

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»**

**Институт Технологий и инженерной механики  
Кафедра Материаловедение**

УТВЕРЖДАЮ:

Директор  
Института Технологий и инженерной  
механики

 Могильная Е.П.  
(подпись)

« 18 » 04 2023 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ТЕОРИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ  
МАТЕРИАЛОВ»**

По направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Профили: «Материаловедение в машиностроении»,

«Композиционные и порошковые материалы, покрытия»

**Луганск – 2023**

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Теория и технология получения композиционных материалов» по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов. – 26 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Теория и технология получения композиционных материалов» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 02.06.2020 года № 701.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Доктор техн. наук, профессор Рябичева Л.А.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры материаловедения «18» 04 2023 г., протокол № 8

Заведующая кафедрой материаловедения \_\_\_\_\_  Рябичева Л.А.

Переутверждена: «  » \_\_\_\_\_ 20   г., протокол № \_\_\_\_\_

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института Технологий и инженерной механики

«18» 04 2023 г., протокол № 3.

Председатель учебно-методической комиссии института \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  Ясуник С.Н.

## Структура и содержание дисциплины

### 1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины - формирование комплекса знаний, умений и навыков в области получения композитов различного химического состава и деталей из композиционных материалов.

Задачи:

- освоение физических и химических процессов, протекающих при получении и обработке композиционных материалов;
- прогнозирование влияния структуры и технологических параметров обработки на свойства композиционных материалов;
- изучение процессов изготовления, обработки и исследования композиционных материалов.

### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Теория и технология получения композиционных материалов» относится к обязательной части модуля профессиональных дисциплин. Условиями для освоения дисциплины являются знания дифференциального и интегрального исчисления, основ физики металлов, умения определить физический смысл свойств, полученных при изучении дисциплин «Математика», «Физические свойства материалов», «Механические свойства материалов», «Теория тепло-и массопереноса в материалах», «Методы структурного анализа материалов», «Теория и технология получения порошковых материалов и изделий», «Физика конденсированного состояния» и служит основой для освоения дисциплин «Моделирование и оптимизация свойств материалов и процессов», «Сплавы с особыми свойствами», «Цветные металлы и сплавы».

### 3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
<b>ОПК-8.</b> Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	<b>ОПК-8.1.</b> Понимает принципы работы современных информационных технологий	знать: принципы работы современных информационных технологий уметь: использовать принципы работы современных информационных технологий владеть: принципами работы современных информационных технологий

<p><b>ПК-5.</b> Способен участвовать во внедрении несложных и сложных новых видов техники и технологий термической обработки</p>	<p><b>ПК-5.3.</b> Участствует в разработке методик испытаний и исследования изделий новых видов техники и технологий термической обработки</p>	<p>уметь: разрабатывать методики испытаний и исследований изделий новых видов техники и технологий термической обработки</p> <p>знать: методики испытаний и исследований изделий новых видов техники и технологий термической обработки</p> <p>владеет: методиками испытаний и исследований изделий новых видов техники и технологий термической обработки</p>
--	--	--

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Очная форма	Заочная форма
<b>Общая учебная нагрузка (всего)</b>	<b>144</b> (4 зач. ед)	<b>144</b> (4 зач. ед)
<b>Обязательная контактная работа в том числе: (всего)</b>	<b>68</b>	<b>14</b>
Лекции	34	6
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	17	4
Лабораторные работы	17	4
Курсовая работа	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса ( <i>расчетно-графические работы, индивидуальные задания и т.п.</i> )	-	-
<b>Самостоятельная работа студента (всего)</b>	<b>76</b>	<b>130</b>
Форма аттестации	экзамен	экзамен

### 4.2. Содержание разделов дисциплины

#### Тема 1. Введение в материаловедение композиционных материалов.

История создания композиционных материалов. Отличительные признаки композиционных материалов. Применение композиционных материалов. Перспективы использования и применения композиционных материалов.

#### Тема 2. Классификация и основы технологии получения композиционных материалов.

Виды композиционных материалов и их классификация. Основы технологии получения композиционных материалов. Теоретические основы конструирования композиционных материалов.

### **Тема 3.** Межфазное взаимодействие в композиционных материалах.

Совместимость компонентов композита. Классификация композитов на основе межфазного взаимодействия. Типы связей и стабильность границы раздела композита. Термодинамическая и механическая стабильность поверхности раздела композита. Прочность границы и характер разрушения композита.

### **Тема 4.** Физические свойства композита.

Аддитивные свойства композитов. Упругие свойства композиционных материалов. Прочностные свойства композиционных материалов.

### **Тема 5.** Термодинамика композиционных систем.

Термодинамика систем с поверхностями раздела. Основные термодинамические представления о совместимости материалов.

### **Тема 6.** Адгезия и смачивание пропитка в композитах.

Формирование межфазного контакта. Адгезия композиционных материалов. Смачивание композиционных материалов. Система жидкий металл - тугоплавкое соединение. Процессы адгезии, смачивания и актуальные научные задачи получения стабильных композитов.

### **Тема 7.** Стекланные и кварцевые волокна

Методы получения стекловолокон. Свойства стекловолокон. Профильные стекланные волокна. Органические и неорганические волокна. Арамидные волокна. Борные волокна. Боровольфрамные волокна. Волокна карбида кремния.

### **Тема 8.** Металлические волокна.

Свойства и применение металлических нитей. Нити из чистых металлов и сплавов. Способы производства проволок. Нити волоочильного производства. Нити, получаемые по методу А.В. Улитовского (микрометаллургия). Литые нити в сплошной стеклнной изоляции.

**Тема 9.** Общая характеристика методов получения композитов с металлической матрицей.

Классификация методов получения и обработки композитов с металлической матрицей. Технологические процессы получения и обработки металлических композиционных материалов. Низкотемпературные методы изготовления композитов с металлической матрицей.

**Тема 10.** Металлические волокнистые композиционные материалы (МВКМ).

Характеристика волокнистых КМ. Основные виды композитов на основе металлической матрицы. Свойства, методы получения и области приме-

нения. Металлические волокнистые композиционные материалы на различной основе. Области применения МВКМ.

**Тема 11. Псевдосплавы**

Свойства и методы получения псевдосплавов. Области применения псевдосплавов. Методы получения псевдосплавов.

**Тема 12. Эвтектические композиционные материалы.**

Общая характеристика эвтектических КМ. Диаграммы плавкости и структура эвтектических КМ. Методы получения эвтектических композиционных материалов.

**Тема 13. Дисперсно-упрочненные композиционные материалы (ДКМ).**

Общая характеристика ДКМ и механизм упрочнения. Методы получения дисперсно-упрочненных композитов. Области применения ДКМ.

**Тема 14. Композиты на основе полимерной матрицы**

Состав и основные свойства полимерных композитов. Методы получения полимерных композитов. Метод изготовления слоистых и намотанных ПКМ. Золь-гель методы получения наногибридных полимер-неорганических композитов. Области применения полимерных композитов. Дендримеры - новый вид полимеров и композиты на их основе.

**Тема 15. Керамические композиционные материалы.**

Основные свойства ККМ. Методы получения и области применения ККМ.

**Тема 16. Углерод - углеродные композиционные материалы.**

Углеродные волокна (УВ). принципы получения углеродных волокон. Сырье для получения УВ. Углеродные волокна из гидратцеллюлозных волокон (УВ из ГТЦ-волокон). Материалы на основе УВ. Методы и методология исследований УВ. Основные свойства УУКМ. Методы получения и области применения УУКМ.

**Тема 17. Пространственно-армированные композиционные материалы.**

Способы создания пространственного армирования. Система двух нитей. Система четырех нитей. Система п нитей. Вискеризация волокон. Предельные коэффициенты армирования и их расчет.

**Тема 18. Методы контроля свойств КМ.**

Основные особенности свойств композитов. Образцы для испытаний. Определение содержания арматуры в КМ и плотности композита. Конструирование с применением КМ. Основные требования, предъявляемые к кон-

структурным композиционным материалам. Основы структурного конструирования. Сандвичевые конструкции.

#### 4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Введение в материаловедение композиционных материалов.	2	
2	Классификация и основы технологии получения композиционных материалов.	2	
3	Межфазное взаимодействие в композиционных материалах.	2	1
4	Физические свойства композита.	2	
5	Термодинамика композиционных систем	2	1
6	Адгезия и смачивание пропитка в композитах.	2	
7	Стеклённые и кварцевые волокна. Металлические волокна	6	1
8	Общая характеристика методов получения композитов с металлической матрицей.	4	1
9	Металлические волокнистые композиционные материалы	2	1
10	Псевдосплавы. Эвтектические композиционные материалы	2	
11	Дисперсно-упрочненные композиционные материалы	2	1
12	Композиты на основе полимерной матрицы	2	
13	Керамические композиционные материалы	2	
14	Углерод - углеродные композиционные материалы.	2	
15	Пространственно-армированные композиционные материалы.	2	
16	Методы контроля свойств КМ.	2	
<b>Итого:</b>		<b>34</b>	<b>6</b>

#### 4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Расчет упругих констант однонаправленных композитов, армированных непрерывными волокнами	2	-
2	Расчет предела прочности однонаправленных композитов при растяжении в зависимости от ориентации волокон.	2	2
3	Расчет предела прочности однонаправленных композитов при растяжении в зависимости от длины волокон.	2	-
4	Расчет деформаций и напряжений в слоях ортогонально армированных композиционных материалов .	2	2
5	Расчет деформаций и напряжений в слоях симметрично армированных композиционных материалов .	2	-
6	Расчет деформаций и напряжений в композиционных материалах, армированных ортогональными слоями	2	-
7	Расчет деформаций и напряжений в композиционных материалах, армированных перекрестными слоями	2	-
8	Изучение технологий изготовления композитов	3	-
<b>Итого:</b>		<b>17</b>	<b>4</b>

#### 4.5. Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Определение показателей механических свойств волокон	3	2
2	Однонаправленные волокнистые наполнители.	2	-
3	Структура и свойства армированных композиционных материалов	2	-
4	Дисперсно-упрочненные композиционные материалы	2	-
5	Волокнистые композиционные материалы	2	-
6	Упрочнители композиционных материалов	2	-
7	Композиционные материалы на металлической основе	2	2
8	Композиционные материалы на неметаллической основе	2	-
<b>Итого:</b>		<b>17</b>	<b>4</b>

#### 4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Практические занятия №1-8	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников информации, оформление отчетов	10	20
2	Лабораторные занятия №1-8	Подготовка к лабораторным занятиям, самостоятельный поиск источников информации, оформление отчетов	10	20
3	Введение в материаловедение композиционных материалов.	9	3	4
4	Классификация и основы технологии получения композиционных материалов.		3	4
5	Межфазное взаимодействие в композиционных материалах.		3	4
6	Физические свойства композита.		3	4
7	Термодинамика композиционных систем		3	4
8	Адгезия и смачивание пропитка в композитах.		3	4
9	Стекланные и кварцевые волокна. Металлические волокна		3	6
10	Общая характеристика методов получения композитов с металлической матрицей.		3	6
11	Металлические волокнистые компози-		3	6

	ционные материалы			
12	Псевдосплавы. Эвтектические композиционные материалы		3	6
13	Дисперсно-упрочненные композиционные материалы		3	6
14	Композиты на основе полимерной матрицы		3	6
15	Металлические волокнистые композиционные материалы		3	6
16	Керамические композиционные материалы		2	4
17	Углерод - углеродные композиционные материалы.		2	4
18	Пространственно-армированные композиционные материалы.		2	4
19	Методы контроля свойств КМ.		2	2
20	Подготовка к экзамену		9	10
<b>Итого:</b>			<b>80</b>	<b>130</b>

#### **4.7. Курсовые работы/проекты не предусмотрены учебным планом**

#### **5. Образовательные технологии**

В процессе обучения для достижения планируемых результатов освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии:

– традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

– информационно-коммуникационная технология, в том числе визуализация, создание электронных учебных материалов;

– использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к лекциям, практическим занятиям;

– технология проблемного обучения, в том числе в рамках разбора проблемных ситуаций;

– технология развивающего обучения, в том числе постановка и решение задач от менее сложных к более сложным, развивающих компетенции студентов.

В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются: самостоятельная работа; проблемное обучение.

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

##### **а) основная литература:**

1. Дзуличанская Н.Н., Композиционные материалы. Физико-химические свойства : Учеб. пособие / Дзуличанская Н.Н., Слынько Л.Е., Пясецкий В.Б. - М. : Издательство

МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. - 48 с. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703831496.html>

2. Блинков И.В., Композиционные материалы : Курс лекций / Блинков И.В., Челноков В.С. - М. : МИСиС, 2004. - 105 с. - [http://www.studentlibrary.ru/book/Misis\\_038.html](http://www.studentlibrary.ru/book/Misis_038.html)

3. Ибатуллина А.Р., Композиционные материалы специального и технического назначения : учебное пособие / Ибатуллина А. Р. - Казань : Издательство КНИТУ, 2017. - 112 с. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788222752.html>

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

1. Слесарчук В.А., Материаловедение и технология материалов: учеб. пособие / В.А. Слесарчук - Минск : РИПО, 2015. - 391 с. - ISBN 978-985-503-499-6 - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789855034996.html>

2. Горохова Е.В., Материаловедение и технология керамики : пособие / Е.В. Горохова - Минск : Выш. шк., 2009. - 222 с. - ISBN 978-985-06-1706-4 - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850617064.html>

3. Солнцев Ю.П., Материаловедение. Применение и выбор материалов / Солнцев Ю.П., Борзенко Е.И., Вологжанина С.А. - СПб.: ХИМИЗДАТ, 2017. - 200 с. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938082953.html>

4. Андреев Л.А., Физикохимия поверхностных явлений: пропитка пористых материалов / Андреев, Л.А. - М. : МИСиС, 2011. - 118 с. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876235466.html>

5. Композиционные материалы специального и технического назначения [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ибатуллина А. Р. - Казань : Издательство КНИТУ, 2017. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788222752.html>

6. Азаров С.М., Композиционные материалы на основе силикатов и алюмосиликатов / С.М. Азаров [и др.] - Минск : Белорус. наука, 2014. - 175 с. - ISBN 978-985-08-1732-7 - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850817327.html>

7. Абуталипова А.Н., Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов и систем / - Казань : Издательство КНИТУ, 2016. - 248 с. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788220208.html>

#### **в) методические указания:**

1. Методические указания к практическим работам по дисциплине «Теория и технология получения композиционных материалов» для студентов дневного отделения, обучающихся по направлению 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, профиль «Материаловедение в машиностроении», «Композиционные и порошковые материалы, покрытия». / Сост.: Ю.Н. Никитин. - Луганск: ЛНУ им. В. Даля, 2018. - 44 с.

2. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Теория и технология получения композиционных материалов» для студентов дневного отделения, обучающихся по направлению 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, профиль «Материаловедение в машиностроении», «Композиционные и порошковые материалы, покрытия». / Сост.: Ю.Н. Никитин. - Луганск: ЛНУ им. В. Даля, 2018. - 48 с.

#### **г) Интернет-ресурсы:**

– Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

– ГОСТы и стандарты – <https://standartgost.ru/>

### Электронные библиотечные системы и ресурсы

- Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>
- Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

### Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

- Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

## 7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Реализация программы дисциплины требует наличия аудиторий и лабораторий.

Лекционные занятия: комплект электронных презентаций/слайдов, аудитория, оснащенная презентационной техникой (мультимедиапроектор, экран, компьютер/ноутбук).

Практические занятия: компьютерный класс, презентационная техника (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные занятия: микроскопы металлографические МИМ-7; печи нагревательные лабораторные СНОЛ-6,7/9 и др.; образцы, микрошлифы и оборудование для их подготовки; твердомер Бринелля, твердомер Роквелла; разрывная машина Р 0,5; весы лабораторные технические с комплектом разновесов перечень наглядных пособий и технических средств обучения.

Рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет, рабочие места студентов по количеству обучающихся, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	<a href="https://www.libreoffice.org/">https://www.libreoffice.org/</a> <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice">https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice</a>
Операционная система	UBUNTU 19.04	<a href="https://ubuntu.com/">https://ubuntu.com/</a> <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu">https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu</a>
Браузер	Firefox Mozilla	<a href="http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx">http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx</a>
Браузер	Opera	<a href="http://www.opera.com">http://www.opera.com</a>
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	<a href="http://www.mozilla.org/ru/thunderbird">http://www.mozilla.org/ru/thunderbird</a>
Файл-менеджер	Far Manager	<a href="http://www.farmanager.com/download.php">http://www.farmanager.com/download.php</a>

Архиватор	7Zip	<a href="http://www.7-zip.org/">http://www.7-zip.org/</a>
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	<a href="http://www.gimp.org/">http://www.gimp.org/</a> <a href="http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8">http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8</a> <a href="http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP">http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP</a>
Редактор PDF	PDFCreator	<a href="http://www.pdfforge.org/pdfcreator">http://www.pdfforge.org/pdfcreator</a>
Аудиоплеер	VLC	<a href="http://www.videolan.org/vlc/">http://www.videolan.org/vlc/</a>

## 8. Оценочные средства по дисциплине

### Паспорт фонда оценочных средств по учебной дисциплине «Теория и технология получения композиционных материалов»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	<b>ОПК-8</b>	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	<b>ОПК-8.1.</b> Понимает принципы работы современных информационных технологий	Тема 1. Введение в материаловедение композиционных материалов. Тема 2. Классификация и основы технологии получения композиционных материалов. Тема 9. Общая характеристика методов получения композитов с металлической матрицей. Тема 10. Металлические волокнистые композиционные материалы Тема 11. Псевдосплавы Тема 12.	6

				<p>Эвтектические композиционные материалы Тема 13. Дисперсно-упрочненные композиционные материалы . Тема 14. Композиты на основе полимерной матрицы</p>	
2	<b>ПК-5</b>	Способен участвовать во внедрении несложных и сложных новых видов техники и технологий термической обработки	<b>ПК-5.3.</b> Участствует в разработке методик испытаний и исследования изделий новых видов техники и технологий термической обработки	<p>Тема 3. Межфазное взаимодействие в композиционных материалах. Тема 4. Физические свойства композита. Тема 5. Термодинамика композиционных систем. Тема 6. Адгезия и смачивание пропитка в композитах. Тема 7. Стекланные и кварцевые волокна Тема 8. Металлические волокна. Тема 15. Керамические композиционные материалы. Тема 16. Углерод - углеродные композиционные материалы. Тема 17. Пространственно-армированные композиционные материалы. Тема 18. Методы контроля свойств КМ.</p>	6

## Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	<b>ОПК-8</b>	<b>ОПК-8.1.</b> Понимает принципы работы современных информационных технологий	<p>знать: принципы работы современных информационных технологий</p> <p>уметь: использовать принципы работы современных информационных технологий</p> <p>владеть: принципами работы современных информационных технологий</p>	<p>Тема 1. Введение в материаловедение композиционных материалов.</p> <p>Тема 2. Классификация и основы технологии получения композиционных материалов.</p> <p>Тема 9. Общая характеристика методов получения композитов с металлической матрицей.</p> <p>Тема 10. Металлические волокнистые композиционные материалы</p> <p>Тема 11. Псевдосплавы</p> <p>Тема 12. Эвтектические композиционные материалы</p> <p>Тема 13. Дисперсно-упрочненные композиционные материалы .</p> <p>Тема 14. Композиты на основе полимерной матрицы</p>	Вопросы для сдачи лабораторных работ и практических занятий, экзамен

2	ПК-5	<p><b>ПК-5.3.</b> Участвует в разработке методик испытаний и исследований изделий новых видов техники и технологий термической обработки</p>	<p>уметь: разрабатывать методики испытаний и исследований изделий новых видов техники и технологий термической обработки</p> <p>знать: методики испытаний и исследований изделий новых видов техники и технологий термической обработки</p> <p>владеет: методиками испытаний и исследований изделий новых видов техники и технологий термической обработки</p>	<p>Тема 3. Межфазное взаимодействие в композиционных материалах. Тема 4. Физические свойства композита. Тема 5. Термодинамика композиционных систем. Тема 6. Адгезия и смачивание пропитка в композитах. Тема 7. Стеклённые и кварцевые волокна Тема 8. Металлические волокна. Тема 15. Керамические композиционные материалы. Тема 16. Углерод - углеродные композиционные материалы. Тема 17. Пространственно-армированные композиционные материалы. Тема 18. Методы контроля свойств КМ.</p>	<p>Вопросы для сдачи лабораторных работ и практических занятий, экзамен</p>
---	------	--	--	---	---

### Задания для лабораторных работ

#### Лабораторная работа № 1. Определение показателей механических свойств волокон

Задание. Освоить методики определения механических свойств металлических волокон.

Контрольные вопросы:

1. Какие требования предъявляются к сочетанию свойств при создании новых композиционных материалов?
2. Чем достигается требуемое сочетание свойств?
3. Что представляют собой наполнители?
4. Как подразделяются наполнители в зависимости от назначения?
5. Как подразделяются наполнители по форме частиц?
6. Какие волокна применяются при создании волокнистых композитов?
7. Что представляет собой волокно?
8. Какие свойства характеризуют волокна?
9. Какие стандарты применяются для определения механических характеристик металлического волокна?
10. Какие машины применяют для испытания механических характеристик?
11. Из каких узлов состоит машина разрывная универсальная FP-10?
12. Методика определения механических характеристик волокон.
13. Дайте определение механических характеристик.

### **Лабораторная работа № 2. Однонаправленные волокнистые наполнители.**

Задание 1. Изучить методику определения физических характеристик однонаправленных волокнистых наполнителей и их поведение под нагрузкой на цилиндрической поверхности;

2. Изучить методику определения показателей механических свойств однонаправленных волокнистых наполнителей.

Контрольные вопросы:

1. Что такое изнашивание?
2. Назовите и опишите однонаправленные волокнистые наполнители.
3. Какими параметрами характеризуются физические свойства однонаправленных волокнистых наполнителей?
4. Для каких целей проводят изучение поведения волокнистых наполнителей под нагрузкой?
5. Что характеризует линейная плотность, от чего она зависит и как определяется?
6. Каковы особенности определения показателей прочности нитей и ровингов? Как готовят образцы для испытаний?
7. Как определяют общую площадь нагруженных волокон при определении предела прочности при растяжении нитей и ровингов?

### **Лабораторная работа № 3. Структура и свойства армированных композиционных материалов**

Задание. Изучить методики определения структурных параметров тканых наполнителей на основе волокон различной природы;

2. Изучить методики определения механических свойств листовых волокнистых наполнителей (тканей, холстов) различной химической природы и текстуры.

Контрольные вопросы:

1. Чем различаются ткани полотняного, саржевого и сатинового переплетения?
2. В какой последовательности и какие параметры определяют при структурном анализе тканых материалов?
3. Назовите особенности определения прочности тканых и нетканых наполнителей.
4. Как определяют общую площадь нагруженных волокон при испытании тканых материалов на прочность при растяжении?
5. Какие механические характеристики тканей определяют?

#### **Лабораторная работа № 4. Дисперсно-упрочненные композиционные материалы**

Задание. Освоить методику изготовления дисперсно-упрочненных композиционных материалов

Контрольные вопросы:

1. Какие наполнители относят к дисперсным?
2. Назовите и охарактеризуйте особенности классификации дисперсно-упрочненных композиционных материалов.
3. Перечислите и опишите вид и основные размеры частиц наполнителя дисперсно-упрочненных композиционных материалов.
4. Объясните технология получения дисперсно-упрочненных композиционных материалов
5. Перечислите и охарактеризуйте основные свойства дисперсно-упрочненных композиционных материалов

#### **Лабораторная работа № 5. Волокнистые композиционные материалы**

Задание. Экспериментально изучить режимы изготовления волокнистых композиционных материалов

Контрольные вопросы:

1. Перечислите основные методы получения волокнистых композиционных материалов.
2. Опишите методику определения свойств волокнистых композиционных материалов.
3. Какие волокнистые материалы применяются в качестве наполнителей?
4. Какие режимы применяются для изготовления волокнистых композиционных материалов?

#### **Лабораторная работа № 6. Упрочнители композиционных материалов**

Задание. Экспериментально определить механические свойства упрочнителей композиционных материалов и выбрать оптимальный тип.

Контрольные вопросы

1. Какие материалы применяются в качестве упрочнителей?
2. Какова роль упрочнителей в применении композиционных материалов?
3. Как рассчитываются упрочнители?
4. Какие упрочнители исследовали в работе и по каким параметрам выполняется их выбор?
5. Какой оптимальный тип упрочнителя выбран в лабораторной работе?

#### **Лабораторная работа № 7. Композиционные материалы на металлической основе**

Задание. Экспериментально исследовать свойства композиционных материалов на основе меди.

Контрольные вопросы

1. Какие материалы применяются для металлической основы композита?
2. Каким свойствам должны удовлетворять металлическая основа композита?
3. Какие свойства меди используются при разработке композита?
4. Какие наполнители применяются для композиционных материалов на основе меди?

#### **Лабораторная работа № 8. Композиционные материалы на неметаллической основе**

Задание. Экспериментально исследовать свойства композиционных материалов на основе полимера.

Контрольные вопросы

1. Какие материалы применяются для неметаллической основы композита?

2. Каким свойствам должны удовлетворять неметаллическая основа композита?
3. Какие свойства полимера должны удовлетворять требованиям при разработке композита?
4. Какие наполнители применяются для композиционных материалов на основе полимера?

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «лабораторная работа»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Задание выполнено на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Задание выполнено на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Задание выполнено на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Задание выполнено на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

### Задания для практических занятий

#### Занятие 1. Расчет упругих констант однонаправленных композитов, армированных непрерывными волокнами

Задание. освоить методику расчета упругих констант однонаправленных композитов, армированных непрерывными волокнами

Контрольные вопросы:

1. Какие модели используются при расчете однонаправленных КМ?
2. В каком виде может быть записано «правило смесей»?
3. Что такое «степень армирования» и каковы ее предельные значения?
4. Какие основные допущения используются при расчете упругих характеристик КМ вдоль и поперек волокон?
5. На основе каких гипотез получены уравнения (1.4) и (1.5) для расчета модулей Юнга однонаправленных КМ вдоль и поперек волокон?
6. Как связаны между собой коэффициенты Пуассона однонаправленного композита при его нагружении вдоль и поперек волокон?
7. Какова особенность вычисления модуля сдвига однонаправленных КМ?

#### Занятие 2. Расчет предела прочности однонаправленных композитов при растяжении в зависимости от ориентации волокон.

Задание. освоить методику расчета предела прочности при растяжении однонаправленных композитов в зависимости от ориентации волокон.

Контрольные вопросы:

1. Изобразите схематически зависимость предела прочности при растяжении однонаправленных композиционных материалов от объемного содержания в них волокон.

Объясните характер данной зависимости. На графике укажите минимальную и критическую объемные доли волокон. Запишите уравнения, описывающие зависимость предела прочности композитов от объемного содержания в них волокон, а также уравнения для определения минимальной и критической объемной доли волокон.

2. Какими факторами ограничена максимальная концентрация волокон в компози-  
тах?

3. Перечислите возможные механизмы разрушения однонаправленных композици-  
онных материалов при приложении растягивающей нагрузки к ним под углом к направле-  
нию укладки волокон. Изобразите схематически зависимость предела прочности компози-  
тов от угла между линией действия растягивающей нагрузки и направлением укладки во-  
локон. На схеме укажите критические углы. Запишите уравнения для определения крити-  
ческих углов и предела прочности композитов при различных критических углах.

4. При увеличении угла между линией действия растягивающей нагрузки и  
направлением укладки волокон от  $10^\circ$  до  $45^\circ$  предел прочности композиционных материа-  
лов:

- а) резко уменьшается;
- б) плавно возрастает;
- в) не изменяется.

### **Занятие 3. Расчет предела прочности однонаправленных композитов при рас- тяжении в зависимости от длины волокон**

Задание. освоить методику расчета предела прочности при растяжении однона-  
правленных композитов в зависимости от длины волокон.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение критической длины волокон. По каким механизмам разру-  
шаются однонаправленные композиционные материалы при растяжении вдоль волокон,  
если длина волокон меньше критической длины и если длина волокон превышает крити-  
ческую длину?

2. Изобразите эпюры напряжений в волокнах однонаправленных композитов в мо-  
мент их разрушения при длине волокон, равной критической длине и превышающей кри-  
тическую длину. Запишите уравнения для определения предела прочности композитов,  
соответствующие каждой изображенной эпюре напряжений в волокнах.

3. По каким двум различным механизмам может происходить разрушение однона-  
правленных композиционных материалов при их одноосном сжатии?

4. Перечислите факторы, препятствующие распространению трещин в композици-  
онных материалах.

расход порошка и плазмообразующего газа при плазменно-порошковом напыле-  
нии?

### **Занятие 4. Расчет деформаций и напряжений в слоях ортогонально армиро- ванных композиционных материалов.**

Задание. освоить методику расчета деформаций и напряжений в слоях ортогональ-  
но армированных композиционных материалов; изучить влияние упругих характеристик  
матрицы на прочность композитов.

Контрольные вопросы:

1. Какие усилия в условиях плоского напряженного состояния могут воздейство-  
вать на элемент слоистого композиционного материала?

2. Какие напряжения могут возникать в слоях композиционного материала в усло-  
виях плоского напряженного состояния?

3. Что такое ортогонально армированные композиционные материалы?

4. Каковы преимущества ортогонально армированных композитов перед однона-  
правленными композитами?

5. Что такое ортотропные композиционные материалы?
6. Каковы условия ортотропности ортогонально армированных композитов?
7. Что такое “связанная” система координат и зачем она используется для расчета деформаций и напряжений в слоистых композиционных материалах?
8. Как рассчитываются модули Юнга слоев композита в “связанной” системе координат по известным модулям Юнга матрицы и волокон?
9. Как влияют упругие характеристики матрицы (модуль сдвига и модуль Юнга) на величины нормальных и сдвиговых напряжений в слоях ортогонально армированных композитов?

**Занятие 5. Расчет деформаций и напряжений в слоях симметрично армированных композиционных материалов**

Задание. освоить методику расчета деформаций и напряжений в слоях симметрично-армированных композиционных материалов; изучить влияние углов армирования на прочность композитов при симметричном и несимметричном нагружении.

Контрольные вопросы:

1. Что такое симметрично армированные композиционные материалы?
2. Каковы условия ортотропности симметрично армированных композитов?
3. Каким образом можно регулировать жесткость симметрично армированных композитов в координатных направлениях  $x$  и  $y$ ?
4. Чему равны оптимальные углы армирования симметрично армированных композитов, если погонные усилия по осям  $x$  и  $y$  одинаковы ( $N_x = N_y$ )?
5. Из каких соображений выбираются углы армирования симметрично армированных композитов, если погонные усилия по осям  $x$  и  $y$  неодинаковы ( $N_x \neq N_y$ )?
6. Проанализировав уравнение (5.8), ответьте, при каком условии сдвиговые деформации и напряжения в слоях симметрично армированных композитов будут минимальны?
7. Поясните физический смысл коэффициентов жесткости  $B_{ij}$ ? Каковы единицы их измерения?
8. Опишите общий алгоритм вычисления напряжений и деформаций в слоях симметрично армированных композитов?
9. Что такое коэффициенты влияния? Чему они равны в ортотропных композитах?
10. При выполнении какого условия композит считается изотропным в плоскости укладки волокон?
11. При каких схемах укладки волокон принципиально возможно получение изотропных композитов?

**Занятие 6. Расчет деформаций и напряжений в композиционных материалах, армированных ортогональными слоями**

Задание. освоить методику расчета деформаций и напряжений в композиционных материалах, армированных ортогональными слоями.

Контрольные вопросы

1. Что такое композиционные материалы с ортогональными слоями?
2. Каковы условия ортогональности армированных композитов?
3. Каким образом можно регулировать жесткость ортогонально армированных композитов?
4. Чему равны ортогональные углы армирования композитов?
5. Из каких соображений выбираются углы армирования композитов? 6
6. Поясните физический смысл коэффициентов жесткости  $B_{ij}$ . Каковы единицы их измерения?
7. Опишите общий алгоритм вычисления напряжений и деформаций в композиционных материалах с ортогональными слоями.

### **Занятие 7. Расчет деформаций и напряжений в композиционных материалах, армированных перекрестными слоями**

Задание. освоить методику расчета деформаций и напряжений в композиционных материалах, армированных перекрестными слоями

Контрольные вопросы

1. Что такое армированные перекрестные слои в композиционных материалах?
2. Каковы условия перекрестных слоев армированных композитов?
3. Каким образом можно регулировать жесткость армированных перекрестными слоями композитов?

### **Занятие 8. Изучение технологий изготовления композитов**

Задание. Разработать блок-схему технологии изготовления композита на металлической основе.

Контрольные вопросы

1. Объясните основные этапы технологии изготовления композита на металлической основе.

### **Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «практические занятия»**

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерии оценивания
отлично (5)	Обучающийся полностью и правильно выполнил задание. Показал отличные знания, умения и владения навыками применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. Работа оформлена аккуратно в соответствии с предъявляемыми требованиями
хорошо (4)	Обучающийся выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие знания, умения и владения навыками применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. Есть недостатки в оформлении работы
удовлетворительно (3)	Обучающийся выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания, умения и владения навыками применения их при решении задач
неудовлетворительно (2)	Обучающийся выполнил задание неправильно. При выполнении обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень знаний, умений и владения ими при решении задач в рамках усвоенного учебного материала

### **Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)**

#### Тест 1

1. Перспективы использования и применения композиционных материалов.
2. Процессы адгезии, смачивания и актуальные научные задачи получения стабильных композитов.
3. Основные требования, предъявляемые к конструкционным композиционным материалам.

#### Тест 2

1. Основы технологии получения композиционных материалов.
2. Основные термодинамические представления о совместимости материалов.
3. Низкотемпературные методы изготовления композитов с металлической матрицей.

#### Тест 3

1. Аддитивные свойства композитов.
2. Методы получения дисперсно-упрочненных композитов.
3. Способы создания пространственного армирования.

#### Тест 4

1. Методы получения стекловолокон.
2. Состав и основные свойства полимерных композитов.
3. Свойства и методы получения псевдосплавов.

#### Тест 5

1. Способы производства проволок.
2. Методы получения эвтектических композиционных материалов.
3. Методы получения и области применения ККМ.

#### Тест 6

1. Основные виды композитов на основе металлической матрицы.
2. Углеродные волокна (УВ). принципы получения углеродных волокон.
3. Система четырех нитей.

#### Тест 7

1. Теоретические основы конструирования композиционных материалов.
2. Методы получения псевдосплавов.
3. Литые нити в сплошной стеклянной изоляции.

#### Тест 8

1. Смачивание композиционных материалов.
2. Металлические волокнистые композиционные материалы на различной основе.
3. Методы получения и области применения УУКМ.

#### Тест 9

1. Классификация композитов на основе межфазного взаимодействия.
2. Общая характеристика эвтектических КМ.
3. Метод изготовления слоистых и намотанных ПКМ.

#### Тест 10

1. Технологические процессы получения и обработки металлических композиционных материалов.

2. Золь-гель методы получения наногибридных полимер-неорганических композитов.
3. Общая характеристика ДКМ и механизм упрочнения.

Тест 11

1. Нити волоочильного производства.
2. Органические и неорганические волокна.
3. Методы получения жидкокристаллических композитов.

Тест 12

1. Термодинамическая и механическая стабильность поверхности раздела композита.
2. Методы получения полимерных композитов.
3. Методы и методология исследований УВ.

Тест 13

1. Типы связей и стабильность границы раздела композита.
2. Волокна карбида кремния.
3. Конструирование с применением КМ.

Тест 14

1. Сандвичевые конструкции.
2. Прочностные свойства композиционных материалов.
3. Свойства, методы получения и области применения МВКМ.

Тест 15

1. Прочность границы и характер разрушения композита.
2. Система жидкий металл - тугоплавкое соединение.
3. Нити, получаемые по методу А.В. Улитовского (микрометаллургия).

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «экзамен»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или

	письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

### Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)