

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: 17.06.2025 12:35:24 Уникальный программный ключ: 04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b83223237	Рабочая программа дисциплины "Технологические системы в нанотехнологии" по направлению подготовки (специальности) 28.03.02 "Наноинженерия" 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 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 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

3.1	Знать:
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
3.2	Уметь:
3.2.1	анализировать особенности нанопродуктов и нанотехнологий; составлять схемы технологического оборудования и приборов для нанотехнологических процессов.
3.3	Владеть:



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	Виды контроля в семестрах: зачеты 6
в том числе :	
аудиторные занятия : 34	
самостоятельная работа : 66,4	
: контактная работа: 41,6 ИКР: 7,6	

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	Раздел 1. Физико-химия получения наноструктурных материалов			
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 Л2.5 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 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4
1.3	Физико-химия получения наноструктурных материалов /Ср/	6	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4
	Раздел 2. Диспергационные методы получения нанопорошков металлов и материалов на их основе			
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 Л2.5 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 Л2.5 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 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4
	Раздел 3. Конденсационные методы получения нанопорошков металлов и материалов на их основе			



Рабочая программа дисциплины "Технологические системы в нанотехнологии" по направлению подготовки (специальности) 28.03.02 "Наноинженерия" направленности (профилю) Нанотехнологии в материаловедении ФГБОУ ВО «ЧелГУ»				стр. 6
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 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4
3.2	Электровзрыв металлических проволок. Гидротермальный метод. Сущность метода. Исходные реагенты для синтеза. Метод комплексоплатной 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 Л2.5 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 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4
Раздел 4. Методы формирования нановолокон и тонких пленок				
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 Л2.5 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 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4
4.3	Методы формирования нановолокон и тонких пленок /Ср/	6	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4
Раздел 5. Методы получения тонких слоев и многослойных структур				
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 Л2.5 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 Л2.5 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 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4
Раздел 6. Искусственное наноморфообразование				
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 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4



Рабочая программа дисциплины "Технологические системы в нанотехнологии" по направлению подготовки (специальности) 28.03.02 "Наноинженерия" направленности (профилю) Нанотехнологии в материаловедении ФГБОУ ВО «ЧелГУ»				стр. 7
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 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4
6.3	Искусственное наноморфообразование /Ср/	6	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4
Раздел 7. Пучковые и другие методы нанолитографии				
7.1	Электронная нанолитография. Ионная нанолитография. Рентгеновская нанолитография. Возможности пучковых методов литографии. /Лек/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.5 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 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4
7.3	Пучковые и другие методы нанолитографии /Ср/	6	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4
Раздел 8. Получение гибридных полимер-неорганических нанокompозитов				
8.1	Классификации нанокompозитов по химической природе матрицы. Классификации нанокompозитов 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 Л1.5 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4
8.2	Получение гибридных полимер-неорганических нанокompозитов /Ср/	6	5,4	Л1.1 Л1.5 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4
Раздел 9. Устройство и принципы работы интегральных схем нанoeлектроники				
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. Техничo-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 Л2.3 Л2.4 Л2.5 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 Л1.4Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4
9.3	Устройство и принципы работы интегральных схем нанoeлектроники /Ср/	6	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4
Раздел 10. Иная контактная работы				
10.1	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	6	7,6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.5 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 нанокомпозитов по химической природе матрицы.
48. Классификации нанокомпозитов 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 серийности.
54. Техничко-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 также 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
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 (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258092)	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	Лучинин В. В., Таиров Ю. М.	Нанотехнология: физика, процессы, диагностика, приборы: монография (https://znanium.com/catalog/document?id=174598)	Москва : Издательская фирма "Физико- математическая литература" (Ф ИЗМАТЛИТ), 2006	ЭБС



	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л1.5	Козлов Г. В., Заиков Г. Е., Стоянов О. В., Кочнев А. М.	Дисперсно-наполненные полимерные нанокомпозиты: монография (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258354)	Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2012	ЭБС

7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л2.1	Шустиков А. А., Ханнинк Р., Хилл А.	Наноструктурные материалы: монография (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=115678)	Москва : РИЦ Техносфера, 2009	ЭБС
Л2.2	Грахов А. Е., Ю-Винг М., Жонг-Женг Ю.	Полимерные нанокомпозиты: монография (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=115690)	Москва : РИЦ Техносфера, 2011	ЭБС
Л2.3	Троян П. Е., Сахаров Ю. В.	Нанoeлектроника: учебное пособие (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208663)	Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2010	ЭБС
Л2.4	Драгунов В. П., Остертак Д. И.	Микро- и нанoeлектроника: учебное пособие (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228941)	Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2012	ЭБС
Л2.5	Суздаев И. П.	Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов	Москва: Либроком, 2009	

7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

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

7.3 Перечень информационных технологий

7.3.1 Программное обеспечение

Adobe Reader
WinDjView
PascalABC
LMS Moodle
Adobe Connect Acrobat
OpenOffice
LibreOffice
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: <http://journals.aps.org/about> – 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: <http://www.scopus.com/> – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.
5. Springer Link : [сайт]. – URL: <http://link.springer.com/> – 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 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.

