

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

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 (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

Направления подготовки	04.03.01 Химия (направленность: Программа широкого профиля)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	8
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	42
Проведение лекционных занятий	14
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	28
Самостоятельная работа (ак.час.)	66
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (2) Итоговое контрольное мероприятие (1)
Формы промежуточной аттестации	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 компьютера 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>ОПК.1 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">Неудовлетворител</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">Удовлетворительн</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">Хорошо</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;">Хорошо</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;">Отлично</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>ОПК.1 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;">Неудовлетворител</p> <p>Не может дать внятного ответа на вопросы, касающиеся фактического материала дисциплины.</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</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;">Хорошо</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;">Хорошо</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;">Отлично</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>ПК.8 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;">Неудовлетворител</p> <p>Не способен дать адекватного ответа на вопрос о свойствах композита исходя из информации о его составе.</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Прогнозирует свойства композиционного материала, но не учитывает весь спектр факторов.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</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;">Отлично</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
Входной контроль	1. Введение Входное тестирование	ответы на вопросы по знаниям из курсов физики, неорганической химии, органической химии и физической химии.
ОПК.1 знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области	2. Классификация композитов, влияние соотношения компонентов на свойства композиционного материала Защищаемое контрольное мероприятие	Творческая работа, представляющая собой доклад на тему применения композиционных материалов в различных областях техники, медицины, спорта и т.п.
ОПК.1 знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области	5. Многослойные композиты Защищаемое контрольное мероприятие	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
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	7. Итоговое контрольное мероприятие Итоговое контрольное мероприятие	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**

Показатели оценивания	Баллы
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**

Показатели оценивания	Баллы
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