

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор	МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Дата подписания: 05.05.2025 11:37:27 Уникальный программный ключ (специальности) «Наноинженерия» 04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b8322323	Рабочая программа дисциплины "Технологические системы в нанотехнологии" по направлению подготовки направленности (профилю) Нанотехнологии в материаловедении ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1

## Рабочая программа дисциплины (модуля)\*

Технологические системы в нанотехнологии

Направление подготовки (специальность)

28.03.02 Наноинженерия

Направленность (профиль)

Нанотехнологии в материаловедении

Присваиваемая квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2023

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

Челябинск 2023 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 дисциплины – познакомить студентов с основными принципами построения и функционирования технологических систем, свойствами нанообъектов, дать достаточно подробный обзор современного состояния методов получения наноматериалов и наноструктур, областей их применения, а также информацию о процессах, протекающих при получении наноматериалов.

Задачи дисциплины:

- изложение основных технологий синтеза нанокристаллических порошков;
- изложение основ производства наноструктур для электроники;
- изложение основ производства кластеров, фуллеренов и нанотрубок;
- изложение основных методов исследования нанообъектов.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов:

ОПК-2.1. Проводит технико-экономическое обоснование и экономическую оценку проектных решений и инженерных задач.

ОПК-2.2. Рассчитывает длительность выполнения технологических операций с использованием нормативных справочников.

ОПК-2.3. Анализирует и оценивает затраты предприятия (проекта) с учетом инженерных рисков.

ОПК-2.4. Использует исторический подход, категории исторического познания для анализа процессов, фактов и явлений в прошлом и настоящем.

ОПК-2.5. Проводит экологическую оценку проектных решений и инженерных задач.

ОПК-5.1. Определяет перечень оборудования на производстве и в лаборатории, обеспечивающее безопасное производство при изготовлении наноматериалов и изделий из них.

ОПК-5.2. Оценивает технологии изготовления наноматериалов и изделий из них с позиции безопасности и эффективности.

ОПК-7.1. Использует нормативную и технологическую документацию для проектирования и сопровождения производства технических объектов, систем и процессов в области наноинженерии

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.О.13

#### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Аналитическая геометрия

Безопасность жизнедеятельности

Программирование

Современные технологии поиска и обработки информации

Математический анализ

Линейная алгебра

Векторный и тензорный анализ

Введение в специальность

Физика

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

Научно-исследовательская работа

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

Нанометрология

Преддипломная практика



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

#### **ОПК-2: Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла объектов, систем и процессов**

**Знать:**

Для достижения ОПК-2.1, ОПК-2.2: основные понятия и разделы физики ультрадисперсных систем, методы экспериментального исследования материалов

**Уметь:**

Для достижения ОПК-2.3, ОПК-2.4: применять основные формулы и законы физики наноструктурированных материалов для исследовательских работ

**Владеть:**

Для достижения ОПК-2.3, ОПК-2.4, ОПК-2.5: навыками решения конкретных инженерных и физических задач с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений

#### **ОПК-5: Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии**

**Знать:**

Для достижения ОПК-5.1: устройство и принципы работы оборудования, необходимого для получения нанодисперсных порошков, наноструктурированных твердых, жидких и гель-образных материалов, нанопокрывтий и гетероструктур

**Уметь:**

Для достижения ОПК-5.2: составлять схемы технологических процессов и оборудования, необходимого для синтеза наноструктурированных материалов

**Владеть:**

Для достижения ОПК-5.2: навыками использования традиционных и новых технологических процессов, оборудования и материалов по технологической подготовке производства

#### **ОПК-7: Способен проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области наноинженерии**

**Знать:**

Для достижения ОПК-7.1: основные способы и средства получения, хранения и обработки информации; основные принципы описания экспериментальных данных; принципы проектирования технических объектов

**Уметь:**

Для достижения ОПК-7.1: описывать и анализировать экспериментальные результаты; работать с компьютерами и программными средствами обработки информации; проводить проектирование технических объектов, систем и процессов в области наноинженерии

**Владеть:**

Для достижения ОПК-7.1: навыками проектирования технических объектов и составления обзоров и отчетов по конкретной научным исследованиям в области нанотехнологий

#### **В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	устройство и принципы работы основного оборудования для процессов получения нанодисперсных порошков, фуллеренов, наноструктурных твердых, жидких и гель-образных материалов; устройство и принципы работы технологического оборудования получения наноструктурных и градиентных упрочняющих, защитных и функциональных слоев и покрытий; устройство и принципы работы технологического оборудования получения наноразмерных гетероструктур, наноразмерных элементов и объектов, приборов и интегральных схем нанoeлектроники
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	анализировать особенности нанопродуктов и нанотехнологий; составлять схемы технологического оборудования и приборов для нанотехнологических процессов.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>



- 3.3.1 информацией о перспективах развития технологий синтеза нанопорошков и компактных нанокристаллических материалов; информацией о перспективных направлениях применения наноматериалов, методиками определения размеров наночастиц (электронной микроскопией, дифракционными методами, адсорбционными методами); навыками использования традиционных и новых технологических процессов, оборудования и материалов по технологической подготовке производства.

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану : 108 в том числе : аудиторные занятия : 34 самостоятельная работа : 39,4 часов на контроль : 27 контактная работа: 41,6 ИКР: 7,6	Виды контроля в семестрах: экзамены 6

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

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	<b>Раздел 1. Физико-химия получения наноструктурных материалов</b>			
1.1	Формирование наноматериалов по механизму «снизу-вверх». Формирование наноматериалов по механизму «сверху-вниз» /Лек/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4
1.2	Получение наноструктур по механизму «снизу-вверх». Формирование наноматериалов по механизму «сверху-вниз». /Пр/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4
1.3	Физико-химия получения наноструктурных материалов /Ср/	6	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4
	<b>Раздел 2. Диспергационные методы получения нанопорошков металлов и материалов на их основе</b>			
2.1	Механическое дробление. Принципы измельчения материалов. Диспергирование макроскопических частиц в растворах. Ультразвуковое дробление материалов в растворах. Области применения метода. Механохимический синтез нанокомпозитов и наночастиц. Типы механохимических реакций. Метод разложения. Типы химических веществ, применяемые в методе разложения. Условия проведения реакций разложения. /Лек/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4
2.2	Метод разложения. Типы химических веществ, применяемые в методе разложения. Условия проведения реакций разложения. Достоинства и недостатки метода. /Пр/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4
2.3	Диспергационные методы получения нанопорошков металлов и материалов на их основе /Ср/	6	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4
	<b>Раздел 3. Конденсационные методы получения нанопорошков металлов и материалов на их основе</b>			



3.1	Конденсация из газовой фазы. Методы химической конденсации. Плазмохимический метод. Переработка газообразных соединений в плазме. Переработка капельно-жидкого сырья. Достоинства и недостатки метода. Переработка твердых частиц, взвешенных в потоке плазмы. Метод гидролиза в пламени. Метод импульсного лазерного испарения. Сущность метода. Электровзрыв металлических проволок. Достоинства и недостатки метода. Растворные методы. Методы, основанные на различных вариантах смешения исходных компонентов. Методы химического осаждения. Золь-гель метод. /Лек/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4
3.2	Электровзрыв металлических проволок. Гидротермальный метод. Сущность метода. Исходные реагенты для синтеза. Метод комплексоной гомогенизации. Сущность метода. Метод замены растворителя. Синтез под действием микроволнового излучения. Переработка капельно-жидкого сырья. /Пр/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4
3.3	Конденсационные методы получения нанопорошков металлов и материалов на их основе /Ср/	6	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4
<b>Раздел 4. Методы формирования нановолокон и тонких пленок</b>				
4.1	Методы получения нановолокон: растворные методы и методы конденсации из газовой фазы. Техническое оснащение методов. Методы получения дисперсных фаз, состоящих из полых сферических и трубообразных частиц. Виды растворных методов, применяемые для синтеза полых частиц. Условия получения полых частиц. Физические основы термического вакуумного напыления. Устройство и основные элементы рабочей камеры. Определение режимов процесса. Факторы, определяющие равномерность толщины, кристаллическую структуру и адгезию осаждаемых пленок. Распыление ионной бомбардировкой. Разновидности процесса: катодное, высокочастотное, магнетронное распыление. Устройство и основные элементы рабочей камеры. /Лек/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4
4.2	Распыление ионной бомбардировкой. Организация контроля параметров пленок в процессе осаждения. Газофазный и плазмохимический методы осаждения. Особенности осаждения двуокиси кремния, нитрида кремния, окиси алюминия и других материалов. /Пр/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4
4.3	Методы формирования нановолокон и тонких пленок /Ср/	6	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4
<b>Раздел 5. Методы получения тонких слоев и многослойных структур</b>				
5.1	Методы получения упорядоченных наноструктур. Эпитаксия. Эпитаксия металлоорганических соединений из газовой фазы. Методы молекулярного напыления. Электрохимические методы. Сверхбыстрое охлаждение. Сверхтонкие пленки металлов и диэлектриков. /Лек/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4
5.2	Сверхбыстрое охлаждение. Достоинства и недостатки метода. Сверхтонкие пленки металлов и диэлектриков. Достоинства и недостатки метода. /Пр/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4
5.3	Методы получения тонких слоев и многослойных структур /Ср/	6	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4
<b>Раздел 6. Искусственное наноморфообразование</b>				



6.1	Искусственное наноморфообразование. Самоорганизация в наносистемах. Методы синтеза нанокристаллов осаждением в наноструктурированные матрицы. /Лек/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4
6.2	Методы синтеза нанокристаллов осаждением в наноструктурированные матрицы. Сущность метода. Достоинства и недостатки метода. /Пр/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4
6.3	Искусственное наноморфообразование /Ср/	6	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4
<b>Раздел 7. Пучковые и другие методы нанолитографии</b>				
7.1	Электронная нанолитография. Ионная нанолитография. Рентгеновская нанолитография. Возможности пучковых методов литографии. /Лек/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4
7.2	Возможности методов электронной, ионной и рентгеновской нанолитографии. /Пр/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4
7.3	Пучковые и другие методы нанолитографии /Ср/	6	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4
<b>Раздел 8. Получение гибридных полимер-неорганических нанокомпозитов</b>				
8.1	Классификации нанокомпозитов по химической природе матрицы. Классификации нанокомпозитов по форме и характеру укладки наполнителей из наночастиц. Наноструктурированные стекла. Композиционные материалы на их основе. Перспективы создания материалов, устройств и наномашин на современном этапе /Лек/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.7 Л2.9 Э1 Э2 Э3 Э4
8.2	Получение гибридных полимер-неорганических нанокомпозитов /Ср/	6	5,4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.7 Л2.9 Э1 Э2 Э3 Э4
<b>Раздел 9. Устройство и принципы работы интегральных схем нанoeлектроники</b>				
9.1	Понятия «интегральная микросхема» (ИМС), «интегральная технология», «степень интеграции» как понятия объектов наноинженерии. Классификация интегральных микросхем по функциональному назначению, конструктивно-технологическим признакам и серийноспособности. Техно-экономические факторы, обуславливающие необходимость повышения степени интеграции объектов наноинженерии. Технологические и экономические факторы, ограничивающие степень интеграции. Технологические и экономические факторы, вызывающие рост степени интеграции и снижение размеров элементов в ИМС. Появление больших (БИС), сверхбольших (СБИС) и ультрабольших (УБИС) интегральных микросхем. Закон Мура. Понятия «физическая структура ИМС» и «топология ИМС». Рациональная последовательность формирования технологических операций. Понятие «технологическая совместимость» элементов микро- и наносистемной техники. /Лек/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2 Э3 Э4



9.2	Физическая структура и топология интегральных микросхем. Рациональная последовательность формирования технологических операций. Технологическая совместимость элементов микро- и наносистемной техники. /Пр/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2 Э3 Э4
9.3	Устройство и принципы работы интегральных схем нанoeлектроники /Ср/	6	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2 Э3 Э4
<b>Раздел 10. Иная контактная работы</b>				
10.1	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	6	7,6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

контрольные работы, практические задания, тест, вопросы к экзамену

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

Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации представлены в Фондах оценочных средств.

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

Список экзаменационных вопросов:

1. Разновидности наноматериалов.
2. Фундаментальные электронные явления в наноструктурах.
3. Квантовое ограничение.
4. Баллистический транспорт носителей заряда.
5. Туннельные эффекты.
6. Спиновые эффекты.
7. Разновидности нанотехнологий.
8. Формирование наноматериалов по механизму «снизу-вверх».
9. Формирование наноматериалов по механизму «сверху-вниз».
10. Механическое дробление. Принципы измельчения материалов.
11. Диспергирование макроскопических частиц в растворах.
12. Ультразвуковое дробление материалов в растворах.
13. Механохимический синтез нанокомпозитов и наночастиц.
14. Плазмохимический метод.
15. Переработка газообразных соединений в плазме.
16. Переработка капельно-жидкого сырья.
17. Переработка твердых частиц, взвешенных в потоке плазмы.
18. Метод гидролиза в пламени.
19. Метод импульсного лазерного испарения.
20. Метод разложения. Типы химических веществ, применяемые в методе разложения.
21. Методы получения нановолокон: растворные методы и методы конденсации из газовой фазы.
22. Методы получения дисперсных фаз, состоящих из полых сферических и трубообразных частиц.
23. Виды растворных методов, применяемые для синтеза полых частиц. Физические основы термического вакуумного напыления. Устройство и основные элементы рабочей камеры.
24. Электровзрыв металлических проволок.
25. Растворные методы.
26. Золь-гель метод.
27. Гидротермальный метод.
28. Метод комплексонатной гомогенизации.
29. Метод замены растворителя.
30. Синтез под действием микроволнового излучения.
31. Метод быстрого термического разложения прекурсоров в растворе (RTDS). Метод сжигания.



32. Метод Печини.
33. Распыление ионной бомбардировкой. Устройство и основные элементы рабочей камеры.
34. Организация контроля параметров пленок в процессе осаждения.
35. Газофазный и плазмохимический методы осаждения.
36. Эпитаксия металлоорганических соединений из газовой фазы.
37. Методы молекулярного наслаивания.
38. Электрохимические методы.
39. Сверхбыстрое охлаждение.
40. Сверхтонкие пленки металлов и диэлектриков.
41. Искусственное наноморфообразование. Самоорганизация в наносистемах.
42. Методы синтеза нанокристаллов осаждением в наноструктурированные матрицы.
43. Электронная нанолитография.
44. Ионная нанолитография.
45. Рентгеновская нанолитография.
46. Возможности пучковых методов литографии.
47. Классификации нанокompозитов по химической природе матрицы.
48. Классификации нанокompозитов по форме и характеру укладки наполнителей из наночастиц.
49. Наноструктурированные стекла. Композиционные материалы на их основе.
50. Перспективы создания материалов, устройств и наномашин на современном этапе.
51. Интегральные микросхемы.
52. Классификация интегральных микросхем по функциональному назначению,
53. конструктивно-технологическим признакам и серийноспособности.
54. Технично-экономические факторы, обуславливающие необходимость повышения степени интеграции объектов наноинженерии. Технологические и экономические факторы, ограничивающие степень интеграции.
55. Большие, сверхбольшие и ультрабольшие интегральные микросхемы.
56. Закон Мура.
57. Физическая структура и топология интегральных микросхем.
58. Рациональная последовательность формирования технологических операций.
59. Понятие «технологическая совместимость» элементов микро- и наносистемной техники.

#### 6.4. Критерии оценивания

Оценка уровня освоения программы производится в ходе экзамена, проводимого в устно-письменной форме в конце 6-го семестра по темам аудиторных занятий, а так же по темам, выносимым на самостоятельную работу.

Оценка на экзамене

Критерии оценки знаний студентом:

«Отлично» – студент обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала. Исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с поставленными задачами, показывает знания монографического материала. Правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ. Может самостоятельно обобщать и излагать материал, не допуская ошибок, уяснил взаимосвязь основных понятий дисциплины и их значение для приобретения профессии. «Хорошо» – студент твердо знает учебно-программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос. Может правильно применить теоретические положения и владеет необходимыми навыками при выполнении практических задач. «Удовлетворительно» – студент освоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность изложения программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических заданий. «Неудовлетворительно» – студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, с большим затруднением выполняет практические работы.

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

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

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



	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л1.1	Миронов Г. И., Матвеева Е. Л., Байбакова Е. В., Крамин Т. В., Белицкая Г. Н., Тимирасов В. Г.	Нанотехнологии: новый этап в развитии человечества: монография ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=258092">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=258092</a> )	Казань : Познание (Институт ЭУП), 2010	ЭБС
Л1.2	Сергеев Г. Б.	Нанохимия: учебное пособие для вузов	Москва: КДУ, 2009	
Л1.3	Гусев А. И.	Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии	Москва : Физматлит, 2007	
Л1.4		Нанотехнология: физика, процессы, диагностика, приборы: монография ( <a href="https://znanium.com/catalog/document?id=174598">https://znanium.com/catalog/document?id=174598</a> )	Москва : Издательская фирма "Физико- математическая литература" (Ф ИЗМАТЛИТ), 2006	ЭБС
<b>7.1.2. Дополнительная литература</b>				
	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л2.1	Шустиков А. А., Ханнинк Р., Хилл А.	Наноструктурные материалы: монография ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=115678">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=115678</a> )	Москва : РИЦ Техносфера, 2009	ЭБС
Л2.2	Суздаев И. П.	Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов	Москва: Либроком, 2009	
Л2.3	Суздаев И. П.	Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов	Москва: [КомКнига, 2006]	
Л2.4	Клепиков В.В., Таратынов О.В.	Технология машиностроения: технологические системы на ЭВМ: учебник ( <a href="https://znanium.com/catalog/document?id=355229">https://znanium.com/catalog/document?id=355229</a> )	Москва : ООО "Научно- издательский центр ИНФРА- М", 2019	ЭБС
Л2.5	Троян П. Е., Сахаров Ю. В.	Наноэлектроника: учебное пособие ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=208663">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=208663</a> )	Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектрони ки, 2010	ЭБС
Л2.6	Драгунов В. П., Остертак Д. И.	Микро- и наноэлектроника: учебное пособие ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=228941">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=228941</a> )	Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2012	ЭБС
Л2.7	Грахов А. Е., Ю- Винг М., Жонг- Женг Ю.	Полимерные нанокompозиты: монография ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=115690">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=115690</a> )	Москва : РИЦ Техносфера, 2011	ЭБС
Л2.8	Баранова А. А.	Алмазосодержащие абразивные нанокompозиты: практическое пособие ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=141894">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=141894</a> )	Минск : Белорусская наука, 2012	ЭБС



	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л2.9	Козлов Г. В., Заиков Г. Е., Стоянов О. В., Кочнев А. М.	Дисперсно-наполненные полимерные нанокompозиты: монография ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=258354">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=258354</a> )	Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2012	ЭБС

### 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	Юрайт [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Юрайт. URL: <a href="https://biblio-online.ru">https://biblio-online.ru</a>
Э3	Университетская библиотека онлайн [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / ООО Директмедиа Паблишинг. URL: <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.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

MS Office365
Adobe Reader
WinDjView
PascalABC
LMS Moodle
Adobe Connect Acrobat
OpenOffice
LibreOffice

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

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

Освоение дисциплины осуществляется в учебной аудитории первого корпуса, рассчитанной на 25 студентов. Если занятия ведутся для потока студентов, то дисциплина ведется в лекционной аудитории первого корпуса, рассчитанной на 100 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».



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

Студенту следует равномерно в течение семестра распределять учебную нагрузку по изучению лекционного материала, самостоятельной работе по темам, выносимым на СРС. При возникновении вопросов по темам, выносимым на СРС, следует обратиться за консультацией к преподавателю, ведущему лекционные занятия. При подготовке к практическим занятиям студенты могут пользоваться электронными материалами, размещенными на сайтах конференций, электронными книгами и доступом к ведущим периодическим журналам, имеющимся в научной библиотеке университета. Студентам необходимо изучить литературу, рекомендуемую преподавателями. 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. Также рекомендуется равномерно распределять нагрузку самостоятельного обучения в течение семестра.

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 применять 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 голо информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося.

1. Мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения: портативный компьютер с вводом/выводом шрифтом Брайля с синтезатором речи «EIBraile-W14J G2»; ноутбуки с программной экранного доступа NVDA; электронные увеличители для удаленного просмотра; видеоувеличители портативные; тифлоплеер; цифровые диктофоны.

2. Мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями слуха: система свободного звукового поля со встроенной совместимостью с FM-устройствами; радиоклассы «Сонет-PCM» с передатчиком, заушным индуктором и индукционной петлей; система информационная для слабослышащих переносная «Исток» А2 со встроенным плеером – звуковым информатором; документ-камера; программируемые слуховые аппараты индивидуального пользования.

3. Ассистивные информационные технологии: программное обеспечение экранного доступа с синтезом речи NVDA; программы экранного увеличения; программы речевого синтеза для компьютеров и ноутбуков; программы речевого синтеза для мобильных устройств; экранная клавиатура; экранная лупа.

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

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся инвалидов и обучающихся 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 к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах, с помощью специальных технических и программных средств (рабочее место для незрячего пользователя с программным обеспечением экранного доступа с синтезом речи NVDA, рабочее место с компьютерным роллером и клавиатурой Clevy с большими кнопками и с разделяющей клавиши накладкой).

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

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме шрифтом Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий (Moodle, Adobe Connect Pro и пр.).

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья используется индивидуальная работа. Под индивидуальной работой подразумевается две формы взаимодействия с преподавателем: индивидуальная учебная работа (консультации), т.е. дополнительное разъяснение учебного материала и углубленное изучение материала с теми обучающимися, которые в этом заинтересованы, и индивидуальная воспитательная работа. Индивидуальные консультации направлены на индивидуализацию обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ограниченными возможностями здоровья.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине обеспечивается выполнение следующих дополнительных требований в зависимости от индивидуальных особенностей, обучающихся:

- а) инструкция по порядку проведения процедуры оценивания предоставляется в доступной форме (устно, в письменной форме, в письменной форме шрифтом Брайля, устно с использованием услуг сурдопереводчика);
- б) доступная форма предоставления заданий оценочных средств (в печатной форме, в печатной форме увеличенным шрифтом, в печатной форме шрифтом Брайля, в форме электронного документа, задания зачитываются ассистентом, задания предоставляются с использованием сурдоперевода);
- в) доступная форма предоставления 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 технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. Эти средства могут быть предоставлены ЧелГУ или могут использоваться собственные технические средства. 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.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

