

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_  
 (подпись) ФИО  
 «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕРМОСТОЙКИЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Направление/специальность подготовки	24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика
Специализация/профиль/программа подготовки	Композиты и покрытия в ракетно-космической технике
Уровень высшего образования	Магистратура
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А2 ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А2 ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
6	11	4	144	68	51	0	17	76	0	0	76	ЭКЗ.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

**24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика**

год набора группы: 2025

Программу составил:

Кафедра А2 ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И \_\_\_\_\_  
ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ  
Нилов Алексей Сергеевич, к.т.н., доцент, доцент

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **А2 ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И  
ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ**

Заведующий кафедрой Андриюшкин А.Ю., к.т.н., доц. \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**А2 ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-  
КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ**

Заведующий кафедрой Андриюшкин А.Ю., к.т.н., доц. \_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕРМОСТОЙКИЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

## **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-5 — Способен использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники, включая управление проектами создания новых образцов техники и утилизации устаревших

ПК-5.3 — Способен проводить технические расчёты для оценки влияния структуры композиционного материала конструкции авиационно-космической техники на функционально-эксплуатационные характеристики изделия

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ОПК-5**

*знания:*

методик и рациональных приемов изготовления изделий ракетно-космической техники из высокотемпературных композиционных материалов;

*умения:*

разрабатывать и оформлять техническую документацию на изделия ракетно-космической техники из высокотемпературных композиционных материалов;

*навыки:*

применять технологии изготовления изделий ракетно-космической техники из высокотемпературных композиционных материалов.

### **ПК-5.3**

*знания:*

методик и рациональных приемов изготовления изделий ракетно-космической техники из высокотемпературных композиционных материалов;

*умения:*

разрабатывать и оформлять техническую документацию на изделия ракетно-космической техники из высокотемпературных композиционных материалов;

*навыки:*

применять технологии изготовления изделий ракетно-космической техники из высокотемпературных композиционных материалов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТЕРМОСТОЙКИЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **МЕХАНИКА КОМПОЗИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ, МОРФОЛОГИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ИСПЫТАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПОЛИМЕРНЫЕ МАТРИЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОМПОЗИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМПОЗИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ, ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ ПРАКТИКА.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте
- ОПК-2 — Способен ставить и решать задачи по проектированию, конструированию, производству, испытанию и эксплуатации объектов профессиональной деятельности при использовании современных информационных технологий
- ОПК-5 — Способен использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники, включая управление проектами создания новых образцов техники и утилизации устаревших
- ОПК-6 — Способен анализировать, систематизировать и обобщать информацию о современном состоянии и перспективах развития ракетно-космической техники
- ПК-5.2 — Способен проводить расчеты узлов и элементов конструкции ракетно-космической техники, выполненных из композиционных материалов с использованием современных численных методов для оценки влияния характерных нагрузок на работу изделия, в процессе его жизненного цикла
- ПК-5.4 — Способен организовать подготовку предложения и проведение работ по освоению и внедрению технологических процессов и новых композиционных материалов, а также программных продуктов технологического назначения для обеспечения оптимальных характеристик изделий авиационно-космической техники
- ПК-5.5 — Способен организовать проведение экспериментальной отработки изделий авиационно-космической техники, выполненной из композиционных материалов (статические, динамические и тепловые испытания) с учетом знания последовательности и содержания основных этапов испытания, методов и средств измерения и диагностики изделий авиационно-космической техники, выполненных из композиционных материалов

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-5	ПК-5.3
6	11	<b>Раздел 1. Высокотемпературные композиционные материалы с углеродной матрицей.</b> 1. Общая характеристика волокнисто-армированных углерод-углеродных композиционных материалов (УУКМ). 2. Типы углеродных армирующих волокон, используемых в УУКМ. 3. Волокнистые армирующие структуры для УУКМ. 3.1. Классификация КМ по схемам армирования. 3.2. Многонаправленные армирующие структуры УУКМ. 3.3. Хаотичные армирующие структуры УУКМ. 4. Технологические методы и процессы получения УУКМ. 4.1. Общая схема. 4.2. Жидкофазные методы получения УУКМ. 4.2.1. Общая характеристика. 4.2.2. Карбонизация пропитанных или отвержденных заготовок. 4.2.3. Графитизация карбонизированных заготовок. 4.3. Газофазные методы получения УУКМ. 4.3.1. Общая характеристика. 4.3.2. Изотермический метод CVI. 4.3.3. Термоградиентный метод CVI. 4.3.4. Методы CVI с принудительной фильтрацией. 4.4. Комбинированные методы получения УУКМ. 4.5. Свойства УУКМ и пути их улучшения.	60	28	21	7	32	40	40
6	11	<b>Раздел 2. Высокотемпературные композиционные материалы с керамической матрицей.</b> Раздел 2. Высокотемпературные композиционные материалы с керамической матрицей. 1. Общая характеристика волокнисто-армированных керамоматричных композитов (КМК). 2. Типы армирующих волокон, используемых в КМК. 2.1. Непрерывные керамические волокна для КМК. 2.1.1. Карбидокремниевые волокна. 2.1.2. Тугоплавкие оксидные волокна. 2.2. Нитевидные монокристаллы. 2.3. Углеродные волокна. 3. Технологические методы и процессы получения КМК. 3.1. Общая схема получения изделий из КМК. 3.2. Твердофазные методы. 3.3. Жидкофазные методы. 3.3.1. Пропитка расплавом матрицы. 3.3.2. Метод, основанный на пиролизе органометаллических полимеров. 3.3.3. Метод жидкофазного силицирования. 3.3.4. Золь-гель технологии. 3.4. Газо- и паровые методы получения КМК. 3.4.1. Газофазные методы. 3.4.2. Получение КМК с карбидокремниевой матрицей методом парового силицирования. 3.5. Сравнение разных методов получения КМК.	84	40	30	10	44	60	60
Всего за 11 семестр			144	68	51	17	76	100	100
Всего по дисциплине			144	68	51	17	76	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Высокотемпературные композиционные материалы с углеродной матрицей.	Применение УУКМ 1. УУКМ в ракетно-космической и авиационной технике 2. УУКМ в высокотемпературном оборудовании 3. УУКМ в медицине	4
2		Углеродные волокна 1. Общие представления о структуре углеродных волокон 2. Методы производства углеродных волокон 3. Классификация и свойства основных типов углеродных волокон	3
3	Раздел 2. Высокотемпературные композиционные материалы с керамической матрицей.	Элементы ракетно-космической техники из КМК 1. Элементы теплозащиты и внешние конструктивные элементы многоразовых космических летательных аппаратов и гиперзвуковых летательных аппаратов 2. Развертываемые теплозащитные экраны и тормозные устройства космических летательных аппаратов 3. Управляющие закрылки из КМК 4. Жаростойкие элементы трения и крепления	2
4		Оценка физико-механических и теплофизических характеристик КМК 1. Физико-механические свойства КМК при повышенных температурах 2. КМК с повышенными теплофизическими свойствами 3. Показатели тепловой излучательной способности КМК	3
5		Раздвижные и неохлаждаемые насадки сопловых блоков ЖРД и РДТТ из КМК 1. Основные проблемы создания раздвижных и неохлаждаемых насадок сопловых блоков ЖРД и РДТТ из КМК 2. Современный опыт и основные тенденции создания	3

		раздвижных и неохлаждаемых насадков сопловых блоков ЖРД и РДТТ из КМК	
6		Корпуса ЖРД малой тяги из КМК 1. Основные проблемы создания корпусов ЖРД малой тяги из КМК 2. Современный опыт и основные тенденции создания корпусов ЖРД малой тяги из КМК	2
<b>Всего за 11 семестр</b>			17

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Высокотемпературные композиционные материалы с углеродной матрицей.	1. Подготовка к лекции 2. Подготовка к практической работе 3. Оформление отчета по практической работе 4. Выполнение схем, графиков, рисунков, диаграмм	32
2	Раздел 2. Высокотемпературные композиционные материалы с керамической матрицей.	1. Подготовка к лекции 2. Подготовка к практической работе 3. Оформление отчета по практической работе 4. Выполнение схем, графиков, рисунков, диаграмм	44
<b>Всего за 11 семестр</b>			76

## 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
11					ТекК	ДР		Отч. по ПЗ		ДР	ТекК	Отч. по ПЗ		ТекК	Вопр. Экз, Реф, Отч. по ПЗ	ДР	

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену;
- Реф – реферат.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по практическому заданию;
- вопросы к экзамену;
- реферат.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Технология композиционных материалов с углеродной матрицей. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021, 50 экз.
2. В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Технология композиционных материалов с керамической матрицей. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, эл. рес.
3. В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Керамические композиционные материалы в теплонагруженных элементах ракетно-космической техники. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, 41 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

1. Вопросы оборонной техники. Серия 16.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань.

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;  
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.



## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Практические занятия:**

1. Образцы изделий из композиционных материалов;
2. Проектор;
3. Интерактивная доска.

### **6.3. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### **Аннотация рабочей программы**

Дисциплина **ТЕРМОСТОЙКИЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А2 ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-5 Способен использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники, включая управление проектами создания новых образцов техники и утилизации устаревших;

ПК-5.3 Способен проводить технические расчёты для оценки влияния структуры композиционного материала конструкции авиационно-космической техники на функционально-эксплуатационные характеристики изделия.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с технологией производства изделий ракетно-космической техники из высокотемпературных композиционных материалов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по практическому заданию;
- вопросы к экзамену;
- реферат.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**51 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**76 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 76 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Высокотемпературные композиционные материалы с углеродной матрицей.</b>		
1. Подготовка к лекции 2. Подготовка к практической работе 3. Оформление отчета по практической работе 4. Выполнение схем, графиков, рисунков, диаграмм	В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Технология композиционных материалов с углеродной матрицей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1-4)	32
Итого по разделу 1		32
<b>Раздел 2. Высокотемпературные композиционные материалы с керамической матрицей.</b>		
1. Подготовка к лекции 2. Подготовка к практической работе 3. Оформление отчета по практической работе 4. Выполнение схем, графиков, рисунков, диаграмм	В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Технология композиционных материалов с керамической матрицей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (1-3) В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Керамические композиционные материалы в теплонагруженных элементах ракетно-космической техники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (2,3)	44
Итого по разделу 2		44

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- реферат;
- отчет по практическому заданию;
- вопросы для текущего контроля;
- вопросы к экзамену;
- экзамен.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Реферат

Объем реферата – не менее 15 стр. Обязательно использование не менее 3 отечественных источников, опубликованных в последние 10 лет, и справочных правовых систем (КонсультантПлюс, ГАРАНТ и др.).

По структуре реферата и удельному весу его частей рекомендуется иметь (в листах): титульный лист (1), введение (1), основная часть (при необходимости с подразделением на разделы и подразделы) (4-13), заключение (1), список использованных источников (1).

Критерии оценивания

- соответствие содержания заявленной теме и поставленным вопросам – 3 балла;
- способность к работе с литературными источниками, интернет - ресурсами, правовой, справочной и энциклопедической литературой – 2 балла;
- способность к анализу и обобщению информационного материала, направленных на раскрытие поставленных вопросов, входящих в содержание реферата – 2 балла;
- правильность оформления (соответствие стандарту, структурная упорядоченность, ссылки, цитаты, таблицы и т. д) - 1,5 балла;
- соблюдение объема, шрифтов, интервалов (соответствие оформлению правилам компьютерного набора текста) – 1,5 балла

Реферат признается выполненным при его оценке не ниже 6 баллов.

Темы рефератов представлены в УМК дисциплины

#### Отчет по практическому заданию

Перечень практических заданий входит в УМК дисциплины

Отчет по практической работе представляется в печатном или в электронном (по корпоративной почте) формате, предусмотренном шаблоном отчета по практической работе. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

В случае если отчет оформлен в соответствии с предъявляемыми требованиями и студент отвечает на поставленные вопросы, преподаватель принимает практическую работу.

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов,
- отсутствия необходимого графического материала,
- некорректной информации

#### Вопросы для текущего контроля

Проведение 3-х промежуточных аттестаций по 40 вопросам по разделам 1-2.

Правильные ответы на 60% вопросов является зачетом по каждому из разделов.

#### Вопросы к экзамену

Перечень вопросов к экзамену содержит 40 позиций по всем 2 разделам курса дисциплины

#### Экзамен

Экзамен ставится при условии сдачи всех практических работ и промежуточных аттестаций.  
Экзамен проходит в форме ответов на вопросы при собеседовании с преподавателем.

Критерий оценивания ответов студента:

- менее 60% правильных ответов - оценка неудовлетворительно;
- не менее 60% правильных ответов - оценка удовлетворительно;
- не менее 80% правильных ответов - оценка хорошо;
- не менее 90% правильных ответов - оценка отлично.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-5	ПК-5.3	
6	11	<b>Раздел 1.</b> <b>Высокотемпературные композиционные материалы с углеродной матрицей.</b>	60	28	21	7	32	40	40	Вопросы для текущего контроля, Вопросы к экзамену, Отчет по практическому заданию, Реферат
6	11	<b>Раздел 2.</b> <b>Высокотемпературные композиционные материалы с керамической матрицей.</b>	84	40	30	10	44	60	60	Вопросы для текущего контроля, Вопросы к экзамену, Отчет по практическому заданию, Реферат
<b>Всего за 11 семестр</b>			144	68	51	17	76	100	100	
<b>Всего по дисциплине</b>			144	68	51	17	76	100	100	

## Оценочные материалы по дисциплине ТЕРМОСТОЙКИЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

**ОПК-5 - Способен использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники, включая управление проектами создания новых образцов техники и утилизации устаревших**

- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Что такое «сухой» способ намотки?
- № 2 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
SiC-волокна получают следующими методами (укажите лишнее)
- А. газофазного осаждения на углеродное волокно
  - Б. газофазного осаждения на вольфрамовое волокно
  - В. пиролизом волокон на основе органометаллического связующего
  - Г. горячего формования из карбидокремниевого порошка
- № 3 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Самую низкую пористость имеют КМК, полученные по технологии
- А. CVI
  - Б. PIP
  - В. LSI
  - Г. CVI+PIP
- № 4 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Высокотемпературная обработка УУКМ нужна для
- А. уплотнения матрицы
  - Б. вскрытия пор
  - В. повышения конечной прочности
  - Г. Повышения модуля Юнга
- № 5 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Для УУКМ с температурами их эксплуатации более 1500 0С используют следующие жаростойкие покрытия
- А. боридо-металлические
  - Б. стеклосилицидные на основе дисилицида молибдена и боросиликатного стекла
  - В. карбидокремниевые
  - Г. боридокарбидные
- № 6 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Для получения керамоматричных КМ с SiC-матрицей используют
- А. углеродные волокна
  - Б. молибденовые волокна

- В. карбидокремниевые волокна
- Г. сапфировые волокна
- № 7 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Что такое «мокрый» способ намотки?
- № 8 Прочитайте текст и установите соответствие  
Какие методы получения КМК с SiC-матрицей проводятся по
- 1 - жидкофазной технологии
- 2 - газофазной технологии
- А. CVI
- Б. CVD
- В. PIP
- Г. LSI
- № 9 Прочитайте текст и установите соответствие  
Какие газофазные прекурсоры применяются для высоко температурных \_\_\_\_\_ покрытий
1. SiC
2. Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>
- А) Полиметилсилан
- Б) Поликарбосилан
- В) Полигидридосилазан
- Г) Полиметил силазан
- № 10 Прочитайте текст и установите последовательность  
Расставить типы смол по мере возрастания их коксового числа при их пиролизе
- 1.. Фенолформальдегидные смолы
- 2.. Термопластичные пеки
- 3.. Полиимидные смолы
4. Эпоксидные смолы
5. Полиэфирные смолы
- № 11 Прочитайте текст и установите последовательность  
Расставить по мере возрастания прочностных свойств одностипных КМК, полученных по соответствующим технологиям
1. CVI
2. PIP
3. LSI
4. CVI+PIP
- № 12 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Существует следующее количество методов получения КМК с SiC-матрицей по жидкофазной технологии
- А. 1



Б. 2

В. 3

Г. 4

**ПК-5.3 - Способен проводить технические расчёты для оценки влияния структуры композиционного материала конструкции авиационно-космической техники на функционально-эксплуатационные характеристики изделия**

- № 1 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
1. Какие типы сырья применяются для получения углеродных волокон (укажите лишнее)?
- А. Гидратцеллюлоза
- Б. Мезофазные пеки
- В. Полимеры фенольной группы
- Г. Пан-волокна
- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
- Какие структурные факторы влияют на физико-механические характеристики КМ?
- № 3 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Углерод-углеродные КМ получают следующими методами
- А. Твердофазным
- Б. Жидкофазным
- В. Газофазным
- Г. Комбинированным (жидкофазным+газофазным)
- № 4 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Для повышения плотности УУКМ применяются
- А. термобарические процессы
- Б. циклические процессы «пропитка-отверждение пиролиз»
- В. комбинированные процессы
- Г. горячее прессование
- № 5 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Скорость осаждения пироуглерода при газофазной инфильтрации зависит от
- А. температуры газовой среды
- Б. концентрации прекурсора
- В. типа углеродных волокон
- Г. перепада давления между стенками изделия
- № 6 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Самые низкие прочностные характеристики имеют одноступенчатые КМК, полученные по технологии
- А. CVI
- Б. PIP

В. LSI

Г. CVI+PIP

№ 7 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Какие технологические факторы метода намотки влияют на физико-механические характеристики получаемых КМ?

№ 8 Прочитайте текст и установите соответствие

Для каких газофазных технологий получения КМК применяется

1 - принудительная инфильтрация прекурсора

2 - естественная инфильтрация прекурсора

А) I-CVI

Б) TG-CVI

В) F-CVI

Г) TG-F-CVI

Д) P-CVI

№ 9 Прочитайте текст и установите соответствие

К каким методам относятся способы уплотнения пористых сред керамическими материалами

А) Твердофазные

Б) Жидкофазные

В) Парофазные

1. шликерная технология

2. золь-гель метод

3. инфильтрация паров металлов

№ 10 Прочитайте текст и установите последовательность

По какой схеме получают высокомодульные углеродные волокна

1. Термостабилизация

2. Формование волокна

3. карбонизация

4. графитизация

№ 11 Прочитайте текст и установите последовательность

По какой технологической схеме получают КМК по методу LSI

1. Силицирование

2. Пиролиз

3. Отверждение углепластика

4. Пропитка углеродного каркаса полимерным связующим

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-волокна получают (укажите лишнее)

А. вытяжкой из расплава

Б. золь-гель методом

В. пиролизом волокон из органометаллических полимеров

Г. газофазным осаждением на подложку