

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



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

По дисциплине: **Теплозащитные покрытия**

для специальности: 24.05.01 – Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов. Специализация – Ракеты с ракетными двигателями твердого топлива

форма обучения: очная

Общая трудоемкость дисциплины составляет: **3** зачетных единиц(ы)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		9			
Контактные занятия (всего)	<b>48</b>	48			
В том числе					
Лекции	<b>16</b>	16			
Практические занятия (ПЗ)	<b>16</b>	16			
Семинары (С)					
Лабораторные работы (ЛР)	<b>16</b>	16			
Самостоятельная работа (всего)	<b>60</b>	60			
В том числе					
Курсовой проект (работа)					
Расчетно-графические работы					
Реферат					
Другие виды самостоятельной работы					
Вид промежуточной аттестации: зачет					
Общая трудоемкость	часы	<b>108</b>	108		
	з.е.	<b>3</b>	3		




Кафедра «Ракетостроение»

Составитель: Уразбахтин Федор Асхатович, доктор технических наук, профессор


Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов» (уровень специалитета) № 1517 от 01.12.2016 (ред. от 13.07.2017) и утверждена на заседании кафедры.

Протокол от 24 августа, 2018 г. №1

Заведующий кафедрой «Ракетостроение»  /Ф.А.Уразбахтин  
25.08. 2018 г.

### СОГЛАСОВАНО

Председатель учебно-методической комиссии по УГСН «24.05.01 – «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов (уровень специалитета)», специализация – Ракеты с ракетными двигателями твердого топлива»

 Уразбахтин Ф.А.  
27.08.2018 г.

Количество часов рабочей программы соответствует количеству часов рабочего учебного плана по специальности 24.05.01 – Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов, специализация – Ракеты с ракетными двигателями твердого топлива

Ведущий специалист учебной части  
ВФ ФГБОУ имени М.Т. Калашникова

 Соловьева Л.Н.  
27.08 2018 г.

Аннотация к дисциплине **Теплозащитные покрытия**

<b>Название дисциплины</b>		<b>ТЕПЛОЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ</b>					
<b>Номер</b>		<b>83</b>	<i>Академический год</i>		<b>2018/2019</b>	<i>семестр</i>	<b>9</b>
<b>кафедра</b>		Ракето-строение	<i>Программа</i>	24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов», специализация «Ракеты с ракетными двигателями твердого топлива»			
<b>Составитель</b>		Харинова Ю.Ю., к.т.н., доцент					
<b>Цели и задачи дисциплины, основные темы</b>		<p><b>Целью</b> преподавания дисциплины является ознакомление студентов с состоянием и основами производства и эксплуатации теплозащитных покрытий (ТЗП) в жизненном цикле ракет, а также с основами технологии нанесения покрытий на поверхности ракет, механизмами теплозащиты различных частей ракеты и методов их расчета.</p> <p><b>Задачи:</b> формирование у студентов знаний, умений, навыков и компетенций в области создания специальных материалов в ракетной технике; приобретение теоретических знаний по производству и применению теплозащитных покрытий; овладение основами современных методов расчета режимов нанесения теплозащитных покрытий на поверхности частей ракет; привитие устойчивых навыков проектных расчетов параметров теплозащитных покрытий по баллистическим характеристикам полета ракеты.</p> <p><b>Знания:</b> основных видов и типов теплозащитных покрытий и их свойства; основных понятий о методах производства теплозащитных покрытий и материалов; области применения различных типов покрытий; методов расчета необходимой толщины покрытия на поверхности ракет и в камерах ракетных двигателей;</p> <p><b>Умения:</b> выбирать состав теплозащитного покрытия для заданного режима теплового нагружения; находить оптимальный режим нанесения теплозащитного покрытия на поверхности отсеков ракет; рассчитывать необходимую толщину покрытия для защиты конструкции от теплового воздействия.</p> <p><b>Навыки:</b> использования технологических приемов и методов производства теплозащитных материалов; применения способов нанесения теплозащитных покрытий на поверхности отсеков ракет; применения методик расчета параметров теплозащитных покрытий по баллистическим характеристикам ракет.</p> <p><b>Лекции (основные темы):</b> Теплопередача. Требования, предъявляемые к ТЗП. Классификация. Основные свойства ТЗП. Перспективы в области создания и применения ТЗП. Расчет необходимой толщины ТЗП. Способы получения высокопористых материалов и изделий из волокнистых зернистых и порошкообразных элементов. Технологии создания органических и неорганических теплозащитных материалов. Методы контроля ТЗП. Перспективные направления оптимизации функциональных свойств ТЗП, используемые в ракетном производстве.</p> <p><b>Практические занятия:</b> Выбор методов контроля качества производства и нанесения на поверхности отсеков ракет ТЗП. Выбор метода изготовления ТЗП. Составление маршрутной карты технологического процесса изготовления и нанесения ТЗП. Разработка операционной карты технологического процесса изготовления и нанесения ТЗП. Перспективные материалы и методы оптимизации параметров ТЗП. Рекламационная работа.</p> <p><b>Лабораторные работы:</b> Теплопередача. Требования, предъявляемые к ТЗП. Методы нанесения ТЗП на поверхности узлов ракет. Определение типа ТЗП и выбор материала для заданных условий теплового нагружения. Расчет толщины ТЗП на поверхности узлов ракет при заданных условиях теплового нагружения. Выбор методов контроля качества производства и нанесения на поверхности отсеков ракет ТЗП.</p>					
<b>Основная литература</b>		1. Термостойкие композиционные материалы и их применение в многообразных объектах ракетно-космической техники [Электронный ресурс] : учебное пособие / С. В. Резник, К. В. Михайловский, С. О. — Электрон. текстовые данные. — М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2011. — 58 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/31288.html">http://www.iprbookshop.ru/31288.html</a> . 2. Легкие баллистические материалы [Электронный ресурс]: учебное пособие /. — Электрон. текстовые данные. — М.: Техносфера, 2011. — 392 с. — 978-5-94836-163-5. — Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/12726.html">http://www.iprbookshop.ru/12726.html</a> .					
<b>Технические средства</b>		стандартно оборудованная лекционная аудитория, компьютерный класс					
<b>Компетенции</b>		<b>Приобретаются студентами при освоении дисциплины</b>					
<b>Общекультурные</b>		-					
<b>Профессиональные</b>		<b>ПК-16.</b> Способность разрабатывать и внедрять в производство с использованием нанотехнологий новые конструкционные материалы (в том числе композиционные) и технологические процессы, а также технологий по созданию микроэлектромеханических систем. <b>ПК-34.</b> Способность давать рекомендации и технические предложения по совершенствованию конструкций узлов, агрегатов и всего изделия в целом. <b>ПСК-5.3.</b> Способность учитывать особенности конструкции твердотопливных ракет, зарядов твердого топлива при хранении, транспортировке, запуске и других случаях эксплуатации ракет с РДТТ.					
<b>Зачетных единиц</b>	<b>3</b>	<b>Форма проведения занятий</b>	<b>Лекции</b>	<b>Практические занятия</b>	<b>Лабораторные работы</b>	<b>Самостоятельная работа</b>	
		<b>Всего часов</b>	16	16	16	60	
<b>Виды контроля</b>	<b>Диф.зач /зач/экз</b>	<b>КП/КР</b>	<b>Условие зачета дисциплины</b>	Получение оценки «зачтено»	<b>Форма проведения самостоятельной работы</b>	Подготовка к лекциям и практическим занятиям, зачету	
<b>формы</b>	зач	нет					
<b>Перечень дисциплин, знание которых необходимо для изучения дисциплин</b>		Математический анализ, Обыкновенные дифференциальные уравнения; Физика; Химия; Математическая обработка эксперимента; Термодинамика и теплопередача; Материаловедение; Основы устройства ракет; конструирование летательных аппаратов.					

## 1. Цели и задачи дисциплины

**Целями** освоения дисциплины (модуля) являются:

1. Ознакомление студентов с состоянием и основами производства и эксплуатации теплозащитных покрытий (ТЗП) в жизненном цикле ракет;
2. Ознакомление студентов с основами технологии нанесения покрытий на поверхности ракет, механизмами теплозащиты различных частей ракеты;
3. Обучение навыкам обоснованного выбора вида ТЗП и расчета его необходимой толщины для типовых случаев теплового нагружения.

**Задачами** освоения дисциплины (модуля) являются:

- формирование у студентов знаний, умений, навыков и компетенций в области создания специальных материалов в ракетной технике;
- приобретение теоретических знаний по производству и применению теплозащитных покрытий;
- овладение основами современных методов расчета режимов нанесения теплозащитных покрытий на поверхности частей ракет;
- привитие устойчивых навыков проектных расчетов параметров теплозащитных покрытий по баллистическим характеристикам полета ракеты.

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:**

- основные виды и типы теплозащитных покрытий и их свойства;
- основные понятия о методах производства теплозащитных покрытий и материалов;
- области применения различных типов покрытий;
- методы расчета необходимой толщины покрытия на поверхности ракет и в камерах ракетных двигателей;

**уметь:**

- выбирать состав теплозащитного покрытия для заданного режима теплового нагружения;
- находить оптимальный режим нанесения теплозащитного покрытия на поверхности отсеков ракет;
- вести рекламационную работу с эксплуатационными службами ракетно-космического комплекса и предприятиями-разработчиками;
- организовывать работу коллектива исполнителей;
- рассчитывать необходимую толщину покрытия для защиты конструкции от теплового воздействия;

**владеть:**

- технологическими приемами и методами производства теплозащитных материалов;
- способами нанесения теплозащитных покрытий на поверхности отсеков ракет;
- методиками расчета параметров теплозащитных покрытий по баллистическим характеристикам ракет.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП ВО:

**2.1.** Дисциплина относится к базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)» ООП ВО.

**2.2.** Изучение дисциплины (модуля) базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин (модулей) и практик: математический анализ, обыкновенные дифференциальные уравнения; физика; химия; математическая обработка эксперимента; термодинамика и теплопередача; материаловедение; основы устройства ракет; конструирование летательных аппаратов.

## 2.3. Для изучения дисциплины студент должен:

### **знать:**

- математический анализ (понятия производной и интеграла, основные теоремы);
- обыкновенные дифференциальные уравнения (дифференциальное и интегральное исчисления, способы решения уравнений);
- высшую математику (численные методы и методы математического программирования);
- физику (физические основы механики, законы сохранения);
- введение в специальную технику (основные законы и понятия ракетно-космической техники, условия полета летательного аппарата, окружающая среда и ее воздействие на летательный аппарат);
- химию (органические соединения);
- математическую обработку эксперимента (методы обработки данных эксперимента);
- термодинамику и теплопередачу (теплофизические характеристики передачи, методы теплообмена);
- материаловедение (полимерные материалы и стеклопластики);
- основы устройства ракет (основные части ракеты, аэродинамических нагрев поверхностей ракеты);
- конструирование летательных аппаратов (конструкции головных частей, корпусов и отсеков ракеты, ракетный двигатель);

### **уметь:**

- находить производные одной и нескольких переменных;
- вычислять интегралы;
- решать обыкновенные дифференциальные уравнения различных видов и уравнения в частных производных;
- составлять алгоритмы, модели и программы для вычислительной техники решения задач;
- использовать законы, методы и подходы механики для решения прикладных задач;
- решать задачи по определению основных физических параметров;
- проводить статистическую обработку данных экспериментов
- использовать методики расчета при теплообмене;
- выбирать полимеры и стеклопластики по заданным характеристикам
- отстаивать гражданскую и патриотическую позицию, направленную на любовь к отечеству;
- проявлять настойчивость в преодолении трудностей и познании полета летательных аппаратов;
- проводить математическое моделирование процессов при движении ракеты по траектории;

### **владеть:**

- методами дифференцирования и интегрирования функций одной и нескольких переменных;
- методами исследования функций;
- методами решения обыкновенных дифференциальных уравнений первого и высшего порядков, а также дифференциальных уравнений в частных производных;
- владеть методами проведения теплового расчета и теплообмена
- методами составления программ для решения задач на ЭВМ;
- методами составления и решения задач, описывающих механические процессы;
- приемами получения информации в среде Интернет и самостоятельной работы с литературными источниками;
- основами умственного труда (запоминать, анализировать, оценивать).

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины:

### 3.1 Знания, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

№	Знания
---	--------

п/п	
1.	Основные виды и типы теплозащитных покрытий и их свойства.
2.	Основные понятия о методах производства теплозащитных покрытий и материалов.
3.	Области применения различных типов покрытий.
4.	Методы расчета необходимой толщины покрытия на поверхности ракет и в камерах ракетных двигателей.

### 3.2 Умения, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

№ п/п	Умения
1.	Выбирать состав теплозащитного покрытия для заданного режима теплового нагружения.
2.	Находить оптимальный режим нанесения теплозащитного покрытия на поверхности отсеков ракет.
3.	Вести рекламационную работу с эксплуатационными службами ракетно-космического комплекса и предприятиями-разработчиками.
4.	Организовывать работу коллектива исполнителей.
5.	Рассчитывать необходимую толщину покрытия для защиты конструкции от теплового воздействия.

### 3.3 Навыки, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

№ п/п	Навыки
1.	Технологических приемов и методов производства теплозащитных материалов.
2.	Способов нанесения теплозащитных покрытий на поверхности отсеков ракет.
3.	Методик расчета параметров теплозащитных покрытий по баллистическим характеристикам ракет.

### 3.4 Компетенции, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

№ п/п	Код и наименование компетенции	Знания (№№ из п.3.1)	Умения (№№ из п.3.2)	Навыки (№№ из п.3.3)
1.	<b>ПК-16.</b> Способность разрабатывать и внедрять в производство с использованием нанотехнологий новые конструкционные материалы (в том числе композиционные) и технологические процессы, а также технологий по созданию микроэлектромеханических систем.	1	1	1
2.	<b>ПК-34.</b> Способность давать рекомендации и технические предложения по совершенствованию конструкций узлов, агрегатов и всего изделия в целом.	2,3	2,4,5	2
3.	<b>ПСК-5.3.</b> Способность учитывать особенности конструкции твердотопливных ракет, зарядов твердого топлива при хранении, транспортировке, запуске и других случаях эксплуатации ракет с РДТТ.	4	3	3

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### 4.1. Разделы дисциплин и виды занятий (очная форма обучения)

Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды контактной работы, самостоятельная работа студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Л	ПЗ	ЛР	СРС	
1. Теплопередача. Требования, предъявляемые к ТЗП.	9	1	1	1	1	6	
2. Классификация ТЗП.	9	2 3	2	2	2	6	
3. Основные свойства ТЗП	9	4 5	2	2	2	6	
4. Перспективы в области создания и применения ТЗП	9	6	2	2	2	6	
5. Расчет необходимой толщины ТЗП	9	7	2	2	2	8	
6. Способы получения высокопористых материалов и изделий из волокнистых зернистых и порошкообразных элементов	9	8 9	2 2	2 2	2 2	8	Контрольная работа 1 1 аттестация на (8неделя)
7. Технологии создания органических и неорганических теплозащитных материалов	9	10 11 12	2	2	2	8	
8. Методы контроля ТЗП	9	13 14	2	2	2	6	
9. Перспективные направления оптимизации функциональных свойств ТЗП, используемые в ракетном производстве	9	15 16	1	1	1	6	Контрольная работа 2 2 аттестация (16 неделя) Вопросы к зачету
<b>ВСЕГО</b>			<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>60</b>	

##### 4.2. Содержание разделов курса

№ п/п	Раздел дисциплины	Знания (номер из 3.1)	Умения (номер из 3.2)	Навыки (номер из 3.3)
1.	<b>Теплопередача. Требования, предъявляемые к ТЗП.</b> Основные положения: тепловой эффект; тепловые потоки и их расчет; энергетический баланс; энтальпия; теплопередача, распределение тепловых потоков через стенку; аэродинамический нагрев; пограничный слой. Назначение ТЗП и требования к ним.	4 1	2 1	3 1
2.	<b>Классификация ТЗП.</b> Классификация ТЗП по виду сырья, по принципу действия, по технологическим способам изготовления, по способам восприятия теплового потока.	2	1	1,2



3.	<b>Основные свойства ТЗП.</b> Свойства различных типов ТЗП: удельная пористость материала; плотность материала; температуры разрушения и рекристаллизации; теплопоглощение, теплопроводность. Вязкая пленка расплава. Отражение тепла. Кривая температур внутри слоя ТЗП. Унос массы.	3	1	2
4.	<b>Перспективы в области создания и применения ТЗП.</b> Перспективные материалы и технологические методы производства. Применение новейших технологий при производстве ТЗП.	1,3	1,2	1,2
5.	<b>Расчет необходимой толщины ТЗП.</b> Методы расчёта толщины ТЗП. Допущения при расчете. Основные соотношения. Тепловая защита ЖРД. Тепловая защита РДТТ. Тепловая защита корпусов и днищ.	4 4 4 4	3 3 3 3	3 3 3 3
6.	<b>Способы получения высокопористых материалов и изделий из волокнистых зернистых и порошкообразных элементов.</b> Технология производства мягких ДВП. Торфяные ТЗП. Льнокостричные плиты. Камышитовые ТЗП. Виды газонаполненных пластмасс.	1,2 1,3	2 1	1,2 1
7.	<b>Технологии создания органических и неорганических теплозащитных материалов</b> Технология получения газонаполненных пластмасс. Газо- и пенообразователи. Методы получения газонаполненных пластмасс с применением повышенного давления. Методы получения газонаполненных пластмасс без применения повышенного давления. Сотопласты.	2	2	1
8.	<b>Методы контроля ТЗП</b> Применяемое оборудование и инструмент. Техника контроля. Контролируемые параметры. Виды контроля: твердости, теплопроводности, толщины покрытия. УЗ методы контроля. Разрушающий контроль. Образцы-свидетели.	2 2 2	2 2 2	2 2 2
9.	<b>Перспективные направления оптимизации функциональных свойств ТЗП, используемые в ракетном производстве</b> Методы оптимизации; научные разработки. Минеральная вата. Сырье для минераловатного производства. Основы получения силикатных расплавов. Печи для получения силикатного расплава. Особенности получения стекловолкна. Способы нанесения связующего на волокно. Способы получения текстильного волокна.	4 2	1 1 4	3 3 2

Классификация изделий минерало- и стекловатного производства. Рекламационная работа	1	5	2
---	---	---	---

#### 4.3. Наименование тем лабораторных работ, их содержание и объем в часах

№п/п	Номер раздела дисциплины	Наименование темы лабораторной работы и ее содержание	Трудоемкость (час.)
1	1	Теплопередача. Требования, предъявляемые к ТЗП.	2
2	4	Методы нанесения ТЗП на поверхности узлов ракет.	3
3	2	Определение типа ТЗП и выбор материала для заданных условий теплового нагружения.	4
4	5	Расчет толщины ТЗП на поверхности узлов ракет при заданных условиях теплового нагружения.	3
5	8	Выбор методов контроля качества производства и нанесения на поверхности отсеков ракет ТЗП.	4
<b>Всего:</b>			<b>16</b>

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

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Наименование темы практического занятия и его содержание	Трудоемкость (час.)
1	3	Выбор метода изготовления ТЗП.	4
2	6	Составление маршрутной карты технологического процесса изготовления и нанесения ТЗП.	4
3	7	Разработка операционной карты технологического процесса изготовления и нанесения ТЗП.	6
4	9	Перспективные материалы и методы оптимизации параметров ТЗП. Рекламационная работа.	2
<b>Всего:</b>			<b>16</b>

### 5. Содержание самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

#### 5.1. Содержание самостоятельной работы

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование тем	Трудоемкость (час)
1	1	Распределение тепловых потоков через стенку.	4
2	1	Пограничный слой. Аэродинамический нагрев.	4
3	2	Понятие ТЗП. Область применения и основные требования.	4
4	3	Классификации ТЗП.	3
5	3	Исследование вязкой пленки расплава материала ТЗП.	3
6	1	Разрушение ТЗП. Температура рекристаллизации.	4
7	2	Теплопроводность ТЗП. Теплопоглощение.	3
8	4	Реологические характеристики ТЗП и их влияния на свойства ТЗП.	4
9	6	Получение ТЗП вспучиванием.	3
10	7	Получение ТЗП удалением парообразователя.	3
11		Получение высокопористых материалов и изделий из	4

		волокнистых зернистых и порошкообразных элементов.	
12	2	Термодинамические параметры ТЗП и их расчет.	4
13	5	Газообразование в ТЗП.	4
14	1	Тепловая защита РДТТ.	3
15	2	Радиационная теплозащита	3
16	9	Ультразвуковые методы контроля в производстве ТЗП.	4
17	8	Способы получения высокопористых материалов и изделий из волокнистых, зернистых и порошкообразных элементов.	3
	<b>Всего</b>		<b>60</b>

**5.2.** Оценочные средства, используемые для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по итогам освоения дисциплины, их виды и формы, требования к ним и шкалы оценивания приведены в приложении к рабочей программе дисциплины «Фонд оценочных средств по дисциплине «Теплозащитные покрытия», которое оформляется в виде отдельного документа.

#### **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:**

##### **а) основная литература**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование книги</b>	<b>Год издания</b>
1	Резник, С. В. Термостойкие композиционные материалы и их применение в многоразовых объектах ракетно-космической техники [Электронный ресурс] : учебное пособие / С. В. Резник, К. В. Михайловский, С. О. Юрченко ; под ред. С. В. Резник. — Электрон. текстовые данные. — М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2011. — 58 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/31288.html">http://www.iprbookshop.ru/31288.html</a>	2009
2	Легкие баллистические материалы [Электронный ресурс]: учебное пособие /. — Электрон. текстовые данные. — М.: Техносфера, 2011. — 392 с. — 978-5-94836-163-5. — Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/12726.html">http://www.iprbookshop.ru/12726.html</a> .	2011

##### **б) дополнительная литература**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование книги</b>	<b>Год издания</b>
1	Композитные материалы [Электронный ресурс] / Б. А. Люкшин. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 102 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/14014.html">http://www.iprbookshop.ru/14014.html</a> .	
2	Абзалилова Л.Р. Традиционные и инновационные материалы в промышленности синтетических каучуков в России и мире [Электронный ресурс]: учебное пособие. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2013.-146 с. - 978-5-7882-1390-3. - Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/63510.html">http://www.iprbookshop.ru/63510.html</a> .	2013

##### **в) Программное обеспечение:**

1. OpenOffice.

2. Компас -3D. LT V12.

3. SMathStudio.

**г) методические указания:**

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

2. Михайлин Ю. А. Волокнистые полимерные композиционные материалы в технике [Электронный ресурс]. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Научные основы и технологии, 2013. -720 с. — 978-5-91703-037-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/46807.html>

**8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

№ п/п	Наименование оборудования учебных кабинетов, объектов для проведения занятий с перечнем основного оборудования
1.	Аудитория №314. Учебная мультимедийная аудитория. Оборудование: парты, стол преподавателя, доска аудиторная, проектор, компьютер.
2.	Аудитория №219. Именная лаборатория конструирования и проектирования ракет АО «Воткинский завод». Оборудование: парты, стол преподавателя, доска аудиторная. Ноутбук. Компьютеры - 13 шт. Телевизор. Стенд (наглядное пособие).
3.	Аудитория №318. Лаборатория основ ракетной техники. Оборудование: парты, стол преподавателя, доска аудиторная. Компьютер. Питатели ракеты 8К14 – 4 шт. Вольфрамовые рули управления потоком. Стабилизатор ракеты. Макет топливного газогенератора. Руль машинка. Электронные блоки ракет. Шар баллон (аккумулятор) газогенератора. Заглушка топливной системы ЖРД.
4.	Аудитория для самостоятельной работы обучающегося - читальный зал Воткинского филиала ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

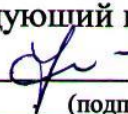
**ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ  
НА УЧЕБНЫЙ ГОД**

Рабочая программа дисциплины утверждена на ведение учебного процесса в учебном году

Учебный год	«Согласовано»: заведующий кафедрой, ответственной за РПД (подпись, дата)
2018-2019	Изменений нет <i>У</i> - Уразбахтин Ф.Ф. 25.08.2018 г.
2019-2020	Изменений нет <i>У</i> - Уразбахтин Ф.Ф. 26.08, 2019 г.
2020-2021	
2021-2022	
2022-2023	
2023-2024	
2024-2025	

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное федеральное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова»  
(ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»)  
Воткинский филиал  
Кафедра «Ракетостроение»  
(наименование кафедры)

	УТВЕРЖДЕН на заседании кафедры «24» августа 2018 г., протокол № 1 Заведующий кафедрой  Уразбахтин Ф.А. (подпись)
--	---

**ФОНД  
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

**«ТЕПЛОЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ»**

(наименование дисциплины)

**24.05.01 «ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ РАКЕТ  
И РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ»**

(шифр и наименование направления/специальности наименование дисциплины)

**СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ «РАКЕТЫ С РАКЕТНЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА»**

(наименование профиля/специализации/магистерской программы)

Специалист

Квалификация (степень) выпускника

Воткинск  
2018

**Паспорт  
фонда оценочных средств  
по дисциплине**

**«ТЕПЛОЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ»**

(наименование дисциплины)

№	Контролируемые разделы (темы) дисциплины *	Код контролируемой компетенции или ее части	Наименование оценочного средства
1	Теплопередача. Требования, предъявляемые к ТЗП	ПК-16, ПК-34, ПСК-5.3.	
2	Классификация ТЗП по различным признакам	ПК-16, ПК-34, ПСК-5.3.	
3	Основные свойства ТЗП	ПК-16, ПК-34, ПСК-5.3.	
4	Перспективы в области создания и применения ТЗП	ПК-16, ПК-34, ПСК-5.3.	
5	Расчет необходимой толщины ТЗП	ПК-16, ПК-34, ПСК-5.3.	
6	Способы получения высокопористых материалов и изделий из волокнистых зернистых и порошкообразных элементов	ПК-16, ПК-34, ПСК-5.3.	Собеседование по вопросам по лекционному материалу
7	Технологии создания органических и неорганических теплозащитных материалов	ПК-16, ПК-34, ПСК-5.3.	Темы для самостоятельной работы
8	Методы контроля ТЗП	ПК-16, ПК-34, ПСК-5.3.	
9	Перспективные направления оптимизации функциональных свойств ТЗП, используемые в ракетном производстве	ПК-16, ПК-34, ПСК-5.3.	Собеседование по вопросам по лекционному материалу

\* Наименование темы (раздела) или тем (разделов) берется из рабочей программы дисциплины.

### 1. Зачетно-экзаменационные материалы.

#### Перечень контрольных вопросов для проведения экзамена и проверки остаточных знаний

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.
9. Понятие ТЗП. Область применения и основные требования.
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.
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.
21. Получение ТЗП вспучиванием.
22. Получение ТЗП удалением парообразователя.
23. Контактное и объемное омоноличивания. Получение высокопористых материалов и изделий из волокнистых зернистых и порошкообразных элементов.
24. Создание комбинированных структур.
25. Газообразование в ТЗП. Получение высокопористых материалов и изделий из волокнистых зернистых и порошкообразных элементов.
26. Термодинамические параметры ТЗП и их расчет.
27. Расчет необходимой толщины покрытия для предложенного материала.
28. Тепловая защита ЖРД.
29. Тепловая защита РДТТ.
30. Тепловая защита корпусов и днищ.
31. Тепловая защита наземного оборудования.
  
32. Получение высокопористых материалов и изделий из волокнистых зернистых и порошкообразных элементов. Метод неплотной упаковки;
33. Теплозащита аккумулярованием тепла. Область применения.
34. Радиационная теплозащита. Область применения.
35. Минеральная вата, используемая при создании ТЗП
36. Сырье для минераловатного производства в производстве ТЗП.
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.
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.
60. Пенопласты и полистиролы в производстве ТЗП.
61. Механизм образования пор. Влияние пористости на свойства ТЗП.
62. Способы получения высокопористых материалов и изделий из волокнистых зернистых и порошкообразных элементов.
63. Метод вспучивания при получении высокопористых материалов и изделий из волокнистых зернистых и порошкообразных элементов.



64. Метод удаления парообразователя при получении высокопористых материалов и изделий из волокнистых зернистых и порошкообразных элементов.

## 2. Комплекты оценочных средств

### 2.1. Вопросы к собеседованию по лекционному материалу на темы:

«Теплопередача. Требования, предъявляемые к ТЗП. Выбор метода изготовления ТЗП. Определение типа ТЗП и выбор материала для заданных условий теплового нагружения. Методы нанесения ТЗП на поверхности узлов ракет»:

- унос массы и вязкая пленка расплава;
- тепловой эффект. Теплопередача;
- тепловые потоки и их расчет;
- энергетический баланс. Энтальпия;
- распределение тепловых потоков через стенку;
- понятие ТЗП. Область применения и основные требования;
- классификация ТЗП по принципу действия;
- классификация ТЗП по технологии изготовления;
- удельная пористость материала ТЗП. Плотность материала ТЗП;
- вязкая пленка расплава материала ТЗП;
- температура разрушения ТЗП. Температура рекристаллизации;
- теплопоглощение. Отражение тепла. Теплопроводность ТЗП;
- кривая температур внутри слоя ТЗП. Унос массы.

На собеседовании задается три вопроса. Критерии формирования оценок по результатам собеседования:

- «**неудовлетворительно**» - обучающийся не ответил правильно ни на один вопрос;
- «**удовлетворительно**» - обучающийся развернуто и правильно ответил на один вопрос;
- «**хорошо**» - обучающийся развернуто и правильно ответил на два вопроса;
- «**отлично**» - обучающийся развернуто и правильно ответил на три вопроса.

### 2.2. Вопросы к собеседованию по лекционному материалу на темы:

«Расчет толщины ТЗП на поверхности узлов ракет при заданных условиях теплового нагружения. Выбор методов контроля качества производства и нанесения на поверхности отсеков ракет ТЗП. Перспективные материалы и методы оптимизации параметров ТЗП»:

- получение ТЗП вспучиванием;
- получение ТЗП удалением парообразователя;
- контактное и объемное омоноличивания;
- получение высокопористых материалов и изделий из волокнистых зернистых и порошкообразных элементов;
- газообразование в ТЗП;
- получение высокопористых материалов и изделий из волокнистых зернистых и порошкообразных элементов;
- термодинамические параметры ТЗП и их расчет;
- расчет необходимой толщины покрытия для предложенного материала;
- тепловая защита ракетных двигателей;
- тепловая защита корпусов и днищ;
- радиационная теплозащита. Область применения;
- способы нанесения связующего на волокно в производстве ТЗП;
- способы получения текстильного волокна в производстве ТЗП;
- методы получения газонаполненных пластмасс с применением повышенного давления;
- контроль твердости в производстве ТЗП;
- контроль толщины покрытия;
- ультразвуковые методы контроля в производстве ТЗП;
- разрушающий контроль в производстве ТЗП.
- образцы- свидетели. Определение внутренних и поверхностных дефектов;

- приборы и инструменты для контроля ТЗП;
- пенопласты и полистиролы в производстве ТЗП;
- способы получения высокопористых материалов и изделий из волокнистых зернистых и порошкообразных элементов;
- метод вспучивания при получении высокопористых материалов и изделий из волокнистых зернистых и порошкообразных элементов;
- метод удаления парообразователя при получении высокопористых материалов и изделий из волокнистых зернистых и порошкообразных элементов.

На собеседовании задается три вопроса. Критерии формирования оценок по результатам собеседования:

- «неудовлетворительно» - обучающийся не ответил правильно ни на один вопрос;
- «удовлетворительно» - обучающийся развернуто и правильно ответил на один вопрос;
- «хорошо» - обучающийся развернуто и правильно ответил на два вопроса;
- «отлично» - обучающийся развернуто и правильно ответил на три вопроса.

### 3. Темы для самостоятельной работы.

**Варианты заданий для самостоятельной работы: поиск материалов для написания реферата по теме:**

№	Контролируемые разделы (темы) дисциплины
1	Составление маршрутной карты технологического процесса изготовления и нанесения ТЗП
2	Разработка операционной карты технологического процесса изготовления и нанесения ТЗП

### 4. Критерии оценок на зачете.

К зачету допускается студент:

- имеющий конспект 100% лекций;
- получивший положительную оценку по выполненным практическим работам;
- написавший и защитивший реферат.

На зачете студент должен письменно ответить на тестовые вопросы зачетного билета.

Критерии оценок:

- «неудовлетворительно» - обучающийся не ответил правильно ни на один вопрос;
- «удовлетворительно» - обучающийся правильно ответил на один вопрос;
- «хорошо» - обучающийся развернуто и правильно ответил на один вопрос и правильно с подсказками ответил на другой вопрос;
- «отлично» - обучающийся развернуто и правильно ответил на два вопроса и дал правильные ответы на дополнительные вопросы.

### 5. Методика организации текущего контроля

Вид обучения	Номер контрольной точки (КТ)	Темы лекций, практические занятия, лабораторные работы рабочей программы, подлежащие контролю (номер из 4.1)									Форма и методы контроля КТ	Номер раздела РП с примерными заданиями	Максимальный балл по каждой форме контроля
		1	2	3	4	5	6	7	8	9			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Лекции	1А	*	*	*	*	*					Письменно конт. раб.1	6.1	30
	2А						*	*	*	*			

Вид обучения	Номер контрольной точки (КТ)	Темы лекций, практические занятия, лабораторные работы рабочей программы, подлежащие контролю (номер из 4.1)									Форма и методы контроля КТ	Номер раздела РП с примерными заданиями	Максимальный балл по каждой форме контроля
		1	2	3	4	5	6	7	8	9			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	3А	*	*	*	*	*	*	*	*	*	Устно доп. вопросы	6.2	5
Практические занятия (семинары)	1А	*	*	*	*	*					Работа на занятии Устно доп. вопросы	6.1	5
	2А						*	*	*	*	Работа на занятии Устно доп. вопросы	6.2	5
	3А	*	*	*	*	*	*	*	*	*	Устно доп. вопросы	6.2	5
Лабораторные занятия	1А												
	2А												
	3А												
Самостоятельная работа	1А										Задания к темам лекций и практическим занятиям	4.1	5
	2А										Задания к темам лекций и практическим занятиям	4.1	5
Посещение занятий	1А	*	*	*	*	*						-	5
	2А						*	*	*	*		-	5
Экзамен	В конце семестра	*	*	*	*	*	*	*	*	*	Собеседование	6.2	20
<b>Всего баллов</b>												<b>90/110</b>	

Обозначения, используемые в таблице:

1А, 2А, 3А– 1, 2, 3 контрольная точка (аттестация)