

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

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

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ МОРФОЛОГИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

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	
5	9	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 МОРФОЛОГИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

## **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-6 — Способен анализировать, систематизировать и обобщать информацию о современном состоянии и перспективах развития ракетно-космической техники

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ОПК-6**

*знания:*

физике материаловедения композитов, о возможностях композиционных материалов и формировании их свойств, о классификации композиционных материалов, об особенностях поведения композиционных материалов в экстремальных температурных условиях; о современных способах получения композиционных материалов и изделий из них;

*умения:*

анализировать условия эксплуатации изделия и выбирать композиционный материал, а также способ его изготовления;

*навыки:*

определять механические свойства композиционных материалов; назначать режимы технологических операций изготовления композитов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **МОРФОЛОГИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания физико-математической подготовки бакалавра и служит основой для освоения дисциплин: **МЕТАЛЛОМАТРИЧНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, МЕХАНИЧЕСКАЯ И ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СОЗДАНИЕ ФОРМО- И РАЗМЕРОСТАБИЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМПОЗИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ, СОЕДИНЕНИЯ КОМПОЗИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ, ТЕРМОСТОЙКИЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОМПОЗИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ**

### 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-6
5	9	<b>Раздел 1. Общие сведения о композитах.</b> 1. Определения и классификация композитов. 2. Микромеханические аспекты взаимодействия компонентов композитов. 3. Упругопрочностные свойства композитов. 4. Композиты с высоким содержанием волокон. 5. Гибридные и градиентные армированные композиты.	20	10	10	0	10	10
5	9	<b>Раздел 2. Связующие композиционных материалов.</b> 1. Термореактивные связующие 2. Термопластичные связующие 3. Базовые составы термореактивных связующих.	25	10	8	2	15	20
5	9	<b>Раздел 3. Наполнители и армирующие элементы композитов.</b> Раздел 3. Наполнители и армирующие элементы композитов. 1. Классификация наполнителей. 1.1. Дисперсные наполнители. 1.2. Волокнистые наполнители. 1.3. Слоистые наполнители. 1.4. Зернистые наполнители. 2. Классификация армирующих элементов. 2.1. Стекловолоконные армирующие элементы. 2.2. Углевволоконные армирующие элементы. 2.3. Органоволокнистые армирующие элементы. 2.4. Бороволокнистые армирующие элементы. 2.5. Базальтоволокнистые армирующие элементы. 2.6. Керамоволокнистые армирующие элементы.	35	20	10	10	15	20
5	9	<b>Раздел 4. Физико-химические процессы на поверхности раздела матрица-наполнитель.</b> 1. Физико-химия формирования поверхности раздела. 1.1. Смачивание и адгезия. 1.2. Диффузия полимеров в волокна. 1.3. Адгезионная прочность и остаточные напряжения. 1.4. Корреляционные диаграммы прочность композита - прочность сцепления компонентов. 2. Композиты со стекловолоконным наполнителем. 2.1. Влияние природы и состава матрицы. 2.2. Модифицирование поверхности наполнителя. 2.3. Связь прочности стеклопластиков с прочностью границы раздела. 3. Композиты с углевволоконным наполнителем. 3.1. Влияние природы и состава связующего. 3.2. Влияние обработки поверхности волокон. 3.3. Связь прочности углепластиков с прочностью границы раздела. 4. Композиты на основе борных волокон. 4.1. Влияние природы и состава матрицы. 4.2. Влияние обработки поверхности волокон. 4.3. Оценка критической длины волокна из данных адгезионных измерений. 4.4. Связь прочности боропластиков с прочностью границы раздела. 5. Композиты с органоволокнистым наполнителем. 5.1. Влияние природы и состава матрицы. 5.2. Особенности разрушения соединений "жесткоцепное органическое волокно - связующее". 5.3. Связь прочности органоластиков с прочностью границы раздела. 6. Влияние модифицирования матричных полимеров на адгезионную прочность.	23	12	10	2	11	20
5	9	<b>Раздел 5. Принципы регулирования свойств композитов.</b> Раздел 5. Принципы регулирования свойств композитов. 1. Структура наполненных композитов в зависимости от состава, размера и формы частиц наполнителя. 1.1. Связующие и их роль в формировании свойств композитов. Физико-химические, реологические и технологические характеристики связующих. 1.2. Наполнители и их роль в формировании свойств композитов. 2. Разработка непрерывно армированных композитов с заданными свойствами. 2.1. Общие понятия и представления. 2.2. Разработка конструкционных армированных композитов. 2.2.1. Определение состава конструкционных армированных композитов. 2.2.2. Определение рациональной структуры армирования конструкционных композитов. 2.3. Разработка армированных композитов функционального назначения. 2.4. Технологическое обеспечение заданных свойств армированных композитов.	41	16	13	3	25	30
<b>Всего за 9 семестр</b>			144	68	51	17	76	100
<b>Всего по дисциплине</b>			144	68	51	17	76	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Связующие композиционных материалов.	Ознакомление с различными типами смол	2
2	Раздел 3. Наполнители и армирующие элементы композитов.	Керамические волокна	2
3		Стекланные и базальтовые волокна	2
4		Органические волокна	2
5		Углеродные волокна	2
6		Борные волокна	2
7	Раздел 4. Физико-химические процессы на поверхности раздела матрица-наполнитель.	Физико-химические процессы на поверхности раздела матрица-наполнитель	2
8	Раздел 5. Принципы регулирования свойств композитов.	Определение состава конструкционных армированных композитов.	3
<b>Всего за 9 семестр</b>			17

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Раздел 1. Общие сведения о композитах.	1. Определения и классификация композитов.	2
2		2. Микромеханические аспекты взаимодействия компонентов композитов.	2
3		3. Упругопрочностные свойства композитов.	2
4		4. Композиты с высоким содержанием волокон.	2
5		5. Гибридные и градиентные армированные композиты.	2
6	Раздел 2. Связующие композиционных материалов.	3. Базовые составы термореактивных связующих	5
7		1. Термореактивные связующие	5
8		2. Термопластичные связующие	5
9	Раздел 3. Наполнители и армирующие элементы композитов.	1. Классификация наполнителей. 1.1. Дисперсные наполнители. 1.2. Волокнистые наполнители. 1.3. Слоистые наполнители. 1.4. Зернистые наполнители.	5
10		2. Классификация армирующих элементов. 2.1. Стекловолоконные армирующие элементы. 2.2. Углевволоконные армирующие элементы. 2.3. Органоволоконные армирующие элементы. 2.4. Бороволоконные армирующие элементы. 2.5. Базальтоволоконные армирующие элементы. 2.6. Керамоволоконные армирующие элементы.	10
11	Раздел 4. Физико-химические процессы на поверхности раздела матрица-наполнитель.	1. Физико-химия формирования поверхности раздела. 1.1. Смачивание и адгезия. 1.2. Диффузия полимеров в волокна. 1.3. Адгезионная прочность и остаточные напряжения. 1.4. Корреляционные диаграммы прочность композита -прочность сцепления компонентов.	3
12		2. Композиты со стекловолоконным наполнителем. 2.1. Влияние природы и состава матрицы. 2.2. Модифицирование поверхности наполнителя. 2.3. Связь прочности стеклопластиков с прочностью границы раздела.	2
13		3. Композиты с углевволоконным наполнителем. 3.1. Влияние природы и состава связующего. 3.2. Влияние обработки поверхности волокон. 3.3. Связь прочности углепластиков с прочностью границы раздела.	2
14		4. Композиты на основе борных волокон. 4.1. Влияние природы и состава матрицы. 4.2. Влияние обработки поверхности волокон. 4.3. Оценка критической длины волокна из данных адгезионных измерений. 4.4. Связь прочности боропластиков с прочностью границы раздела.	2
15		5. Композиты с органоволоконным наполнителем. 5.1. Влияние природы и состава матрицы. 5.2. Особенности разрушения соединений "жесткоцепное органическое волокно - связующее". 5.3. Связь прочности органопластиков с прочностью границы раздела. 6. Влияние модифицирования матричных полимеров на адгезионную прочность.	2
16	Раздел 5. Принципы регулирования свойств композитов.	1. Структура наполненных композитов в зависимости от состава, размера и формы частиц наполнителя. 1.1. Связующие и их роль в формировании свойств композитов. Физико-химические, реологические и технологические характеристики связующих. 1.2. Наполнители и их роль в формировании свойств композитов.	10
17		2. Разработка непрерывно армированных композитов с заданными свойствами. 2.1. Общие понятия и представления. 2.2. Разработка конструкционных армированных композитов. 2.2.1. Определение состава конструкционных армированных композитов. 2.2.2. Определение рациональной структуры армирования конструкционных композитов. 2.3. Разработка армированных	15

		композитов функционального назначения. 2.4. Технологическое обеспечение заданных свойств армированных композитов.	
<b>Всего за 9 семестр</b>			<b>76</b>

#### 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
9					ТекК	ДР				ДР	ТекК			ТекК	Вопр. Экз, Реф	ДР	

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- 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;
- вопросы к экзамену;
- реферат.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.



## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. Ю. Андрияшкин, О. О. Галинская. . Композиты: армирующие материалы и наполнители. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021, 40 экз.
2. В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Армирующие волокна для композиционных материалов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 49 экз.
3. В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Связующие для полимерных композиционных материалов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 49 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. А. С. Нилов, В. И. Кулик. . Композиционные материалы: классификация, технологии, опыт применения. М.: Инфра-Инженерия, 2024, 1 экз.

### 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. 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 **МОРФОЛОГИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ** 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-6 Способен анализировать, систематизировать и обобщать информацию о современном состоянии и перспективах развития ракетно-космической техники.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с определением взаимосвязи между составом, строением и свойствами 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;
- 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.
Раздел 1. Раздел 1. Общие сведения о композитах.		
1. Определения и классификация композитов.	А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская. . Композиты: армирующие материалы и наполнители: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1) В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Армирующие волокна для композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (1) В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Связующие для полимерных композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (1)	2
2. Микромеханические аспекты взаимодействия компонентов композитов.		2
3. Упругопрочностные свойства композитов.		2
4. Композиты с высоким содержанием волокон.		2
5. Гибридные и градиентные армированные композиты.		2
Итого по разделу 1		10
Раздел 2. Связующие композиционных материалов.		
3. Базовые составы термореактивных связующих	А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская. . Композиты: армирующие материалы и наполнители: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (2) В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Связующие для полимерных композиционных	5
1. Термореактивные связующие		5
2. Термопластичные связующие		5

	материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (2)	
Итого по разделу 2		15
Раздел 3. Наполнители и армирующие элементы композитов.		
1. Классификация наполнителей. 1.1. Дисперсные наполнители. 1.2. Волокнистые наполнители. 1.3. Слоистые наполнители. 1.4. Зернистые наполнители.	А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская. . Композиты: армирующие материалы и наполнители: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (3) В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Армирующие волокна для композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (1- 5)	5
2. Классификация армирующих элементов. 2.1. Стекловолоконные армирующие элементы. 2.2. Углевволоконные армирующие элементы. 2.3. Органоволоконные армирующие элементы. 2.4. Бороволоконные армирующие элементы. 2.5. Базальтоволоконные армирующие элементы. 2.6. Керамоволоконные армирующие элементы.		10
Итого по разделу 3		15
Раздел 4. Физико-химические процессы на поверхности раздела матрица-наполнитель.		
1. Физико-химия формирования поверхности раздела. 1.1. Смачивание и адгезия. 1.2. Диффузия полимеров в волокна. 1.3. Адгезионная прочность и остаточные напряжения. 1.4. Корреляционные диаграммы прочность композита -прочность сцепления компонентов.	А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская. . Композиты: армирующие материалы и наполнители: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (4)	3
2. Композиты со стекловолоконным наполнителем. 2.1. Влияние природы и состава матрицы. 2.2. Модифицирование поверхности наполнителя. 2.3. Связь прочности стеклопластиков с прочностью границы раздела.		2
3. Композиты с углевволоконным наполнителем. 3.1. Влияние природы и состава связующего. 3.2. Влияние обработки поверхности волокон. 3.3. Связь прочности углепластиков с прочностью границы раздела.		2
4. Композиты на основе борных волокон. 4.1. Влияние природы и состава матрицы. 4.2. Влияние обработки поверхности волокон. 4.3. Оценка критической длины волокна из данных адгезионных измерений. 4.4. Связь прочности боропластиков с прочностью границы раздела.		2
5. Композиты с органоволоконным наполнителем. 5.1. Влияние природы и состава матрицы. 5.2. Особенности разрушения соединений "жесткоцепное органическое волокно - связующее". 5.3. Связь прочности органоластиков с прочностью границы раздела. 6. Влияние модифицирования матричных полимеров на адгезионную прочность.		2
Итого по разделу 4		11
Раздел 5. Принципы регулирования свойств композитов.		
1. Структура наполненных композитов в зависимости от состава, размера и формы частиц наполнителя. 1.1. Связующие и их роль в формировании свойств композитов. Физико-химические, реологические и технологические характеристики связующих. 1.2. Наполнители и их роль в формировании свойств композитов.	А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская. . Композиты: армирующие материалы и наполнители: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.	10
2. Разработка непрерывно армированных композитов с заданными свойствами. 2.1. Общие понятия и представления. 2.2. Разработка конструкционных армированных композитов. 2.2.1.		15

<p>Определение состава конструкционных армированных композитов. 2.2.2. Определение рациональной структуры армирования конструкционных композитов. 2.3. Разработка армированных композитов функционального назначения. 2.4. Технологическое обеспечение заданных свойств армированных композитов.</p>	<p>Ф. Устинова, 2021 (5) А. С. Нилов, В. И. Кулик. . Композиционные материалы: классификация, технологии, опыт применения: М.: Инфра-Инженерия, 2024 (1-4)</p>	
Итого по разделу 5		25

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- реферат;
- 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

#### Вопросы для текущего контроля

Проведение 3-х промежуточных аттестаций по 60 вопросам по разделам 1-3.

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

#### Вопросы к экзамену

Перечень вопросов к экзамену содержит 40 позиций по всем 5 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-6	
5	9	Раздел 1. Раздел 1. Общие сведения о композитах.	20	10	10	0	10	10	Вопросы к экзамену, Реферат, Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 2. Связующие композиционных материалов.	25	10	8	2	15	20	Вопросы для текущего контроля, Вопросы к экзамену, Реферат
5	9	Раздел 3. Наполнители и армирующие элементы композитов.	35	20	10	10	15	20	Вопросы для текущего контроля, Вопросы к экзамену, Реферат
5	9	Раздел 4. Физико-химические процессы на поверхности раздела матрица-наполнитель.	23	12	10	2	11	20	Вопросы для текущего контроля, Вопросы к экзамену, Реферат
5	9	Раздел 5. Принципы регулирования свойств композитов.	41	16	13	3	25	30	Вопросы для текущего контроля, Вопросы к экзамену, Реферат
Всего за 9 семестр			144	68	51	17	76	100	
Всего по дисциплине			144	68	51	17	76	100	



## Оценочные материалы по дисциплине МОРФОЛОГИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

**ОПК-6 - Способен анализировать, систематизировать и обобщать информацию о современном состоянии и перспективах развития ракетно-космической техники**

- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Какие структурные факторы влияют на физико-механические характеристики КМ?
- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Какие мероприятия влияют на снижение вязкости связующего?
- № 3 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
- № 4 Прочитайте текст и установите последовательность  
Оцените плотность армирующих волокон от большего к меньшему
- 1 - стеклянные волокна
  - 2 - углеродные волокна
  - 3 - органические волокна
  - 4 - керамические SiC-волокна
- № 5 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
1. Матрица в ПКМ способствует
- А) равномерному распределению нагрузок между армирующими элементами,
  - Б) защите их от внешних воздействий,
  - В) достижению большей жесткости КМ
  - Г) повышению термостойкости
- № 6 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 карбидокремниевых порошков
- № 7 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
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Какие типы сырья применяются для получения углеродных волокон (укажите лишнее)?
- А. Гидратцеллюлоза
- Б. Мезофазные пеки
- В. Полимеры фенольной группы
- Г. Пан-волокна
- № 9 Прочитайте текст и установите соответствие
- Какие процессы протекают при получении
- А - эпоксидной матрицы
- Б - полиэфирной матрицы
- В - полиэтиленовой матрицы
- Г - тетафталатной матрицы
- 1 - полимеризации
- 2 - поликонденсации
- № 10 Прочитайте текст и установите соответствие
- при угле смачивания  $\theta$  равным \_\_\_\_ происходит
- А) полное смачивание волокон связующим
- Б) полное несмачивание волокон связующим
- В) частичное смачивание волокон связующим
- 1 - 0 градусов
- 2 - 90 градусов
- 3 - 180 градусов
- № 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Главные достоинства кварцевых волокон
- А.. высокотемпературные
- Б. химостойкие
- В. технологичные
- Г. дешевые
- № 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Кремнийорганические связующие применяются для
- А. повышения химостойкости
- Б. повышения прочности
- В. повышения радиопрозрачности
- Г. повышения показателей технологичности

