

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра физической химии**

Авторы-составители: **Ракитянская Ирина Леонидовна**

Рабочая программа дисциплины  
**КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ**  
Код УМК 82908

Утверждено  
Протокол №6  
от «14» мая 2020 г.

Пермь, 2020

## **1. Наименование дисциплины**

Композиционные материалы

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **04.03.01** Химия (ПБ)

направленность Программа широкого профиля

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Композиционные материалы** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**04.03.01** Химия (ПБ) (направленность : Программа широкого профиля)

**ОПК.1** знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области

**ПК.8** обладать способностью использовать основные закономерности химической науки и фундаментальные химические понятия при решении конкретных производственных задач

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	04.03.01 Химия (ПБ) (направленность: Программа широкого профиля)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	8
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	3
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	108
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	42
<b>Проведение лекционных занятий</b>	14
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	28
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	66
<b>Формы текущего контроля</b>	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (2) Итоговое контрольное мероприятие (1)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (8 триместр)

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Композиционные материалы**

Введение. Классификация композитов. Дисперсно-упрочненные композиты. Волокнистые композиты. Многослойные композиты. Направленно закристаллизованные композиты.

#### **1. Введение**

Основные понятия дисциплины.

#### **2. Классификация композитов, влияние соотношения компонентов на свойства композиционного материала**

Дисперсно-упрочненные, волокнистые, многослойные и направленно закристаллизованные композиты. Основные задачи, решаемые применением композитов в конструкциях. Понятие о матрице и арматуре, их функции в композите и требования, предъявляемые к ним.

Физико-химическое взаимодействие компонентов композита, классификация композитов по типу взаимодействия его компонентов. Понятие о термодинамической, кинетической и механической совместимости компонентов композита. Термические и фазовые напряжения в композитах. Пути оптимизации взаимодействия компонентов композита.

#### **3. Дисперсно-упрочненные композиты**

Механизм повышения сопротивления пластической деформации и упрочнения композитов частицами. Основные принципы выбора упрочняющих частиц. Зависимость механических свойств от размера частиц и расстояния между ними. Отличие дисперсно-упрочненных композитов от дисперсно-твердеющих сплавов. Дисперсно-упрочненные композиты на основе алюминия и никеля. Их получение, свойства и применение.

#### **4. Волокнистые композиты**

Особенности волокнистых композитов. Анизотропия свойств. Модуль упругости. Свойства при растяжении, правило смеси. Зависимость прочности от содержания волокон. Критическая объемная доля волокон. Прочность при вне осевом растяжении и ее зависимость от геометрии укладки волокон. Многонаправленное армирование. Прочность при сжатии. Механизм передачи нагрузки с матрицы волокна. Зависимость прочности от длины волокон. Критическая длина и критический параметр волокон. Микромеханика и характер разрушения. Влияние анизотропии упругих свойств на концентрацию напряжений около трещины в композите. Работа разрушения. Непрерывные и дискретные волокна и нитевидные монокристаллы, применяемые для армирования волокнистых композитов. Способы получения нитевидных монокристаллов и их свойства, природа их прочности. Способы получения непрерывных волокон углерода, бора (борсика), карбида кремния, окиси алюминия, их структура и свойства. Роль взаимодействия неметаллических волокон, получаемых осаждением на металлическую подложку - нить с подложкой, металлические волокна из вольфрама, молибдена, бериллия, стали; их получение и свойства. Защитные покрытия на волокнах и их влияние на свойства волокон.

Технологические схемы получения композитов. Пропитка пористых тел вязкими жидкостями. Смачиваемость, капиллярный эффект, краевые углы смачивания. Технологические схемы получения изделий пропиткой на проход в автоклаве. Технологическое оборудование. Получение изделий формовкой монолент. Особенности формовки и соединения; технологическое оборудование. Метод диффузионной сварки. Метод пластической деформации. Методы порошковой металлургии. Особенности пластической деформации волокнистых композитов. Влияние свойств волокон и матрицы на особенности получения полуфабрикатов и изделий.

#### **5. Многослойные композиты**

Преимущества многослойных композитов перед обычными материалами и их свойства. Анизотропия

свойств. Модуль упругости, правило смеси для расчета жесткости композитных изделий. Механические свойства при статическом и динамическом нагружении, зависимость механических свойств от геометрических характеристик слоев, их числа и последовательности укладки. Механизм деформации и разрушения многослойных композитов. Влияние состояния поверхности раздела между слоями на свойства композитов.

Получение многослойных композитов. Основы совместной деформации разнородных материалов. Применение многослойных композитов.

### **6. Направленно закристаллизованные композиты**

Характеристики направленно закристаллизованных композитов. Сплавы эвтектического типа.

Термодинамика фазовых равновесий эвтектических систем. Морфология фаз и принципы классификации двойных эвтектик. Многовариантные и тройные эвтектики.

Основные представления о процессе направленной кристаллизации. Механизм и кинетика направленной кристаллизации. Стандартный платиностержневый рост. Диффузионные процессы.

Условия формирования структуры композита. Влияние примесей на структуру композита.

Физико-механические свойства направленно закристаллизованных композитов. Термическая стабильность и жаропрочность. Применение направленно закристаллизованных композитов.

### **7. Итоговое контрольное мероприятие**

Вопросы к промежуточной аттестации.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Шуваева, Е. А. Материаловедение. Неметаллические и композиционные материалы : курс лекций / Е. А. Шуваева, А. С. Перминов. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2013. — 77 с. — ISBN 978-5-87623-686-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/56261.html>

### Дополнительная:

1. Композиционные материалы на основе силикатов и алюмосиликатов / С. М. Азаров, Т. А. Азарова, Е. Е. Петюшик [и др.]. — Минск : Белорусская наука, 2014. — 176 с. — ISBN 978-985-08-1732-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/29462>

2. Борисова, Н. В. Полимерматричные композиционные материалы на основе волокнистых отходов окси-ПАН : монография / Н. В. Борисова, О. А. Моругова, Т. П. Устинова. — Саратов : Вузовское образование, 2019. — 103 с. — ISBN 978-5-4487-0598-4. <http://www.iprbookshop.ru/87587.html>

## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

<http://www.chem.msu.ru/rus/library/welcome.html> Электронная библиотека химического факультета МГУ

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Композиционные материалы** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем: доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС); доступ в электронную информационно-образовательную среду университета; тестирование

При освоении материала и выполнении заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

1. Лекционные занятия: Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

2. Занятий семинарского типа (семинары, практические занятия):

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

3. Лабораторные занятия: «Лаборатория физической химии», оснащенная специализированным оборудованием. Состав оборудования определен в Паспорте лаборатории.

4. Для групповых (индивидуальных) консультаций - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

5. Для проведения текущего контроля - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

6. Самостоятельная работа: «Лаборатория физической химии», оснащенная специализированным оборудованием. Состав оборудования определен в Паспорте лаборатории.

Аудитория для самостоятельной работы, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченная доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещения Научной библиотеки ПГНИУ

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Композиционные материалы**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и  
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ОПК.1</b> знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области</p>	<p>Должен знать классификацию различных типов композиционных материалов. Иметь современные представления о методах получения композиционных материалов. Знать физические и химические свойства композиционных материалов. Уметь выбирать тип композиционного материала в зависимости от области его применения. Владеть (методами, приёмами) знаниями о современных тенденциях развития материаловедения и создания новых поколений перспективных материалов.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает классификацию различных типов композиционных материалов. Не имеет современных представлений о методах получения композиционных материалов. Не знает физические и химические свойства композиционных материалов. Не умеет выбирать тип композиционного материала в зависимости от области его применения. Не владеть (методами, приёмами) знаниями о современных тенденциях развития материаловедения и создания новых поколений перспективных материалов.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Общие, но не структурированные знания, касающиеся классификацию различных типов композиционных материалов. Демонстрирует частично сформированное знание современных представлений о методах получения композиционных материалов. Слабое владение информацией о физических и химических свойствах композиционных материалов. С трудом способен выбрать тип композиционного материала в зависимости от области его применения. Фрагментарное применение навыков использования (методами, приёмами) знаниями о современных тенденциях развития материаловедения и создания новых поколений перспективных материалов.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы в знаниях, касающихся классификации различных типов композиционных материалов.</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Демонстрирует в целом успешные знания современных представлений о методах получения композиционных материалов. В целом владеет информацией о физических и химических свойствах композиционных материалов. Способен выбрать тип композиционного материала в зависимости от области его применения. Владеет навыками использования знаниями о современных тенденциях развития материаловедения и создания новых поколений перспективных материалов.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Знает классификацию различных типов композиционных материалов. Имеет современные представления о методах получения композиционных материалов. Знать физические и химические свойства композиционных материалов. Сформированное умение выбирать тип композиционного материала в зависимости от области его применения. Владеет знаниями (методами, приёмами) о современных тенденциях развития материаловедения и создания новых поколений перспективных материалов.</p>
<p><b>ОПК.1</b> знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области</p>	<p>знать основные концепции получения композиционных материалов и преимущества их использования.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не может дать внятного ответа на вопросы, касающиеся фактического материала дисциплины.</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Имеет отрывочные знания, при изложении путается в вопросах, касающихся классификации композиционных материалов, их отличия от чистых материалов, свойств, присущих композитам разных классов и разного состава, преимуществ композитов разных классов перед простыми материалами и друг перед другом.</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Знает и излагает следующие вопросы: классификацию композиционных материалов, их отличие от чистых</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>материалов, свойства, присущие композитам разных классов и разного состава, преимущества композитов разных классов перед простыми материалами и друг перед другом. Однако, совершает незначительные ошибки.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Знает и уверенно излагает следующие вопросы: классификацию композиционных материалов, их отличие от чистых материалов, свойства, присущие композитам разных классов и разного состава, преимущества композитов разных классов перед простыми материалами и друг перед другом.</p>
<p><b>ПК.8</b> обладать способностью использовать основные закономерности химической науки и фундаментальные химические понятия при решении конкретных производственных задач</p>	<p>уметь отличать типы композитов, прогнозировать их свойства на основе знаний о химической и физической природе составляющих их компонентов.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не способен дать адекватного ответа на вопрос о свойствах композита исходя из информации о его составе.</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Прогнозирует свойства композиционного материала, но не учитывает весь спектр факторов.</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Правильно прогнозирует свойства композиционного материала, исходя из природы его компонентов и их объёмных соотношений, но допускает несущественные неточности.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Правильно прогнозирует свойства композиционного материала, исходя из природы его компонентов и их объёмных соотношений.</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : СУОС

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 50 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 50 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>Входной контроль</b>	1. Введение <b>Входное тестирование</b>	ответы на вопросы по знаниям из курсов физики, неорганической химии, органической химии и физической химии.
<b>ОПК.1</b> знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области	2. Классификация композитов, влияние соотношения компонентов на свойства композиционного материала <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Творческая работа, представляющая собой доклад на тему применения композиционных материалов в различных областях техники, медицины, спорта и т.п.
<b>ОПК.1</b> знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области	5. Многослойные композиты <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Выполнение лабораторных работ по установлению природы натурального композита (кости), по получению и исследованию свойств композиционного покрытия Ni + SiC, по получению текстолита и сравнению его свойств со свойствами исходных компонентов.

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ОПК.1</b> знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области <b>ПК.8</b> обладать способностью использовать основные закономерности химической науки и фундаментальные химические понятия при решении конкретных производственных задач	7. Итоговое контрольное мероприятие <b>Итоговое контрольное мероприятие</b>	Ответы на вопросы, касающиеся классификации композиционных материалов, способов их получения и свойств.

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### 1. Введение

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Правильные ответы на вопросы, касающиеся знаний неорганической химии, органической химии и физической химии. 5 вопросов по 3 балла	15
Правильные ответы на вопросы, касающиеся знаний физики. 2 вопроса по 2,5 балла.	5

#### 2. Классификация композитов, влияние соотношения компонентов на свойства композиционного материала

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
Качественное публичное исполнение доклада по выбранной теме.	10
Предоставление реферата на бумажном носителе по выбранной теме	5
Представление качественно проиллюстрированной презентации по выбранной теме	5
Анализ причин необходимости использования композиционных материалов в выбранной отрасли хозяйства	5
Представление химической природы матриц и наполнителей композиционных материалов, используемых в выбранной отрасли хозяйства	5

#### 5. Многослойные композиты

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **15**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Предоставление отчётов по лабораторным работам	15
Выполнение трёх лабораторных работ, по 5 баллов за каждую работу	15

## **7. Итоговое контрольное мероприятие**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **20**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Решение комплексной задачи	20
Правильный и исчерпывающий ответ на вопрос, касающийся классификации композиционных материалов.	10
Правильный и исчерпывающий ответ на вопрос, касающийся получения и применения композиционных материалов.	10