

|  |   |        |
|--|---|--------|
| Документ подписан простой электронной подписью<br>Информация о владельце:<br>ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич<br>Должность: Ректор |  МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ<br>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») |        |
| Дата подписания: 17.06.2025 15:30:48<br>Уникальный программный ключ:<br>04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a9788b8732723                 | Рабочая программа дисциплины "Материаловедение наноматериалов и наносистем" по направлению подготовки (специальности) 22.03.01 "Материаловедение и технологии материалов" направленности (профиль) Физико-химия процессов и материалов ФГБОУ ВО «ЧелГУ»             | стр. 1 |

## **Рабочая программа дисциплины (модуля)\***

**Материаловедение наноматериалов и наносистем**

Направление подготовки (специальность)

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Направленность (профиль)

Физико-химия процессов и материалов

Присваиваемая квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2025

\*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Челябинск 2025 г.



## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
  - 6.1. Перечень видов оценочных средств
  - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
  - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
  - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
  - 7.1. Рекомендуемая литература
  - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
  - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья



### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель курса «Материаловедение наноматериалов и наносистем» состоит в формировании системы знаний в области наноматериалов и наносистем, овладении теорией и методами получения различных наноразмерных материалов.

Задачами изучения дисциплины являются:

1. Овладение фундаментальными понятиями, законами и теориями материаловедения наноматериалов и наносистем;
2. овладение методами теоретического и экспериментального исследования наноматериалов и наносистем.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов:

ОПК-1.1. Использует математический аппарат для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования физических и химических систем, явлений и процессов

ОПК-1.2. использует физические законы и принципы в своей профессиональной деятельности

ОПК-1.3. использует основные экспериментальные методы определения физико-химических свойств материалов и изделий из них

ПК-1.1: Знает основные требования к достижению технического уровня изделий из наноструктурированных композиционных материалов с учетом опыта ведущих организаций

ПК-1.2: Умеет: анализировать имеющиеся литературные данные по взаимосвязи дисперсного состава и свойств наноструктурированных материалов; обеспечивать соблюдение требований стандартов, технических условий и нормативной документации на всех стадиях проектирования изделий из наноструктурированных композиционных материалов

ПК-1.3: Владеет навыками формирования технических заданий на приобретение сырья и вспомогательных материалов для производства наноструктурированных композиционных материалов

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.О.10

#### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Физика

Сопротивление материалов

Неорганическая и органическая химия

Физическая химия

#### 2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Методы физико-химических исследований

Спецсеминар по направлению

Фазовые равновесия и структурообразование

Коррозия и защита металлов

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Физика прочности и механические свойства материалов

Физические свойства твердых тел

Производственная практика (научно-исследовательская работа)

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**ОПК-1: Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания**

**Знать:**

Для достижения ОПК-1.1: основные понятия и разделы физики дисперсных систем, методы экспериментального исследования материалов

**Уметь:**



Рабочая программа дисциплины "Материаловедение наноматериалов и наносистем" по направлению подготовки (специальности) 22.03.01 "Материаловедение и технологии материалов" направленности (профилю) Физико-химия процессов и материалов ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 4

Для достижения ОПК-1.2: применять основные формулы, законы физики наноструктурированных материалов для исследовательских работ;

**Владеть:**

Для достижения ОПК-1.3: навыком решения конкретных инженерных и физических задач.

**ПК-1: Способен анализировать опыт ведущих организаций, организовывать проведение НИР по проектированию и разработке наноструктурированных композиционных материалов и внедрять результаты исследований в новые технологии**

**Знать:**

Для достижения ПК-1.1: Основные разделы материаловедения наноструктурированных материалов;

**Уметь:**

Для достижения ПК-1.2: организовывать проведение комплексных исследований структуры и свойств наноструктурированных композиционных материалов и внедрять результаты исследований в новые технологии

**Владеть:**

Для достижения ПК-1.3: основными методами исследования структуры материалов

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

|            |   |
|------------|---|
| <b>3.1</b> | <b>Знать:</b>   |
| 3.1.1      | основные понятия и разделы физики дисперсных систем, методы экспериментального исследования материалов  |
| <b>3.2</b> | <b>Уметь:</b>   |
| 3.2.1      | применять основные формулы, законы физики наноструктурированных материалов для исследовательских работ; |
| <b>3.3</b> | <b>Владеть:</b>   |
| 3.3.1      | навыком решения конкретных инженерных и физических задач.   |

**4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| <b>Общая трудоемкость</b>     | <b>4 ЗЕТ</b>                             |
| Часов по учебному плану : 144 | Виды контроля в семестрах:<br>экзамены 6 |
| в том числе :                 |  |
| аудиторные занятия : 68       |  |
| самостоятельная работа : 47   |  |
| часов на контроль : 18        |  |
| контактная работа: 79         |  |
| ИКР: 11                       |  |

**5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/  | Семестр / Курс | Часов | Литература   |
|-------------|--|----------------|-------|--|
|             | <b>Раздел 1. Введение</b>  |                |       |  |
| 1.1         | Материаловедение и применение материалов. Классификация дисперсных систем /Лек/  | 6              | 4     | Л1.1 Л1.2 Л1.3<br>Л1.4 Л1.5Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3    |
| 1.2         | Исследование закономерностей фазовых превращений в наноструктурированных материалах /Лаб/  | 6              | 10    | Л1.1 Л1.2 Л1.3<br>Л1.5 Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3    |
| 1.3         | Классификация материалов по техническому назначению. Виды материалов: золи, гели, суспензии, коллоидные растворы, фуллерены, углеродные нанотрубки, биомембраны /Ср/ | 6              | 23    | Л1.1 Л1.2 Л1.3<br>Л1.5 Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 |
|             | <b>Раздел 2. Методы синтеза наноразмерных материалов</b>   |                |       |  |



|  |  |   |    |  |
|--|--|---|----|--|
| 2.1  | Механосинтез /Лек/   | 6 | 2  | Л1.1 Л1.2 Л1.3<br>Л1.5 Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3    |
| 2.2  | Метод физического диспергирования /Лек/  | 6 | 2  | Л1.1 Л1.2 Л1.3<br>Л1.5 Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3    |
| 2.3  | Осаждение из коллоидных растворов (химическое диспергирование). /Лек/                | 6 | 2  | Л1.1 Л1.2 Л1.3<br>Л1.5 Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3    |
| 2.4  | Способы консолидации наноразмерных порошков /Лек/                                    | 6 | 2  | Л1.1 Л1.2 Л1.3<br>Л1.5 Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3    |
| 2.5  | Исследование дисперсного состава с помощью микроскопии /Лаб/                         | 6 | 2  | Л1.1 Л1.2 Л1.3<br>Л1.5 Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3    |
| 2.6  | Методы диспергирования. /Ср/   | 6 | 16 | Л1.1 Л1.2 Л1.3<br>Л1.5 Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 |
| <b>Раздел 3. Физико-химические основы получения наноструктурных материалов</b>     |  |   |    |  |
| 3.1  | Формирование наноматериалов по механизму «снизу-вверх». /Лек/                        | 6 | 2  | Л1.1 Л1.2 Л1.3<br>Л1.5 Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3    |
| 3.2  | Формирование наноматериалов по механизму «сверху-вниз /Лек/                          | 6 | 2  | Л1.1 Л1.2 Л1.3<br>Л1.5 Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3    |
| <b>Раздел 4. Влияние размера зерен и границ раздела на свойства наноматериалов</b> |  |   |    |  |
| 4.1  | Особенности термодинамических свойств наносред /Лек/                                 | 6 | 2  | Л1.1 Л1.2 Л1.3<br>Л1.5 Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3    |
| 4.2  | Структура наноразмерных материалов. Характеристики дисперсности наноматериалов /Лек/ | 6 | 2  | Л1.1 Л1.2 Л1.3<br>Л1.5 Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3    |
| 4.3  | Поверхность, границы, морфология наноматериалов /Лек/                                | 6 | 2  | Л1.1 Л1.2 Л1.3<br>Л1.5 Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3    |
| 4.4  | Тепловые и электрические свойства наноматериалов /Лек/                               | 6 | 2  | Л1.1 Л1.2 Л1.3<br>Л1.5 Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3    |
| 4.5  | Ферромагнитные свойства наноматериалов /Лек/   | 6 | 2  | Л1.1 Л1.2 Л1.3<br>Л1.5 Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3    |



|   |  |   |    |  |
|---|--|---|----|--|
| 4.6   | Диффузия в наноматериалах. Химические свойства наноматериалов /Лек/                              | 6 | 2  | Л1.1 Л1.2 Л1.3<br>Л1.5 Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3    |
| 4.7   | Механические характеристики дисперсных сред /Лек/  | 6 | 2  | Л1.1 Л1.2 Л1.3<br>Л1.5 Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3    |
| 4.8   | Влияние дисперсности на упруго-прочностные характеристики наноструктурированного материала /Лаб/ | 6 | 4  | Л1.1 Л1.2 Л1.3<br>Л1.5 Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3    |
| 4.9   | Исследование упруго-прочностных характеристик с применением испытательной машины МИ-20УМ /Лаб/   | 6 | 8  | Л1.1 Л1.2 Л1.3<br>Л1.5 Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3    |
| 4.10  | Исследование дисперсного состава с помощью микроскопии /Лаб/                                     | 6 | 4  | Л1.1 Л1.2 Л1.3<br>Л1.5 Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3    |
| 4.11  | Определение дисперсных характеристик с применением сендиментометра /Лаб/                         | 6 | 6  | Л1.1 Л1.2 Л1.3<br>Л1.5 Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3    |
| 4.12  | Свойства наноматериалов. Сверхпластичность. Применение наноматериалов /Ср/                       | 6 | 4  | Л1.1 Л1.2 Л1.3<br>Л1.5 Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 |
| <b>Раздел 5. Методы определения размеров малых частиц</b> |  |   |    |  |
| 5.1   | Электронная микроскопия /Лек/  | 6 | 2  | Л1.1 Л1.2 Л1.3<br>Л1.5 Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3    |
| 5.2   | Дифракционный метод, определение фазового состава /Лек/  | 6 | 2  | Л1.1 Л1.2 Л1.3<br>Л1.5 Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3    |
| 5.3   | Методы определения размеров малых частиц /Ср/  | 6 | 4  | Л1.1 Л1.2 Л1.3<br>Л1.5 Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 |
| <b>Раздел 6. Иная контактная работа</b>                   |  |   |    |  |
| 6.1   | Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/  | 6 | 11 | Л1.1 Л1.2 Л1.3<br>Л1.5 Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 |

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

Отчеты по лабораторным работам, контрольные работы, вопросы к экзамену

### 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

На лабораторных занятиях студенты должны предварительно пройти инструктаж по технике безопасности в лабораториях кафедры физики конденсированного состояния и быть допущенными к выполнению лабораторных работ.

При выполнении лабораторных работ студенты должны ознакомиться с методическими указаниями по соответствующим работам. Студенты изучают принципы и устройства работы оборудования и приступают к



выполнению работы в присутствии инженера лаборатории. По завершению выполнения лабораторной работы студенты оформляют отчет согласно примеру:

Примеры оформления отчета по лабораторной работе

Лабораторная работа №\_\_

Название

Работу выполнил студент группы ФФ-303,  
Очной формы обучения,  
Направления подготовки «Материаловедение и технологии материалов»  
Иванов Иван Иванович  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Проверил:

Ф.И.О. преподавателя, должность

оценка

Цель работы: \_\_\_\_\_

Объекты исследования: \_\_\_\_\_

Методы исследования: \_\_\_\_\_

Краткая теория

В краткой теории излагаются теоретические основы, необходимые для выполнения лабораторной работы, обработке полученных результатов.

Результаты

Приводятся измерения, основные математические выкладки обработки данных, графическое представление результатов.

Выводы

Обсуждение и выводы по работе

Примеры вопросов для контрольной работы

1. Описать основные методы получения наноструктурированных материалов.
2. Основные узлы рентгеновского дифрактометра.

### 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Вопросы к экзамену

1. Дисперсная система (наносистема)
2. Классификация дисперсных систем по агрегатному состоянию
3. Классификация дисперсных систем по размерам
4. Классификация дисперсных систем по мерности
5. Методы получения наноразмерных материалов
6. Метод механического измельчения
7. Метод интенсивной пластической деформации
8. Получение материалов механическим воздействием различных сред
9. Метод химического диспергирования
10. Способы консолидации наноразмерных порошков
11. Физико-химические основы получения наноструктурированных материалов
12. Формирование наноматериалов по механизму «снизу-вверх»
13. Формирование наноматериалов по механизму «сверху-вниз»



14. Особенности термодинамических свойств наносред
15. Структура наноразмерных материалов
16. Характеристики дисперсности наноматериалов
17. Поверхность, границы, морфология наноматериалов
18. Электрические свойства наноматериалов
19. Магнитные свойства наноматериалов
20. Тепловые свойства наноматериалов
21. Оптические характеристики наноматериалов
22. Химические свойства наноматериалов
23. Стабильность наноструктур
24. Методы изучения свойств наноматериалов
25. Исследование размерных характеристик
26. Определение элементного состава
27. Определение фазового состава
28. Методы изучения поверхности наноматериалов
29. Применение наноматериалов

#### 6.4. Критерии оценивания

Текущий контроль теоретических знаний производится в виде контрольных и отчетов по лабораторным занятиям. Номер варианта выполнения лабораторной работы назначается преподавателем. Контрольные работы, предусматривающие проверку теоретических знаний, включают два теоретических вопроса. Успешный ответ на теоретический вопрос и выполнение лабораторных работ влияют на допуск к экзамену (6 семестр). Студенты, которые успешно решили контрольные и выполнили лабораторные работы освобождаются от 3-го вопроса в билете (т.е. описания методов экспериментального исследования наноструктур).

На экзамене студент получает оценку «удовлетворительно» в случае успешной сдачи «теоретического минимума», который включает: знание классификации дисперсных систем, влияние размерных эффектов на свойства наноматериалов (ответ хотя бы на один вопрос в билете).

Оценка «хорошо» – студент твердо знает учебно-программный материал, грамотно и по существу излагает его, но при этом допускаются не грубые ошибки при ответе (ответ на два вопроса в билете).

Оценка «отлично» – студент должен продемонстрировать отличное знание материала, как лекционных занятий, так и тем, выносимых на самостоятельное обучение, ответив на все вопросы в билете.

### 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

#### 7.1. Рекомендуемая литература

##### 7.1.1. Основная литература

|      | Авторы,   | Заглавие  | Издательство,                          | Ресурс |
|------|---|---|--|--------|
| ЛП.1 | Сафонова Л. П.,<br>Королев В. В.,<br>Савельев В. И. | Физическая химия дисперсных систем<br>( <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=4465">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=4465</a> ) | Иваново :<br>ИГХТУ, 2007               | ЭБС    |
| ЛП.2 | Ржевская С. В.                                      | Материаловедение: учебник для вузов: учебник<br>( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=89943">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=89943</a> )             | Москва : Логос,<br>2006                | ЭБС    |
| ЛП.3 | Гусев А. И.   | Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии  | Москва :<br>Физматлит, 2007            |        |
| ЛП.4 | Рогов В. А.   | Наноматериалы и нанотехнологии: учебник для вузов<br>( <a href="https://urait.ru/bcode/559157">https://urait.ru/bcode/559157</a> )  | Москва : Юрайт,<br>2025                | ЭБС    |
| ЛП.5 | Смирнов В.И.  | Физические основы нанотехнологий и наноматериалы:<br>учебное пособие<br>( <a href="https://znanium.com/catalog/document?id=434808">https://znanium.com/catalog/document?id=434808</a> )     | Вологда : Инфра-<br>Инженерия,<br>2023 | ЭБС    |

##### 7.1.2. Дополнительная литература

|  | Авторы, | Заглавие | Издательство, | Ресурс |
|--|---------|----------|---------------|--------|
|--|---------|----------|---------------|--------|



|      | Авторы,   | Заглавие  | Издательство,   | Ресурс |
|------|---|---|---|--------|
| Л2.1 | Городниченко В. И., Давиденко Б. Ю., Исаев В. А., Ржевская С. В., Шведов И. М., Янченко Г. А., Ржевская С. В. | Материаловедение: практикум: учебное пособие ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=89915">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=89915</a> )  | Москва : Логос, 2006  | ЭБС    |
| Л2.2 | Гарифуллин Ф. А., Аюпов Р. Ш., Жилияков В. В.   | Материаловедение и технология конструкционных материалов: учебно-методическое пособие ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=258639">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=258639</a> ) | Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2013 | ЭБС    |

### 7.1.3. Методические разработки

|      | Авторы,   | Заглавие  | Издательство,  | Ресурс |
|------|---|---|--|--------|
| Л3.1 | Лулицкая Ю. А., Фазлитдинова А. Г., Ховайло В. В. | Диагностика структуры и свойств материалов: учебно-методическое пособие | Челябинск: Издательство Челябинского государственного университета, 2017 |        |

### 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

|    |  |  |  |  |
|----|--|--|--|--|
| Э1 | Лань [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Лань. URL: <a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>                                      |  |  |  |
| Э2 | Университетская библиотека онлайн [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / ООО Директмедиа Паблишинг. URL: <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a> |  |  |  |
| Э3 | Юрайт [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Юрайт. URL: <a href="https://urait.ru">https://urait.ru</a>  |  |  |  |
| Э4 | eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. URL: <a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a>                       |  |  |  |

### 7.3 Перечень информационных технологий

#### 7.3.1 Программное обеспечение

|                       |
|-----------------------|
| Adobe Reader          |
| WinDjView             |
| LMS Moodle            |
| Adobe Connect Acrobat |
| Ubuntu Linux          |
| LibreOffice           |
| OpenOffice            |
| ПО Kaspersky          |

#### 7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

|   |
|---|
| 1. Электронный каталог научной библиотеки ЧелГУ [Электронный ресурс] : база данных / Челяб. гос. ун-т. – Челябинск, 1992.   |
| 2. APS JOURNALS. Physical Review Letters, Physical Review X, Physical Review, and Reviews of Modern Physics : журналы American Physical Society : сайт. – URL: <a href="http://journals.aps.org/about">http://journals.aps.org/about</a> – Яз. англ. – Режим доступа: только из сети университета. – Текст : электронный. |
| 3. Web of Science : мультидисциплинарная реферативная база данных / компания Thomson Reuters. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.   |
| 4. Scopus : реферативная база данных / Elsevier BV. – URL: <a href="http://www.scopus.com/">http://www.scopus.com/</a> – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.  |



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Рабочая программа дисциплины "Материаловедение наноматериалов и наносистем" по направлению подготовки (специальности) 22.03.01 "Материаловедение и технологии материалов" направленности (профилю) Физико-химия процессов и материалов ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 10

5. Springer Link : [сайт]. – URL: <http://link.springer.com/> – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.

6. Виртуальная лаборатория "Материаловедение"

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Освоение дисциплины осуществляется в учебной аудитории первого корпуса, рассчитанной на 25 студентов.

Для успешного освоения дисциплины аудитория должна быть оборудована мультимедийным комплексом и экраном для демонстрации слайдовых презентаций.

Используются электронный читальный зал научной библиотеки ЧелГУ (аудитория 206) и учебная лаборатория вычислительной физики кафедры теоретической физики (аудитория 222) для самостоятельной работы студента, оснащенные персональными компьютерами, мультимедийной аппаратурой. В аудиториях обеспечен доступ к различной справочной литературе, энциклопедиям, библиографическим и полнотекстовым базам данных, информационным ресурсам «Интернет».

На кафедре физики конденсированного состояния имеются специализированные лаборатории:

Лаборатория рентгеноструктурного анализа №126, Центр коллективного пользования «Наукоемкие технологии» 126 в, 126 г

Рентгеновский дифрактометр ДРОН-3, рентгеновский порошковый дифрактометр Bruker D8 Advance, шаровая мельница FRITSCH, энерго-дисперсионный рентгеновский спектрометр ARL QUANT'X, компьютеры с специализированным программным обеспечением – 5 шт.,

Лаборатория электронной микроскопии №121, 123

Электронный микроскоп УЭМВ-100К, вакуумный пост ВУП-4, сканирующий электронный микроскоп JEOL JSM-6510LA, вакуумный пост ВУП-4, вакуумный пост JEOL JEC-3000FC, атомный силовой микроскоп Nanoeducator II, компьютеры с программным обеспечением – 2 шт.

Лаборатория фазовых превращений №131

Дериватографы Q-1500, Q-1000, синхронный термический анализатор Netzsch STA 449 Jupiter, хроматограф, фотокалориметр, оптический микроскоп, металлографические микроскопы МЕТАМ РВ и ЛВ, фотоседиментометр, микротвердомер, испытательная машина МИ-20У, муфельная печь Снол 10/11, мост переменного тока P5030, пресс гидравлический ПГР-10, компьютеры с программным обеспечением – 2 шт.

Совместная с ИРЭ РАН (г.Москва) лаборатория «Физики магнитных явлений» № 101(4)

Установка плавильная электродуговая, Установка для измерения магнитокалорического эффекта, наос вакуумный 2НВР, криогенная система для автономной установки по измерению магнитокалорического эффекта, система вакуумизации для автоматизированной установки по измерению магнитокалорического эффекта, установка по ультратонкой нарезке сплавов, лабораторный вакуумный насос НВП8 (HUMM VAC США), компьютеры – 3 шт.

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

При изучении данной дисциплины используются лекционные, практические занятия и самостоятельная работа студента. На лекционных занятиях преподаватель излагает основное содержание тем программы. Проработку лекционного материала желательно проводить как после каждого занятия, так и по завершению темы. Это позволит связать воедино полученные сведения и составить цельную картину.

На лабораторных занятиях рассматриваются основные методы экспериментального исследования структуры и свойств материалов. Рекомендуется перед каждым лабораторным занятием ознакомиться с теоретическими основами эксплуатации приборов, что позволит лучше усвоить ход работы экспериментального исследования свойств материалов.

Важным моментом при изучении любой дисциплины является организация самостоятельной работы. При освоении материала не следует стремиться к механическому запоминанию приведенных определений, формулировок и положений, если требования к Вам прямо не указывают на это. Вполне эффективной может оказаться попытка понять суть явления, выработать свое отношение к нему, опираясь на материал, содержащийся в рекомендованной литературе. Сказанное особенно эффективно, когда речь идет о таких требованиях, как «понимает» или «имеет представление». Напротив, если Вы имеете дело с требованием к деятельности «должен уметь», то рекомендуется



поупражняться в соответствующем виде деятельности. Все это имеет непосредственное отношение к подготовке к практическим занятиям.

Средствами обучения являются: базовый учебник, дополнительные пособия для организации самостоятельной работы студентов.

Для изучения дисциплины предусмотрены проведение лекционных и лабораторных занятий, а также самостоятельная работа студентов.

Лекционные занятия обеспечивают теоретическое изучение дисциплины. Основными методами обучения являются информационно-объяснительный и проблемный. На лекциях излагается основное содержание тем программы, проводится анализ основных понятий и методов, рассматриваются примеры.

Лабораторные занятия служат для закрепления теоретических основ, излагаемых на лекциях. На занятиях обучаемые овладевают основными методами экспериментального исследования свойств и структуры материалов.

Для проведения текущего промежуточного контроля рекомендуется регулярно проводить письменно-устный опрос на 10 – 15 минут, в конце каждого раздела – контрольную работу. Система контрольных мероприятий должна обеспечивать объективную оценку знаний и навыков студентов, способствовать повышению эффективности всех видов учебных занятий, включая и самостоятельную работу.

Для организации самостоятельной работы студентам следует порекомендовать методические материалы, имеющиеся в Научной библиотеке ЧелГУ. Необходимо подчеркнуть, что для студентов проводятся консультации, каждому студенту при необходимости могут быть выданы индивидуальные задания для самостоятельной работы, позволяющие углубленно изучить отдельные темы дисциплины.

Кроме того, необходимо использовать активные и интерактивные формы проведения занятий.

К интерактивным технологиям обучения, которые могут использоваться при изучении дисциплины

«Материаловедение наноматериалов и наносистем», относятся:

- интерактивные лекции с синхронными слайдами;
- программное обучение, в рамках которого студент должен выполнить тестовые и практические задания, показывающие степень усвоения изучаемого материала;
- учебная дискуссия, цель которой процесс поиска нового знания (преподаватель должен управлять процессом поиска истины и обеспечить правильность выводов.).

В случае применения при обучении дисциплины электронного обучения, дистанционных образовательных технологий общение обучающихся и преподавателя осуществляется в режиме реального времени (онлайн-лекции (вебинары), чаты, видео-конференции и др.) или отложенного времени (система дистанционного обучения Moodle, MS Office365, форумы, электронная почта и др.).

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение, дистанционные образовательные технологии предусматривают возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Реализация дисциплины с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (далее – ЭО, ДОТ) осуществляется на основании «Положения о реализации основных и дополнительных образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Челябинский государственный университет», «Положения о порядке зачета обучающимися по основным профессиональным образовательным программам высшего образования в ФГБОУ ВО «ЧелГУ» результатов освоения в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практик, дополнительных образовательных программ» посредством электронной информационно-образовательной среды ФГБОУ ВО «ЧелГУ». В исключительных случаях (форс-мажор и т.п.) при реализации образовательной деятельности с применением ЭО, ДОТ могут применяться компоненты, не входящие в перечень электронной информационно-образовательной среды.

## **10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося (мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения и с нарушением слуха, ассистивные информационные технологии).

При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными



возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом нарушений их здоровья.

Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств; доступ с помощью специальных технических и программных средств к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах.

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и особенностям восприятия информации.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий.

При проведении промежуточной аттестации по дисциплине обучающимся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается по их заявлению предоставление в доступной форме в зависимости от их индивидуальных особенностей инструкции о порядке проведения промежуточной аттестации, оценочных средств и возможности ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование предоставленных ЧелГУ или собственных технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

