанесения теплозащитных покрытий на поверхности отсеков ракет;
3	применения методик расчета параметров теплозащитных покрытий по баллистическим характеристикам ракет.

Компетенции, приобретаемые в ходе освоения дисциплины

Компетенции	Индикаторы	Знания	Умения	Навыки
ПК-5Способность нахо-	ПК-5.1. Знать:	1,3,4		

дить 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	- 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.			
	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.		1,3	
	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.			3
ПК-10 Разработка и внедрение в производство новых конструкционных материалов (в том числе композиционных), а также технологические процессы и технологии их создания	ПК-10.1. Знать: - классификацию материалов (в том числе композиционных материалов), их свойства (физические, химические, термические), области применения в ракетно-космической технике и способы производства; - методы создания материалов, а также технологию производства и технологический процесс по их	1,2		

	созданию; - методы испытаний и контроля качества изделий ракетной техники, изготовленных из полимеров, металлов, сплавов и композиционных материалов.			
	ПК-10.2. Уметь: - использовать новые конструкционные и теплозащитные материалы, полимеры и пластмассы в производстве изделий ракетной техники; - осуществлять механическую обработку и испытания композиционных материалов, металлов и сплавов; - определять эксплуатационные свойства материалов, используемых в ракетной технике.		2	
	ПК-10.3. Владеть: - навыками контроля выполнения требований, установленных в конструкторской документации, на изготовление и испытания систем, агрегатов, составных частей и изделий ракетной техники из композитных материалов; - методами получения информации о новейших теплозащитных и композиционных материалах, полимерах и пластмассах ракетной техники, о передовом отечественном и зарубежном опыте применения материалов в области техники и технологии ракетных комплексов; - информацией о новых конструкционных материалах и их физико-химических характеристиках.			1,2

3. Место дисциплины в структуре ООП

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

Дисциплина изучается на __5__ курсе(ах) в __9__ семестре(ах).

Изучение дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных при освоении дисциплин (модулей):

1. Высшая математика;
2. Физика;
3. Химия;
4. Технология конструкционных материалов;
5. Детали машин;

6. Основы устройства ракет.

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

1. Организация и управление машиностроительным производством;
2. Композитные материалы в ракетной технике;
3. Производство 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	
				лек	пр	лаб	КЧА		
1	2	3	4	5	6	7	8	10	11
1	Теплопередача	1	9	1	-	-		-	-
2	Требования, предъявляемые к ТЗМ и ТИМ	5	9	1	-	-		4	Самостоятельное изучение материала на тему: «ТЗМ в промышленности»
3	Классификация ТЗМ и ТИМ. Основные отличия ТЗМ и ТИМ	2	9	2	-	-		-	-
4	Основные свойства ТЗМ и ТИМ	14	9	2	4	4		4	Самостоятельное изучение материала на тему: «Реологические характеристики ТЗМ и ТИМ»
5	Перспективы в области создания и применения ТЗМ и ТИМ	6	9	2	-	-		4	Самостоятельное изучение материала на тему: «ТЗМ и ТИМ на основе нанопокрытий»
6	Расчет необходимой толщины ТЗП	24	9	2	6	6		10	Самостоятельное изучение материала на тему: «Теоретические сведения о теплопередаче и тепловых потоках»
7	Способы получения высокопористых материалов и изделий из волокнистых	16	9	2	2	2		10	Самостоятельное изучение материала на тему: «Современные

	зернистых и порошкообразных элементов								пенопласты и маты»
8	Технологии создания органических и неорганических теплозащитных и теплоизоляционных материалов	16	9	2	2	2		10	Самостоятельное изучение материала на тему: «Свойства современных органических композитов»
9	Методы контроля ТЗП	15	9	1	2	2		10	Самостоятельное изучение материала на тему: «Организация контроля качества ТЗМ и ТИМ».
10	Перспективные направления оптимизации функциональных свойств ТЗМ и ТИМ, используемые в ракетном производстве	5	9	1	-	-		4	Самостоятельное изучение материала на тему: «Пути повышения химической стойкости ТЗМ и ТИМ».
11	Зачет	2	9	-	-		0,3	1,7	Зачет проводится в устной или письменной форме по билетам
	Итого:	108		16	16	16	0,3	58	

4.2 Содержание разделов курса и формируемых в них компетенций

№ п/п	Раздел дисциплины	Коды компетенции и индикаторов	Знания	Умения	Навыки	Форма контроля
1	Теплопередача	ПК-5,1; ПК-5,2; ПК-5,3	1,3,4	1,3	3	Устный опрос на лекциях
2	Требования, предъявляемые к ТЗМ и ТИМ	ПК-10,1	1,2	2	1,2	Устный опрос на лекциях
3	Классификация ТЗМ и ТИМ. Основные отличия ТЗМ и ТИМ	ПК-5,1; ПК-5,2; ПК-5,3	1,3,4	1,3	3	Устный опрос на лекциях
4	Основные свойства ТЗМ и ТИМ	ПК-5,1; ПК-5,2; ПК-5,3	1,3,4	1,3	3	Устный опрос на лекциях, практических занятиях, защита лабораторной и практической работы

5	Перспективы в области создания и применения ТЗМ и ТИМ	ПК-10,2; ПК-10,3	1,2	2	1,2	Устный опрос на лекциях
6	Расчет необходимой толщины ТЗП	ПК-5,1	1,3,4	1,3	3	Устный опрос на лекциях, практических занятиях, защита лабораторной и практической работы
7	Способы получения высокопористых материалов и изделий из волокнистых зернистых и порошкообразных элементов	ПК-10,1	1,2	2	1,2	Устный опрос на лекциях, практических занятиях, защита лабораторной и практической работы
8	Технологии создания органических и неорганических теплозащитных и теплоизоляционных материалов	ПК-10,1; ПК-10,2; ПК-10,3	1,2	2	1,2	Устный опрос на лекциях, практических занятиях, защита лабораторной и практической работы
9	Методы контроля ТЗП	ПК-5,2	1,3,4	1,3	3	Устный опрос на лекциях, практических занятиях, защита лабораторной и практической работы
10	Перспективные направления оптимизации функциональных свойств ТЗМ и ТИМ, используемые в ракетном производстве	ПК-10,3	1,2	2	1,2	Устный опрос на лекциях

4.3 Наименование тем лекций, их содержание и объем в часах

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лекций	Трудо- ем- кость (час)
----------	-------------------------	---------------------	---------------------------------

1.	1	Теплопередача	1
2.	2	Требования, предъявляемые к ТЗМ и ТИМ	1
3.	3	Классификация ТЗМ и ТИМ. Основные отличия ТЗМ и ТИМ	1
4.	4	Основные свойства ТЗМ и ТИМ	1
5.	5	Перспективы в области создания и применения ТЗМ и ТИМ	1
6.	6	Расчет необходимой толщины ТЗП	4
7.	7	Способы получения высокопористых материалов и изделий из волокнистых зернистых и порошкообразных элементов	2
8.	8	Технологии создания органических и неорганических теплозащитных и теплоизоляционных материалов	2
9.	9	Методы контроля ТЗП	2
10.	10	Перспективные направления оптимизации функциональных свойств ТЗМ и ТИМ, используемые в ракетном производстве	1
	Всего		16

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

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических работ	Трудоемкость (час)
1.	4	Выбор метода изготовления ТЗП	2
2.	6	Расчет толщины ТЗМ раструба сопла РДТТ	6
3.	7	Разработка операционной карты технологического процесса изготовления и нанесения ТЗП из порошковой композиции	2
4.	8	Разработка операционной карты технологического процесса изготовления и нанесения ТЗП с органическим наполнителем	4
5.	9	Разработка программы контроля ТЗМ	2
	Всего		16

4.5 Наименование тем лабораторных работ, их содержание и объем в часах

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час)
1.	4	Определение типа ТЗП и выбор материала для заданных условий теплового нагружения	2
2.	6	Расчет толщины ТЗП на поверхности узлов ракет при заданных условиях теплового нагружения	6
3.	7	Методы нанесения волокнистого ТЗП на поверхности узлов ракет	2
4.	8	Методы нанесения неорганического ТЗП на поверхности узлов ракет	4
5.	9	Выбор методов контроля качества производства и нанесения на поверхности отсеков ракет ТЗП	2
	Всего		16

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

Для контроля результатов освоения дисциплины проводятся:

- устные опросы на лекциях;
- защиты лабораторных работ;
- защиты практических и расчетных заданий;
- зачет.

Примечание: оценочные материалы (типовые варианты тестов, контрольных работ и др.) приведены в приложении к рабочей программе дисциплины.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины – экзамен.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Сафин, В.Н. Композиционные материалы/В.Н. Сафин//Текст лекций. – Челябинск, ЮУрГУ, 2010. – 36 с.
2. Горлов, Ю.П. Технология теплоизоляционных и акустических материалов и изделий/ Ю.П. Горлов. - М.: Высшая школа, 1989. – 384 с
3. Полежаев, Ю.В. Юрьевич, Ф.Б. Тепловая защита/ Ю.В.Полежаев. - М.: Энергия, 1976. – 392 с

б) дополнительная литература:

1. Нагибин, Г.В. Технология теплоизоляционных и гипсовых материалов/ Г.В. Нагибин. - М.: Высшая школа, 1966. – 424 с.
2. Русин, М.Ю. Проектирование головных обтекателей ракет из керамических и композиционных материалов/ М.Ю.Русин – М.: Изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 64 с.
3. Липницкий, Ю.М., Красильников, А.В. Нестационарная аэродинамика баллистического полета/ Ю.М. Липницкий. - М.: Физматлит, 2003. – 176 с.
4. Ильющенко, А.Ф. Плазменные покрытия на основе керамических материалов/ А.Ф. Ильющенко, В.А. Оковитый, А.И. Шевцов. - Минск: Беспринт, 2006.- 316 с.

в) методические указания:

1. Харинова Ю.Ю. Расчет толщины теплозащитного покрытия двигательной установки баллистической ракеты/ Методические указания по выполнению расчетно-графической работы// Ижевск: ИжГТУ, 2020. – 16 с.
2. Теория теплообмена [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / З. И. Зарипов, М. С. Курбангалеев, А. А. Мухамадиев, И. Х. Хайруллин. — 2-е изд. — Электрон. текстовые данные. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет,

2017. — 80 с. — 978-5-7882-2268-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/79558.html>.— ЭБС «IPRbooks»

3. Теория теплообмена [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / З. И. Зарипов, М. С. Курбангалеев, А. А. Мухамадиев, И. Х. Хайруллин. — 2-е изд. — Электрон. текстовые данные. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017. — 80 с. — 978-5-7882-2268-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/79558.html>.— ЭБС «IPRbooks»

4. Резник, С. В. Постановка тепловых испытаний элементов композитных стержневых космических конструкций. Часть 1. Моделирование температурного состояния стержневых космических конструкций [Электронный ресурс] : учебное пособие / С. В. Резник, О. В. Денисов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2014. — 57 с. — 978-5-7038-3807-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31797.html>.— ЭБС «IPRbooks»

5. Шуваева, Е. А. Материаловедение. Неметаллические и композиционные материалы [Электронный ресурс] : курс лекций / Е. А. Шуваева, А. С. Перминов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский Дом МИСиС, 2013. — 77 с. — 978-5-87623-686-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/56261.html>.— ЭБС «IPRbooks»

6. Михайлин, Ю. А. Конструкционные полимерные композиционные материалы [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю. А. Михайлин. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Научные основы и технологии, 2010. — 822 с. — 978-5-91703-003-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13214.html>.— ЭБС «IPRbooks»

г) перечень ресурсов информационно-коммуникационной сети Интернет:

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks <http://istu.ru/material/elektronno-bibliotechnaya-sistema-iprbooks>.

2. Электронный каталог научной библиотеки ИжГТУ имени М.Т. Калашникова Web ИРБИС http://94.181.117.43/cgi-bin/irbis64r_12/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS.

3. Национальная электронная библиотека – <http://нэб.рф>.

4. Мировая цифровая библиотека – <http://www.wdl.org/ru/>.

5. Международный индекс научного цитирования Web of Science – <http://webofscience.com>.

6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – <https://elibrary.ru/defaultx.asp>.

7. Справочно-правовая система КонсультантПлюс <http://www.consultant.ru/>.

д) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. OpenOffice (свободное программное обеспечение)

2.Компас LT V12 (свободное учебное программное обеспечение)

3.SMathStudio (свободное программное обеспечение)

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

1. Лекционные занятия.

Учебные аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук), учебно-наглядные пособия, тематические иллюстрации).

2. Практические занятия

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. 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.

Самостоятельная работа.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде ИжГТУ имени М.Т. Калашникова:

- научная библиотека ИжГТУ имени М.Т. Калашникова (ауд. 201 корпус № 1, адрес: 426069, Удмуртская Республика, г.Ижевск, ул. Студенческая, д.7);

- помещения для самостоятельной работы обучающихся (Библиотека ВФ ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, 427430, Удмуртская республика, г. Воткинск, ул. 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).

**Лист согласования рабочей программы дисциплины (модуля) на
учебный год**

Рабочая программа дисциплины «Теплозащитные и теплоизоляционные материалы ракет» по направлению подготовки (специальности) 24.05.01
«Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-
космических комплексов»_____

код и наименование направления подготовки (специальности)

по специализации «Ракетно-космические композитные конструкции»._____

наименование направленности (профиля/программы/специализации)

согласована на ведение учебного процесса в учебном году:

Учебный год	«Согласовано»: заведующий кафедрой, ответственной за РПД (подпись и дата)
2021 – 2022	
2022 – 2023	
2023 – 2024	
2024 – 2025	

УТВЕРЖДАЮ

Директор

_____/Давыдов И.А.

_____ 20__ г.

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины (модуля)

«Теплозащитные и теплоизоляционные материалы ракет»

по направлению подготовки (специальности) 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов» по специализации «Ракетно-космические композитные конструкции».

на 20__/20__ учебный год

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

- 1)
- 2)

Дополнения и изменения рассмотрены и одобрены на заседании кафедры «____» _____ 20__ г., протокол № _____. *(заполняется кафедрой, реализующей данную дисциплину)*

Заведующий кафедрой

_____ Ф.А. Уразбахтин
_____ 20__ г.

Заведующий выпускающей кафедрой

_____ Ф.А. Уразбахтин
_____ 20__ г.

Руководитель образовательной программы

_____ Ф.А. Уразбахтин
_____ 20__ г.

Приложение

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова»
(ВФ ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»)

Оценочные средства по дисциплине

«Теплозащитные и теплоизоляционные материалы ракет»

наименование – полностью

направление (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)

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.

№ п/п	Коды компетенции и индикаторов	Результат обучения (знания, умения и навыки)	Формы текущего и промежуточного контроля
1	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.	Устный опрос на лекциях; Защита лабораторной работы; Защита практической работы; 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.	Устный опрос на лекциях; Защита лабораторной работы; Защита практической работы; Зачет
		ПК-5.3. Владеть навыками: - расчета физико-механических свойств теплозащитных и композиционного материала в зависимости от свойств компонентов; - самостоятельного выбора полимеров и композицион-	Устный опрос на лекциях; Защита лабораторной работы; Защита практической работы; Зачет

		ных материалов для заданных условий эксплуатации; - составления и использования традиционных и новых технологических процессов получения материалов.	
	ПК-10. Разработка и внедрение в производство новых конструкционных материалов (в том числе композиционных), а также технологические процессы и технологии их создания.	ПК-10.1. Знать: - классификацию материалов (в том числе композиционных материалов), их свойства (физические, химические, термические), области применения в ракетно-космической технике и способы производства; - методы создания материалов, а также технологию производства и технологический процесс по их созданию; - методы испытаний и контроля качества изделий ракетной техники, изготовленных из полимеров, металлов, сплавов и композиционных материалов.	Устный опрос на лекциях; Защита лабораторной работы; Защита практической работы; Зачет
		ПК-10.2. Уметь: - использовать новые конструкционные и теплозащитные материалы, полимеры и пластмассы в производстве изделий ракетной техники; - осуществлять механическую обработку и испытания композиционных материалов, металлов и сплавов; - определять эксплуатационные свойства материалов, используемых в ракетной технике.	Устный опрос на лекциях; Защита лабораторной работы; Защита практической работы; Зачет
		ПК-10.3. Владеть: - навыками контроля выполнения требований, установленных в конструкторской документации, на изготовление и испытания систем, агрегатов, составных частей и изделий ракетной техники из композитных материалов; - методами получения информации о новейших теплозащитных и композиционных материалах, полимерах и пластмассах ракетной техники, о передовом отечественном и зарубежном опыте применения материалов в области техники и технологии ракетных комплексов; - информацией о новых кон-	Устный опрос на лекциях; Защита лабораторной работы; Защита практической работы; Зачет

		струкционных материалах и их физико-химических характеристиках.	
--	--	---	--

Описание элементов для оценивания формирования компетенций

1. Наименование: зачет

Перечень вопросов для проведения зачета:

Раздел 1. Теплопередача

1. Тепловой поток. Составляющие теплового потока к поверхности изделия.
2. Теплоемкость.
3. Унос массы и вязкая пленка расплава.
4. Тепловой эффект. Теплопередача.
5. Тепловые потоки и их расчет.
6. Энергетический баланс. Энтальпия.
7. Распределение тепловых потоков через стенку.
8. Пограничный слой. Аэродинамический нагрев.

Раздел 2. Требования, предъявляемые к ТЗМ и ТИМ

9. Понятие ТЗП. Область применения и основные требования.

Раздел 3. Классификация ТЗМ и ТИМ. Основные отличия ТЗМ и ТИМ

10. Классификация ТЗП по принципу действия.
11. Классификация ТЗП по технологии изготовления.
12. Классификация ТЗП в зависимости по виду сырья.
13. Классификация ТЗП в зависимости по принципу действия.
14. Классификация ТЗП в зависимости по способам восприятия теплового потока.

Раздел 4. Основные свойства ТЗМ и ТИМ

15. Удельная пористость материала ТЗП. Плотность материала ТЗП.
16. Вязкая пленка расплава материала ТЗП
17. Температура разрушения ТЗП. Температура рекристаллизации.
18. Теплопоглощение. Отражение тепла. Теплопроводность ТЗП
19. Кривая температур внутри слоя ТЗП. Унос массы.
20. Реологические характеристики ТЗП и их влияния на свойства ТЗП.

Раздел 5. Перспективы в области создания и применения ТЗМ и ТИМ

21. Направления развития ТЗП и ТИМ.

Раздел 6. Расчет необходимой толщины ТЗП

22. Термодинамические параметры ТЗП и их расчет.
23. Расчет необходимой толщины покрытия для предложенного материала.
24. Тепловая защита ЖРД.
25. Тепловая защита РДТТ.
26. Тепловая защита корпусов и днищ.
27. Тепловая защита наземного оборудования.

Раздел 7. Способы получения высокопористых материалов и изделий из волокнистых зернистых и порошкообразных элементов

28. Получение ТЗП вспучиванием.
29. Получение ТЗП удалением парообразователя.
30. Контактное и объемное омоноличивания. Получение высокопористых материалов и изделий из волокнистых зернистых и порошкообразных элементов.
31. Создание комбинированных структур.
32. Газообразование в ТЗП. Получение высокопористых материалов и изделий из волокнистых зернистых и порошкообразных элементов.

33. Получение высокопористых материалов и изделий из волокнистых зернистых и порошкообразных элементов. Метод неплотной упаковки;
34. Теплозащита аккумулярованием тепла. Область применения.
35. Минеральная вата, используемая при создании ТЗП
36. Сырье для минераловатного производства в производстве ТЗП.

Раздел 8. Технологии создания органических и неорганических теплозащитных и теплоизоляционных материалов

37. Основы получения силикатных расплавов в производстве ТЗП.
38. Печи для получения силикатного расплава в производстве ТЗП.
39. Особенности получения стекловолокна в производстве ТЗП.
40. Способы нанесения связующего на волокно в производстве ТЗП.
41. Способы получения текстильного волокна в производстве ТЗП.
42. Классификация изделий минерало- и стекловатного производства.
43. Технология производства мягких ДВП.
44. Торфяные ТЗП.
45. Льнокостричные плиты в производстве ТЗП.
46. Камышитовые ТЗП.
47. Виды газонаполненных пластмасс, используемые в ТЗП
48. Технология получения газонаполненных пластмасс.
49. Газо- и пенообразователи в производстве ТЗП.
50. Методы получения газонаполненных пластмасс с применением повышенного давления.
51. Сотопласты в производстве ТЗП.

Раздел 9. Методы контроля ТЗП

52. Контроль твердости в производстве ТЗП.
53. Контроль теплопроводности.
54. Контроль толщины покрытия.
55. Ультразвуковые методы контроля в производстве ТЗП.
56. Разрушающий контроль в производстве ТЗП.
57. Образцы- свидетели.
58. Определение внутренних и поверхностных дефектов;
59. Приборы и инструменты для контроля ТЗП.

Раздел 10. Перспективные направления оптимизации функциональных свойств ТЗМ и ТИМ, используемые в ракетном производстве

60. Пути повышения химической и физической стойкости, теплоемкости.

Критерии оценки:

Приведены в разделе 2.

2.Наименование: защита лабораторных работ

Варианты заданий:

Лабораторная работа №1 Определение типа ТЗП и выбор материала для заданных условий теплового нагружения.

Задание: Подобрать ТЗП для головного обтекателя баллистической ракеты.

Вопросы:

1. Удельная пористость материала ТЗП. Плотность материала ТЗП.
2. Вязкая пленка расплава материала ТЗП
3. Температура разрушения ТЗП. Температура рекристаллизации.
4. Теплопоглощение. Отражение тепла. Теплопроводность ТЗП
5. Кривая температур внутри слоя ТЗП. Унос массы.
6. Реологические характеристики ТЗП и их влияния на свойства ТЗП.

Лабораторная работа №2 Расчет толщины ТЗП на поверхности узлов ракет при заданных условиях теплового нагружения.

Задание: Рассчитать толщину ТЗП выходного раструба сопла РДТТ.

Вопросы:

1. Термодинамические параметры ТЗП и их расчет.
2. Расчет необходимой толщины покрытия для предложенного материала.
3. Тепловая защита ЖРД.
4. Тепловая защита РДТТ.
5. Тепловая защита корпусов и днищ.
6. Тепловая защита наземного оборудования.

Лабораторная работа № 3. Методы нанесения волокнистого ТЗП на поверхности узлов ракет

Задание: Подобрать метод нанесения и составить маршрутную карту нанесения волокнистого покрытия на наружные поверхности ракеты

Вопросы:

1. Получение высокопористых материалов и изделий из волокнистых зернистых и порошкообразных элементов. Метод неплотной упаковки;
2. Теплозащита аккумулярованием тепла. Область применения.
3. Минеральная вата, используемая при создании ТЗП
4. Сырье для минераловатного производства в производстве ТЗП.

Лабораторная работа № 4. Методы нанесения неорганического ТЗП на поверхности узлов ракет

Задание: Подобрать метод нанесения и составить маршрутную карту нанесения неорганического покрытия на поверхности ракеты

Вопросы:

1. Основы получения силикатных расплавов в производстве ТЗП.
2. Печи для получения силикатного расплава в производстве ТЗП.
3. Особенности получения стекловолокна в производстве ТЗП.
4. Способы нанесения связующего на волокно в производстве ТЗП.
5. Способы получения текстильного волокна в производстве ТЗП.
6. Классификация изделий минерало- и стекловатного производства.

Лабораторная работа № 5. Выбор методов контроля качества производства и нанесения на поверхности отсеков ракет ТЗП

Задание: Подобрать методы и средства контроля качества напыляемого ТЗП.

Вопросы:

1. Контроль твердости в производстве ТЗП.
2. Контроль теплопроводности.
3. Контроль толщины покрытия.
4. Ультразвуковые методы контроля в производстве ТЗП.
5. Разрушающий контроль в производстве ТЗП.
6. Образцы-свидетели.
7. Определение внутренних и поверхностных дефектов;
8. Приборы и инструменты для контроля ТЗП.

Критерии оценки:

Приведены в разделе 2.

3. Наименование: устный опрос на лекциях (в соответствии с темой предыдущей лекции)

Лекция 1. Теплопередача

1. Тепловой поток. Составляющие теплового потока к поверхности изделия.

2. Теплємкость.
3. Унос массы и вязкая пленка расплава.
4. Тепловой эффект. Теплопередача.
5. Тепловые потоки и их расчет.
6. Энергетический баланс. Энтальпия.
7. Распределение тепловых потоков через стенку.
8. Пограничный слой. Аэродинамический нагрев.

Лекция 2. Требования, предъявляемые к ТЗМ и ТИМ

1. Понятие ТЗП. Область применения и основные требования.

Лекция 3. Классификация ТЗМ и ТИМ. Основные отличия ТЗМ и ТИМ

1. Классификация ТЗП по принципу действия.
2. Классификация ТЗП по технологии изготовления.
3. Классификация ТЗП в зависимости по виду сырья.
4. Классификация ТЗП в зависимости по принципу действия.
5. Классификация ТЗП в зависимости по способам восприятия теплового потока.

Лекция 4. Основные свойства ТЗМ и ТИМ

1. Удельная пористость материала ТЗП. Плотность материала ТЗП.
2. Вязкая пленка расплава материала ТЗП
3. Температура разрушения ТЗП. Температура рекристаллизации.
4. Теплопоглощение. Отражение тепла. Теплопроводность ТЗП
5. Кривая температур внутри слоя ТЗП. Унос массы.
6. Реологические характеристики ТЗП и их влияния на свойства ТЗП.

Лекция 5. Перспективы в области создания и применения ТЗМ и ТИМ

1. Направления развития ТЗП и ТИМ.

Лекция 6. Расчет необходимой толщины ТЗП

1. Термодинамические параметры ТЗП и их расчет.
2. Расчет необходимой толщины покрытия для предложенного материала.
3. Тепловая защита ЖРД.
4. Тепловая защита РДТТ.
5. Тепловая защита корпусов и днищ.
6. Тепловая защита наземного оборудования.

Лекция 7. Способы получения высокопористых материалов и изделий из волокнистых зернистых и порошкообразных элементов

1. Получение ТЗП вспучиванием.
2. Получение ТЗП удалением парообразователя.
3. Контактное и объемное омоноличивания. Получение высокопористых материалов и изделий из волокнистых зернистых и порошкообразных элементов.
4. Создание комбинированных структур.
5. Газообразование в ТЗП. Получение высокопористых материалов и изделий из волокнистых зернистых и порошкообразных элементов.
6. Получение высокопористых материалов и изделий из волокнистых зернистых и порошкообразных элементов. Метод неплотной упаковки;
7. Теплозащита аккумулярованием тепла. Область применения.
8. Минеральная вата, используемая при создании ТЗП
9. Сырье для минераловатного производства в производстве ТЗП.

Лекция 8. Технологии создания органических и неорганических теплозащитных и теплоизоляционных материалов

1. Основы получения силикатных расплавов в производстве ТЗП.
2. Печи для получения силикатного расплава в производстве ТЗП.
3. Особенности получения стекловолокна в производстве ТЗП.
4. Способы нанесения связующего на волокно в производстве ТЗП.
5. Способы получения текстильного волокна в производстве ТЗП.

6. Классификация изделий минерало- и стекловатного производства.
7. Технология производства мягких ДВП.
8. Торфяные ТЗП.
9. Льнокостричные плиты в производстве ТЗП.
10. Камышитовые ТЗП.
11. Виды газонаполненных пластмасс, используемые в ТЗП
12. Технология получения газонаполненных пластмасс.
13. Газо- и пенообразователи в производстве ТЗП.
14. Методы получения газонаполненных пластмасс с применением повышенного давления.
15. Сотопласты в производстве ТЗП.

Лекция 9. Методы контроля ТЗП

1. Контроль твердости в производстве ТЗП.
2. Контроль теплопроводности.
3. Контроль толщины покрытия.
4. Ультразвуковые методы контроля в производстве ТЗП.
5. Разрушающий контроль в производстве ТЗП.
6. Образцы- свидетели.

7. Определение внутренних и поверхностных дефектов;

8. Приборы и инструменты для контроля ТЗП.

Лекция 10. Перспективные направления оптимизации функциональных свойств ТЗМ и ТИМ, используемые в ракетном производстве

1. Пути повышения химической и физической стойкости, теплоемкости

Критерии оценки:

Приведены в разделе 2.

4. Наименование: практические работы

Варианты заданий:

Практическая работа №1 Выбор метода изготовления ТЗП

Задание: Подобрать метод изготовления пенопластового вкладыша и разработать маршрутную карту.

Вопросы:

1. Получение ТЗП вспучиванием.
2. Получение ТЗП удалением парообразователя.
3. Контактное и объемное омоноличивания. Получение высокопористых материалов и изделий из волокнистых зернистых и порошкообразных элементов.
4. Создание комбинированных структур.
5. Газообразование в ТЗП. Получение высокопористых материалов и изделий из волокнистых зернистых и порошкообразных элементов.
6. Получение высокопористых материалов и изделий из волокнистых зернистых и порошкообразных элементов. Метод неплотной упаковки;

Практическая работа №2 Расчет толщины ТЗМ раструба сопла РДТТ

Задание: Рассчитать толщину ТЗМ раструба сопла РДТТ в трех сечениях.

Вопросы:

1. Термодинамические параметры ТЗП и их расчет.
2. Расчет необходимой толщины покрытия для предложенного материала.
3. Тепловая защита ЖРД.
4. Тепловая защита РДТТ.
5. Тепловая защита корпусов и днищ.
6. Тепловая защита наземного оборудования.

Практическая работа №3 Разработка операционной карты технологического процесса изготовления и нанесения ТЗП из порошковой композиции

Задание: Разработать операционную карту технологического процесса изготовления и нанесения ТЗП из порошковой композиции ПЭН-И

Вопросы:

1. Виды газонаполненных пластмасс, используемые в ТЗП
2. Технология получения газонаполненных пластмасс.
3. Газо- и пенообразователи в производстве ТЗП.
4. Методы получения газонаполненных пластмасс с применением повышенного давления.

Практическая работа №4 Разработка операционной карты технологического процесса изготовления и нанесения ТЗМ с органическим наполнителем

Задание: Разработать операционную карту технологического процесса изготовления и нанесения ТЗМ с использованием ДВП.

Вопросы:

1. Технология производства мягких ДВП.
2. Торфяные ТЗП.
3. Льнокоштричные плиты в производстве ТЗП.
4. Камышитовые ТЗП.

Практическая работа №5 Разработка программы контроля ТЗМ

Задание: Разработать программу контроля стеклопластикового ТЗМ

Вопросы:

1. Контроль твердости в производстве ТЗП.
2. Контроль теплопроводности.
3. Контроль толщины покрытия.
4. Ультразвуковые методы контроля в производстве ТЗП.
5. Разрушающий контроль в производстве ТЗП.
6. Образцы-свидетели.
7. Определение внутренних и поверхностных дефектов;
8. Приборы и инструменты для контроля ТЗП.

Критерии оценки:

Приведены в разделе 2.

Пример билета на зачет

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

Билет к зачету №
по дисциплине «Теплозащитные и теплоизоляционные материалы
ракет»

Вопрос 1. Основы получения силикатных расплавов в производстве ТЗП.

Вопрос 2. Разрушающий контроль в производстве ТЗП.

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.

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.

<i>Разделы дисциплины</i>	<i>Форма контроля</i>	<i>Количество баллов</i>	
		<i>min</i>	<i>max</i>
1	2	3	4
1	Устный опрос на лекциях. Ответы на вопросы билета.	2	6
2	Устный опрос на лекциях. Ответы на вопросы билета.	2	8
3	Устный опрос на лекциях. Ответы на вопросы билета.	2	6
4	Устный опрос на лекциях. Защита лабораторной работы. Защита практической работы. Ответы на вопросы билета.	4	8
5	Устный опрос на лекциях. Ответы на вопросы билета.	4	8
6	Устный опрос на лекциях. Защита лабораторной работы. Защита практической работы. Ответы на вопросы билета.	4	8
7	Устный опрос на лекциях. Защита лабораторной работы. Защита практической работы. Ответы на вопросы билета.	4	8

8	Устный опрос на лекциях. Защита лабораторной работы. Защита практической работы. Ответы на вопросы билета.	4	8
9	Устный опрос на лекциях. Защита лабораторной работы. Защита практической работы. Ответы на вопросы билета.	4	8
10	Устный опрос на лекциях. Ответы на вопросы билета.	2	6
11	Зачет	0	10
	Итого 1 семестр	32	84

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.

<i>Наименование, обозначение</i>	<i>Показатели выставления минимального количества баллов</i>
Практическая работа	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий. На защите практической работы даны правильные ответы не менее чем на 50% заданных вопросов
Лабораторная работа	Лабораторная работа выполнена в полном объеме; Представлен отчет, содержащий необходимые расчеты, выводы, оформленный в соответствии с установленными требованиями; Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом при защите лабораторной работы, даны правильные ответы не менее чем на 50% заданных вопросов
Устный опрос	Даны правильные ответы не менее чем на 50% заданных вопросов. Продемонстрированы знания основного учебно-программного материала

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

<i>Оценка</i>	<i>Набрано баллов</i>
«отлично»	70-84
«хорошо»	55-69
«удовлетворительно»	33-55
«неудовлетворительно»	менее 32

Если сумма набранных баллов менее 32 – обучающийся не допускается до промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация проводится в форме устного опроса. Время на подготовку: 40 минут.

Билет к зачету включает 2 теоретических вопроса.

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе промежуточной аттестации используются следующие критерии и шкала оценки:

<i>Оценка</i>	<i>Критерии оценки</i>
«зачтено»	Обучающийся демонстрирует знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы, умеет применять его при выполнении конкретных заданий, предусмотренных программой дисциплины
«не зачтено»	Обучающийся демонстрирует значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение