

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 16.11.2023 17:13:53

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»**

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Композиционные наноматериалы

Закреплена за подразделением

Кафедра физической химии

Направление подготовки

00.06.00 Аспирантура

Профиль

Квалификация

**Исследователь. Преподаватель-исследователь**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет 6

аудиторные занятия

85

самостоятельная работа

23

### Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр<br>(<Курс>.<Семестр на<br>курсе>) | <b>6 (3.2)</b> |     | Итого |     |
|---|----------------|-----|-------|-----|
|   | 20             |     |       |     |
| Неделя                                    | УП             | РП  | УП    | РП  |
| Лекции                                    | 17             | 17  | 17    | 17  |
| Лабораторные                              | 34             | 34  | 34    | 34  |
| Практические                              | 34             | 34  | 34    | 34  |
| Итого ауд.                                | 85             | 85  | 85    | 85  |
| Контактная работа                         | 85             | 85  | 85    | 85  |
| Сам. работа                               | 23             | 23  | 23    | 23  |
| Итого                                     | 108            | 108 | 108   | 108 |

Программу составил(и):

*к.ф.-.м.н., доцент, Чердынцев В.В.*

Рабочая программа

### **Композиционные наноматериалы**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов) (приказ от 17.03.2022 г. № 2-22)

Составлена на основании учебного плана:

- 1.3.8 Физика конденсированного состояния
- 1.3.11 Физика полупроводников
- 1.4.2 Аналитическая химия
- 2.2.3 Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники
- 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы
- 2.5.7 Технологии и машины обработки давлением
- 2.6.1 Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов
- 2.6.2 Металлургия черных, цветных и редких металлов
- 2.6.3 Литейное производство
- 2.6.4 Обработка металлов давлением
- 2.6.5 Порошковая металлургия и композиционные материалы
- 2.6.6 Нанотехнологии и наноматериалы
- 2.6.9 Технология электрохимических процессов и защита от коррозии
- 2.6.12 Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ
- 2.6.17 Материаловедение
- 2.8.3 Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр
- 2.8.6 Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика
- 2.8.7 Теоретические основы проектирования горнотехнических систем
- 2.8.8 Геотехнология, горные машины
- 2.8.9 Обогащение полезных ископаемых, АСП-22-4.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

- 1.3.8 Физика конденсированного состояния
- 1.3.11 Физика полупроводников
- 1.4.2 Аналитическая химия
- 2.2.3 Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники
- 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы
- 2.5.7 Технологии и машины обработки давлением
- 2.6.1 Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов
- 2.6.2 Металлургия черных, цветных и редких металлов
- 2.6.3 Литейное производство
- 2.6.4 Обработка металлов давлением
- 2.6.5 Порошковая металлургия и композиционные материалы
- 2.6.6 Нанотехнологии и наноматериалы
- 2.6.9 Технология электрохимических процессов и защита от коррозии
- 2.6.12 Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ
- 2.6.17 Материаловедение
- 2.8.3 Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр
- 2.8.6 Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика
- 2.8.7 Теоретические основы проектирования горнотехнических систем
- 2.8.8 Геотехнология, горные машины
- 2.8.9 Обогащение полезных ископаемых, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра физической химии**

Протокол от 21.06.2022 г., №11-21/22

Руководитель подразделения Салимон Алексей Игоревич

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

|     |  |
|-----|--|
| 1.1 | Цель – получить знания, умения и навыки в области получения композиционных материалов, изучения их свойств . |
| 1.2 | Задачи - научить:  |
| 1.3 | 1. теоретическим и практическим основам разработки различных композиционных материалов;                      |
| 1.4 | 2. выбирать технологические схемы получения композиционных материалов с заданными свойствами.                |
| 1.5 | 3. анализировать процессы, протекающие при получении и эксплуатации композиционных материалов;               |
| 1.6 | 4. контролировать физико-химические свойства при получении и эксплуатации композиционных материалов.         |

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

|            |   |       |
|------------|---|-------|
| Блок ОП:   |   | 2.1.2 |
| <b>2.1</b> | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>  |       |
| 2.1.1      | Академическое письмо  |       |
| 2.1.2      | Иностранный язык  |       |
| 2.1.3      | История и философия науки   |       |
| <b>2.2</b> | <b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |       |
| 2.2.1      | Аналитическая химия   |       |
| 2.2.2      | Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика                                 |       |
| 2.2.3      | Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика                                 |       |
| 2.2.4      | Геотехнология, горные машины  |       |
| 2.2.5      | Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр                    |       |
| 2.2.6      | Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр                    |       |
| 2.2.7      | Литейное производство   |       |
| 2.2.8      | Материаловедение  |       |
| 2.2.9      | Материаловедение  |       |
| 2.2.10     | Материаловедение  |       |
| 2.2.11     | Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов   |       |
| 2.2.12     | Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов   |       |
| 2.2.13     | Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов   |       |
| 2.2.14     | Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов   |       |
| 2.2.15     | Металлургия черных, цветных и редких металлов   |       |
| 2.2.16     | Металлургия черных, цветных и редких металлов   |       |
| 2.2.17     | Металлургия черных, цветных и редких металлов   |       |
| 2.2.18     | Нанотехнологии и наноматериалы  |       |
| 2.2.19     | Нанотехнологии и наноматериалы  |       |
| 2.2.20     | Нанотехнологии и наноматериалы  |       |
| 2.2.21     | Обогащение полезных ископаемых  |       |
| 2.2.22     | Обработка металлов давлением  |       |
| 2.2.23     | Порошковая металлургия и композиционные материалы   |       |
| 2.2.24     | Порошковая металлургия и композиционные материалы   |       |
| 2.2.25     | Теоретические основы проектирования горнотехнических систем   |       |
| 2.2.26     | Технологии и машины обработки давлением   |       |
| 2.2.27     | Технологии и машины обработки давлением   |       |
| 2.2.28     | Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники                                  |       |
| 2.2.29     | Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники                                  |       |
| 2.2.30     | Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники                                  |       |
| 2.2.31     | Технология электрохимических процессов и защита от коррозии   |       |
| 2.2.32     | Физика конденсированного состояния  |       |
| 2.2.33     | Физика конденсированного состояния  |       |
| 2.2.34     | Физика конденсированного состояния  |       |
| 2.2.35     | Физика конденсированного состояния  |       |
| 2.2.36     | Физика конденсированного состояния  |       |



|   |
|---|
| <b>А-3: Способность проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по заданной тематике и оформлять их результаты</b>                         |
| <b>Знать:</b>   |
| А-3-31 Методы получения композиционных материалов   |
| <b>Уметь:</b>   |
| А-3-У1 проводить научно-исследовательские работы по заданной тематике и оформлять их результаты   |
| <b>А-2: Способность проводить научный эксперимент и анализ его результата</b>   |
| <b>Уметь:</b>   |
| А-2-У1 проводить научный эксперимент и анализировать его результаты   |
| <b>А-1: Способность к научному поиску и применению результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при самостоятельных исследованиях</b> |
| <b>Уметь:</b>   |
| А-1-У1 проводить научный поиск и применять результаты научно-исследовательских работ  |
| <b>А-3: Способность проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по заданной тематике и оформлять их результаты</b>                         |
| <b>Владеть:</b>   |
| А-3-В1 навыками проведения научно-исследовательских работ по заданной тематике и оформления их результатов  |
| <b>А-2: Способность проводить научный эксперимент и анализ его результата</b>   |
| <b>Владеть:</b>   |
| А-2-В1 навыками проведения научного эксперимента и анализа его результатов  |
| <b>А-1: Способность к научному поиску и применению результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при самостоятельных исследованиях</b> |
| <b>Владеть:</b>   |
| А-1-В1 навыками проведения научного поиска и применения результатов научно-исследовательских работ  |

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/   | Семестр / Курс | Часов | Формируемые индикаторы компетенций                               | Литература и эл. ресурсы | Примечание | КМ | Выполняемые работы |
|-------------|---|----------------|-------|--|--------------------------|------------|----|--------------------|
|             | <b>Раздел 1. Классификация композиционных материалов</b>  |                |       |  |                          |            |    |                    |
| 1.1         | Основные понятия, термины и определения. Анализ состояния и перспективы развития композиционных материалов. Классификация КМ. /Лек/ | 6              | 1     | А-1-У1 А-1-В1<br>А-2-31 А-2-У1<br>А-2-В1 А-3-31<br>А-3-У1 А-3-В1 | Л1.4<br>Л1.5Л2.1<br>Э1   |            |    |                    |

|     |   |   |   |  |                         |  |     |    |
|-----|---|---|---|--|-------------------------|--|-----|----|
| 1.2 | Упругие и прочностные характеристики анизотропных материалов. Модули упругости композиционных материалов. КМ, армированные дискретными и хаотично ориентированными волокнами. Прочность композиционных материалов. Влияние объемной доли волокон на прочностные свойства композиционных материалов. Особенности разрушения композиционных материалов. /Лек/ | 6 | 1 | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-31 A-2-У1<br>A-2-B1 A-3-31<br>A-3-У1 A-3-B1 | Л2.1<br>Э1              |  |     |    |
| 1.3 | Расчет физических свойств композиционных материалов по свойствам компонентов. /Лек/   | 6 | 1 | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-31 A-2-У1<br>A-2-B1 A-3-31<br>A-3-У1 A-3-B1 | Л1.2<br>Э1              |  |     |    |
| 1.4 | Межфазное взаимодействие в композиционных материалах. Термодинамическая и кинетическая совместимости компонентов КМ. Виды межфазного взаимодействия.<br><br>Адгезия и смачивание в композиционных материалах. Формирование межфазного контакта. Смачивание композиционных материалов. /Лек/   | 6 | 1 | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-31 A-2-У1<br>A-2-B1 A-3-31<br>A-3-У1 A-3-B1 | Л1.4<br>Э1              |  |     |    |
| 1.5 | Расчет объемного и массового содержания армирующих компонентов КМ. /Пр/   | 6 | 2 | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-31 A-2-У1<br>A-2-B1 A-3-31<br>A-3-У1 A-3-B1 | Л1.4 Л2.1<br>Э1         |  |     |    |
| 1.6 | Расчет упругих и прочностных характеристик композиционных материалов по свойствам компонентов. /Пр/   | 6 | 2 | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-31 A-2-У1<br>A-2-B1 A-3-31<br>A-3-У1 A-3-B1 | Л1.2<br>Э1              |  |     |    |
| 1.7 | Определение вида межфазного взаимодействия в КМ в зависимости от материалов и технологических параметров. /Пр/  | 6 | 2 | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-31 A-2-У1<br>A-2-B1 A-3-31<br>A-3-У1 A-3-B1 | Л1.4 Л2.1<br>Э1         |  |     |    |
| 1.8 | Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. /Ср/   | 6 | 6 | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-31 A-2-У1<br>A-2-B1 A-3-31<br>A-3-У1 A-3-B1 | Л1.4 Л1.5<br>Л2.1<br>Э1 |  |     |    |
| 1.9 | Получение композиционного материала /Лаб/   | 6 | 6 | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-31 A-2-У1<br>A-2-B1 A-3-31<br>A-3-У1 A-3-B1 | Э1                      |  | КМ1 | Р2 |

|      |  |   |   |  |                         |  |     |    |
|------|--|---|---|--|-------------------------|--|-----|----|
| 1.10 | Исследование упругих и прочностных характеристик композиционного материала /Лаб/   | 6 | 4 | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-З1 A-2-У1<br>A-2-B1 A-3-З1<br>A-3-У1 A-3-B1 | Э1                      |  | КМ2 | Р3 |
|      | <b>Раздел 2. Физико-химия получения компонентов композиционных материалов</b>  |   |   |  |                         |  |     |    |
| 2.1  | Матричные материалы, используемые при производстве композиционных материалов.<br><br>Матричные материалы на основе металлов: алюминия, титана, меди, никеля и кобальта.<br><br>Матричные материалы на основе полимеров.<br>Характеристика полимеров.<br><br>Материалы матриц на основе керамик: оксиды алюминия и циркония, бескислородная керамика. /Лек/ | 6 | 1 | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-З1 A-2-У1<br>A-2-B1 A-3-З1<br>A-3-У1 A-3-B1 | Л1.4<br>Э1              |  |     |    |
| 2.2  | Металлические волокна. Технология получения металлических волокон и их свойства.<br><br>Стеклянные и кварцевые волокна.<br><br>Органические волокна. Арамидные и полиэтиленовые волокна.<br><br>Волокна тугоплавких соединений. Углеродные волокна. Структура и свойства керамических волокон. /Лек/   | 6 | 2 | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-З1 A-2-У1<br>A-2-B1 A-3-З1<br>A-3-У1 A-3-B1 | Л1.2 Л1.4<br>Э1         |  |     |    |
| 2.3  | Определение содержания армирующего компонента методом микроструктурного анализа. /Пр/  | 6 | 4 | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-З1 A-2-У1<br>A-2-B1 A-3-З1<br>A-3-У1 A-3-B1 | Л1.3<br>Э1              |  |     |    |
| 2.4  | Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. /Ср/  | 6 | 6 | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-З1 A-2-У1<br>A-2-B1 A-3-З1<br>A-3-У1 A-3-B1 | Л1.2 Л1.3<br>Л1.4<br>Э1 |  |     | Р1 |
| 2.5  | Исследование механических свойств композиционного материала /Лаб/  | 6 | 6 | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-З1 A-2-У1<br>A-2-B1 A-3-З1<br>A-3-У1 A-3-B1 | Э1                      |  |     |    |
|      | <b>Раздел 3. Технология получения современных композиционных материалов</b>  |   |   |  |                         |  |     |    |



|     |  |   |   |  |                 |  |  |  |
|-----|--|---|---|--|-----------------|--|--|--|
| 3.1 | Производство композиционных материалов на основе металлических матриц. Особенности получения, свойства, области применения. /Лек/  | 6 | 1 | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-31 A-2-У1<br>A-2-B1 A-3-31<br>A-3-У1 A-3-B1 | Л1.2 Л2.1<br>Э1 |  |  |  |
| 3.2 | Дисперсно-упрочненные композиционные материалы. Общая характеристика ДКМ и механизм упрочнения. Методы получения дисперсно-упрочненных композитов. Области применения ДКМ. /Лек/   | 6 | 1 | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-31 A-2-У1<br>A-2-B1 A-3-31<br>A-3-У1 A-3-B1 | Л1.5Л2.1<br>Э1  |  |  |  |
| 3.3 | Псевдосплавы. Основные виды псевдосплавов: особенности получения, свойства, области применения. /Лек/  | 6 | 1 | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-31 A-2-У1<br>A-2-B1 A-3-31<br>A-3-У1 A-3-B1 | Л1.4<br>Э1      |  |  |  |
| 3.4 | Эвтектические композиционные материалы. Технология и свойства ЭКМ. Методы и условия получения эвтектических композиционных материалов. /Лек/   | 6 | 2 | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-31 A-2-У1<br>A-2-B1 A-3-31<br>A-3-У1 A-3-B1 | Л1.5<br>Э1      |  |  |  |
| 3.5 | Основные технологические процессы получения полимерных композиционных материалов. Получение заготовок для ПКМ в виде препрегов. Наполнители, их классификация в зависимости от природы и структуры. /Лек/  | 6 | 1 | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-31 A-2-У1<br>A-2-B1 A-3-31<br>A-3-У1 A-3-B1 | Л1.3 Л1.4<br>Э1 |  |  |  |
| 3.6 | Технологические процессы изготовления композиционных материалов на основе металлических матриц.<br><br>Особенности технологических процессов изготовления дисперсно-упрочненных композиционных материалов.<br><br>Особенности технологических процессов изготовления псевдосплавов.<br><br>Особенности технологических процессов изготовления эвтектических композиционных материалов.<br>/Пр/ | 6 | 4 | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-31 A-2-У1<br>A-2-B1 A-3-31<br>A-3-У1 A-3-B1 | Л1.5<br>Э1      |  |  |  |

|      |   |   |   |  |                         |  |  |    |
|------|---|---|---|--|-------------------------|--|--|----|
| 3.7  | Технологические процессы производства изделий из полимерных композиционных материалов. /Пр/   | 6 | 4 | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-З1 A-2-У1<br>A-2-B1 A-3-З1<br>A-3-У1 A-3-B1 | Л1.4 Л2.1<br>Э1         |  |  |    |
| 3.8  | Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. /Ср/   | 6 | 6 | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-З1 A-2-У1<br>A-2-B1 A-3-З1<br>A-3-У1 A-3-B1 | Л1.4 Л1.5<br>Л2.1<br>Э1 |  |  |    |
| 3.9  | Изготовление изделий из полимерных композиционных материалов /Лаб/  | 6 | 6 | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-З1 A-2-У1<br>A-2-B1 A-3-З1<br>A-3-У1 A-3-B1 | Э1                      |  |  | Р4 |
| 3.10 | Получение полимерного композиционного материала /Лаб/   | 6 | 6 | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-З1 A-2-У1<br>A-2-B1 A-3-З1<br>A-3-У1 A-3-B1 | Э1                      |  |  | Р5 |
|      | <b>Раздел 4. Перспективные композиционные материалы</b>   |   |   |  |                         |  |  |    |
| 4.1  | Керамические композиционные материалы. Композиционные материалы, упрочненные частицами и волокнами. Слоистые композиты. Основы технологии получения керамических композиционных материалов. /Лек/ | 6 | 1 | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-З1 A-2-У1<br>A-2-B1 A-3-З1<br>A-3-У1 A-3-B1 | Л1.5<br>Э1              |  |  |    |
| 4.2  | Углерод-углеродные композиционные материалы. Основные технологические схемы производства УУКМ. Схемы укладки углеродных волокон. Свойства УУКМ и области применения. /Лек/                        | 6 | 1 | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-З1 A-2-У1<br>A-2-B1 A-3-З1<br>A-3-У1 A-3-B1 | Л2.1 Л1.6<br>Э1         |  |  |    |
| 4.3  | Композиционные наноматериалы. Нанокompозиты из керамики и полимеров. Слоистые нанокompозиты. Нанокompозиты, содержащие металлы или полупроводники. Молекулярные композиты. /Лек/                  | 6 | 1 | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-З1 A-2-У1<br>A-2-B1 A-3-З1<br>A-3-У1 A-3-B1 | Л1.1<br>Э1              |  |  |    |
| 4.4  | Методы определения механических свойств композиционных материалов. Основные особенности свойств композитов. /Лек/   | 6 | 1 | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-З1 A-2-У1<br>A-2-B1 A-3-З1<br>A-3-У1 A-3-B1 | Л1.2<br>Э1              |  |  |    |
| 4.5  | Получение керамического композиционного материала, упрочненного частицами, и определение его свойств. Контрольная работа № 1 /Пр/   | 6 | 2 | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-З1 A-2-У1<br>A-2-B1 A-3-З1<br>A-3-У1 A-3-B1 | Л1.6<br>Э1              |  |  |    |

|      |   |   |   |  |                         |  |  |    |
|------|---|---|---|--|-------------------------|--|--|----|
| 4.6  | Проектирование и расчет компонентов композиционных материалов с хаотично ориентированными дискретными волокнами. /Пр/         | 6 | 4 | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-31 A-2-У1<br>A-2-B1 A-3-31<br>A-3-У1 A-3-B1 | Л1.1 Л1.2<br>Э1         |  |  |    |
| 4.7  | Критерии конструирования композиционных материалов. Проектирование структуры и расчет свойств композиционных материалов. /Пр/ | 6 | 4 | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-31 A-2-У1<br>A-2-B1 A-3-31<br>A-3-У1 A-3-B1 | Л1.2<br>Э1              |  |  |    |
| 4.8  | Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. /Ср/   | 6 | 5 | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-31 A-2-У1<br>A-2-B1 A-3-31<br>A-3-У1 A-3-B1 | Л1.2 Л1.5<br>Л1.6<br>Э1 |  |  |    |
| 4.9  | Проектирование структуры и расчет свойств композиционных материалов /Пр/  | 6 | 6 | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-31 A-2-У1<br>A-2-B1 A-3-31<br>A-3-У1 A-3-B1 | Э1                      |  |  |    |
| 4.10 | Проектирование структуры и расчет свойств композиционных материалов /Лаб/   | 6 | 6 | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-31 A-2-У1<br>A-2-B1 A-3-31<br>A-3-У1 A-3-B1 | Э1                      |  |  | Р6 |

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

| Код КМ | Контрольное мероприятие   | Проверяемые индикаторы компетенций        | Вопросы для подготовки  |
|--------|---|---|---|
| КМ1    | Методы получения композиционных материалов  | A-3-31;A-3-У1;A-3-B1;A-2-31;A-2-У1;A-2-B1 | Методы получения композиционных материалов  |
| КМ2    | Методы исследования упругих и прочностных характеристик композиционного материала | A-2-31;A-2-У1;A-2-B1;A-1-У1;A-1-B1        | Методы исследования упругих и прочностных характеристик композиционного материала |

#### 5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

| Код работы | Название работы  | Проверяемые индикаторы компетенций                      | Содержание работы   |
|------------|--|---|---|
| Р1         | Исследование механических свойств композиционного материала                | A-1-B1;A-1-У1;A-2-B1;A-2-У1;A-2-31                      | Проведение испытаний на растяжение и сжатие композиционного материала   |
| Р2         | Получение композиционного материала  | A-1-B1;A-2-B1;A-1-У1;A-2-У1;A-2-31;A-3-B1;A-3-У1;A-3-31 | Подготовка составляющих материалов для полчнения композиционного материалв, выбор метода получеия и получение композиционного материала |
| Р3         | Исследование упругих и прочностных характеристик композиционного материала | A-3-31;A-3-У1;A-3-B1;A-2-31;A-2-У1;A-2-B1               | Исследование упругих и прочностных характеристик композиционного материала  |

|    |   |                                    |   |
|----|---|------------------------------------|---|
| P4 | Изготовление изделий из полимерных композиционных материалов        | A-1-B1;A-1-Y1;A-2-B1;A-2-31;A-2-Y1 | Изготовление изделий из полимерных композиционных материалов        |
| P5 | Получение полимерного композиционного материала                     | A-1-B1;A-1-Y1;A-2-B1;A-2-Y1;A-2-31 | Получение полимерного композиционного материала                     |
| P6 | Проектирование структуры и расчет свойств композиционных материалов | A-1-B1;A-1-Y1;A-2-B1;A-2-31;A-2-Y1 | Проектирование структуры и расчет свойств композиционных материалов |

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

По данному курсу не предусмотрен экзамен.

### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Шкала оценивания знаний обучающихся на зачете

Оценка «зачет» - обучающийся показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу.

Оценка «не зачет» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

Оценка «не явка» – обучающийся на экзамен не явился.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

|      | Авторы, составители  | Заглавие   | Библиотека             | Издательство, год   |
|------|--|--|------------------------|---|
| Л1.1 | Грахов А. Е., Ю-Винг М., Жонг-Женг Ю.                      | Полимерные нанокompозиты: монография   | Электронная библиотека | Москва: РИЦ Техносфера, 2011                                    |
| Л1.2 | Капитонов А. М., Редькин В. Е.                             | Физико-механические свойства композиционных материалов: упругие свойства: монография   | Электронная библиотека | Красноярск: Сибирский федеральный университет (СФУ), 2013       |
| Л1.3 | Ляхов Н. З.  | Металлополимерные нанокompозиты (получение, свойства, применение): монография  | Электронная библиотека | Новосибирск: Сибирское отделение Российской академии наук, 2005 |
| Л1.4 | Кобелев А. Г., Лысак В. И., Чернышев В. Н., Кузнецов Е. В. | Материаловедение и технология композиционных материалов: учебник для студ. вузов спец. 110600 'Обработка металлов давлением', 110800 'Композиционные и порошковые материалы, покрытия' | Библиотека МИСиС       | М.: Интермет инжиниринг, 2006                                   |
| Л1.5 | Варенков Анатолий Николаевич, Донских Наталия Михайловна   | Композиционные материалы: Учеб. пособие по выполнению курсовой работы для студ. спец. 070800   | Библиотека МИСиС       | М.: Учеба, 2000   |
| Л1.6 | Лаптев Александр Иванович, Ермолаев Андрей Алексеевич      | Алмазные поликристаллические материалы. Механизм и кинетика синтеза поликристаллического алмаза: учеб. пособие   | Библиотека МИСиС       | М.: Учеба, 2008   |

#### 6.1.2. Дополнительная литература

|      | Авторы, составители                                      | Заглавие  | Библиотека       | Издательство, год |
|------|--|---|------------------|-------------------|
| Л2.1 | Блинков Игорь Викторович,<br>Челноков Валентин Сергеевич | Композиционные материалы: учеб. пособие для студ. вузов напр. 651800-Физическое материаловедение и спец. 070800-Физ.-хим. методы исслед. процессов и материалов | Библиотека МИСиС | М.: Учеба, 2004   |

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

|    |                         |   |
|----|-------------------------|---|
| Э1 | GE BN Technical Support | <a href="http://www.qdusa.com/techsupport/index.html">http://www.qdusa.com/techsupport/index.html</a> |
|----|-------------------------|---|

### 6.3 Перечень программного обеспечения

|     |   |
|-----|---|
| П.1 | Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr |
| П.2 | Microsoft Office  |

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

|     |  |
|-----|--|
| И.1 | Интерактивная система Менделеева <a href="http://www.ptable.com">http://www.ptable.com</a> |
|-----|--|

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

| Ауд.                           | Назначение   | Оснащение   |
|--------------------------------|--|---|
| Любой корпус<br>Мультимедийная | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий: | комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus |
| Холл библиотеки (Б)            |  | 25 компьютеров, комплект специализированной мебели  |
| АВ-102А                        | Лаборатория динамического анализа и теплопроводности:  | динамический механический анализатор - 1 шт., калориметр - 1 шт., дилатометр - 1 шт., анализатор теплопроводности - 1 шт  |
| Любой корпус<br>Мультимедийная | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий: | комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus |

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Дисциплина подготовки аспиранта предусматривает ФОС как комплекс педагогических измерительных материалов и оценочных средств для определения качества результатов обучения и уровня сформированности компетенций обучающихся в ходе освоения, в частности, дисциплины. ФОС является составной частью учебно-методического обеспечения учебных дисциплин, служит для оценки успешности освоения обучающимися дисциплины и способствует повышению качества образовательного процесса.

Вид промежуточной аттестации по дисциплине, установленный учебным планом, определяет состав ФОС. Общая процедура и сроки проведения оценочных мероприятий соответствуют регламентам текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.