

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 « С.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Специальность: **04.05.01** Фундаментальная и прикладная химия
направленность Программа широкого профиля

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

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

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия (направленность : Программа широкого профиля)

ПК.1 Способен планировать и проводить фундаментальные и прикладные работы по сформулированной тематике, владеет навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований

Индикаторы

ПК.1.2 Проводит научные исследования по сформулированной тематике, синтезирует (анализирует) вещества различной природы, способен разрабатывать новые методики получения (анализа) веществ

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия (направленность: Программа широкого профиля)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	7
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 (7 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.

8. Лабораторный практикум

9. Итоговое контрольное мероприятие 2

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 // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/56261>

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.
Индикаторы и критерии их оценивания**

ПК.1

Способен планировать и проводить фундаментальные и прикладные работы по сформулированной тематике, владеет навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.1.2 Проводит научные исследования по сформулированной тематике, синтезирует (анализирует) вещества различной природы, способен разрабатывать новые методики получения (анализа) веществ</p>	<p>Знать: нормы техники безопасности при получении и контроле качества композиционных материалов Уметь: провести исследование структуры и механических свойств композиционного материала, сформулировать правильное заключение о качестве композиционного материала на основании экспериментальных результатов. Владеть: методами исследования характеристик композиционных материалов</p>	<p align="center">Неудовлетворител Не знает нормы техники безопасности при получении и контроле качества композиционных материалов. Не умеет провести исследование структуры и механических свойств композиционного материала, сформулировать правильное заключение о качестве композиционного материала на основании экспериментальных результатов. Не владеет методами исследования характеристик композиционных материалов</p> <p align="center">Удовлетворительн Знает нормы техники безопасности при получении и контроле качества композиционных материалов. Не умеет провести исследование структуры и механических свойств композиционного материала, сформулировать правильное заключение о качестве композиционного материала на основании экспериментальных результатов. Не владеет методами исследования характеристик композиционных материалов</p> <p align="center">Хорошо Знает нормы техники безопасности при получении и контроле качества композиционных материалов. Умеет провести исследование структуры и механических свойств композиционного материала, но затрудняется сформулировать правильное заключение о качестве композиционного материала на основании экспериментальных результатов. Владеет методами исследования характеристик</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо композиционных материалов</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Знает нормы техники безопасности при получении и контроле качества композиционных материалов. Умеет провести исследование структуры и механических свойств композиционного материала, сформулировать правильное заключение о качестве композиционного материала на основании экспериментальных результатов. Владеет методами исследования характеристик композиционных материалов</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 (индикатор)	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.
ПК.1.2 Проводит научные исследования по сформулированной тематике, синтезирует (анализирует) вещества различной природы, способен разрабатывать новые методики получения (анализа) веществ	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.
ПК.1.2 Проводит научные исследования по сформулированной тематике, синтезирует (анализирует) вещества различной природы, способен разрабатывать новые методики получения (анализа) веществ	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.
ПК.1.2 Проводит научные исследования по сформулированной тематике, синтезирует (анализирует) вещества различной природы, способен разрабатывать новые методики получения (анализа) веществ	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