


Ульяновский государственный университет Инженерно-физический факультет высоких технологий Кафедра физического материаловедения	Форма	
Ф - Учебная программа		

**УТВЕРЖДЕНО**  
решением Ученого совета ИФФВТ  
от « 24 » мая 2023 г., протокол № 10

Председатель \_\_\_\_\_ /В.В. Рыбин/

(подпись)

« 24 » мая 2023 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплина:	«Наноматериалы и нанотехнологии»
Факультет	Инженерно-физический факультет высоких технологий (ИФФВТ)
Кафедра	Кафедра Физического материаловедения (ФМ)
Курс	4

Направление (специальность): **22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»**

*код направления (специальности), полное наименование*

Направленность

(профиль/специализация) **Материаловедение наноструктурированных композиционных материалов**

*полное наименование*

Форма обучения **очная**

*очная, заочная, очно-заочная (указать только те, которые реализуются)*

Дата введения в учебный процесс УлГУ: «01» сентября 2023 г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № 1 от 30.08.2024 г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

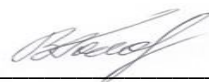
Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Сведения о разработчиках:

ФИО	Кафедра	Должность, ученая степень, звание
Махмуд-Ахунов М.Ю.	ФМ	Доцент, к.ф.-м.н.


**СОГЛАСОВАНО**

Заведующий кафедрой ФМ



/В.Н. Голованов/

13 мая 2023 г.

Ульяновский государственный университет Инженерно-физический факультет высоких технологий Кафедра физического материаловедения	Форма	
Ф - Учебная программа		


### ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ


**В рабочую программу дисциплины «Наноматериалы и нанотехнологии»**

Направление (специальность): **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов (бакалавриат)**

Направленность (профиль/специализация): **Материаловедение наноструктурированных композиционных материалов**

Форма обучения: **очная**

№ п/п	Содержание изменения или ссылка на прилагаемый текст изменения	ФИО заведующего кафедрой, реализующей дисциплину/ выпускающей кафедрой	Подпись	Дата
	Внесение изменений в п.2 «Место дисциплины в структуре ОПОП» с оформлением приложения 1.	Голованов В.Н.		30.08.2024

Ульяновский государственный университет Инженерно-физический факультет высоких технологий Кафедра физического материаловедения	Форма	
Ф - Учебная программа		

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цели освоения дисциплины:

- формирование у студентов систематизированных знаний и практических навыков в области общего материаловедения;
- формирование систематизированных знаний по физическим принципам получения наноматериалов, анализу их свойств и практическому применению;
- формирование у студентов навыков проведения научно-практических экспериментов;
- формирование комплексных профессиональных и общекультурных компетенций в сфере профессиональной и научно-исследовательской деятельности.

### Задачи освоения дисциплины:

- познакомить студентов с основными особенностями кристаллической структуры и дефектами строения твердых тел, энергетическими условиями процесса кристаллизации и анализа фазовых превращений, а также их влияние на механические, технологические и эксплуатационные свойства металлов;
- познакомить студентов с основными размерными эффектами, особенностями кристаллической структуры наноматериалов, с физической и химической сущностью процессов и явлений, протекающих в микро- и наносистемах;
- освоение студентами основных теоретических представлений о физических процессах, определяющих закономерности поведения наноматериалов и наносистем в различных условиях эксплуатации;
- приобретение практических навыков по анализу свойств наноматериалов современными методами и технологиями, а также использованию теоретических положений для решения практических задач в профессиональной деятельности.


## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «**Наноматериалы и нанотехнологии**» относится к вариативной части Блока 1 дисциплин по выбору цикла подготовки бакалавров по направлению **22.03.01. «Материаловедение и технологии материалов»**.

В дисциплине рассматриваются основы кристаллического строения материалов, физические основы рентгеновского излучения и методы анализа и диагностики кристаллов с его помощью.

Освоение дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин:

- Практикум по механике
- Практикум по молекулярной физике
- Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности
- Практикум по электричеству
- Численные методы в физике и химии
- Методы получения наночастиц и наноматериалов
- Структура и свойства металлических наноматериалов
- Теоретическая механика
- Научно-исследовательская работа
- Атомная физика

Ульяновский государственный университет Инженерно-физический факультет высоких технологий Кафедра физического материаловедения	Форма	
Ф - Учебная программа		

- Механика материалов и основы конструирования
- Основы теорий упругости, пластичности и разрушения материалов
- Сопротивление материалов
- Физика элементарных частиц
- Физические основы технологии полупроводниковых приборов и интегральных микросхем
- Электродинамика
- Электротехника и электроника
- Ядерная физика
- Физико-химические методы контроля и анализа материалов
- Физические свойства твердых тел


Результаты освоения дисциплины будут необходимы для дальнейшего процесса обучения в рамках поэтапного формирования компетенций при изучении следующих специальных дисциплин:

- Физика конденсированного состояния

а также для прохождения учебной, производственной и преддипломной практик, государственной итоговой аттестации.

### 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ПК-1 Способен использовать на практике знания об особенностях строения наноструктурированных композиционных материалов различного назначения, о влиянии фазового и структурного состояния на свойства материалов	<p>Знать: основы постановки эксперимента, сбора данных и методики их обработки.</p> <p>Уметь: экспериментально оценивать физические свойства нано- и микросистем на различных уровнях масштабирования, применять методы теоретического и экспериментального исследования.</p> <p>Владеть: методами обработки и анализа полученных результатов эксперимента, а также опытом оформления отчетов по проведенным исследованиям.</p>
ПК-2 Способен проводить комплексные исследования, испытания и диагностику наноструктурированных композиционных материалов и процессов их производства,	<p>Знать: Технологические особенности получения различных наноматериалов</p> <p>Уметь: подбирать наноструктуры и методы их производства для реализации нанообъектов с заданными характеристиками под конкретные требования преобразования сигналов различной природы (электромагнитные, оптические, тепловые, механи-</p>

Ульяновский государственный университет Инженерно-физический факультет высоких технологий Кафедра физического материаловедения	Форма	
Ф - Учебная программа		


обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания	ческие и др.) Владеть: принципами и закономерностями строения и свойств кристаллических твердых тех, а также их изменений при рассмотрении нанообъектов и систем на их основе.
ПК-5 Способен осваивать конструктивные особенности и режимы работы оборудования по производству наноструктурированных композиционных материалов	Знать: основные виды и свойства наноматериалов, приборов и устройств на их основе, типовые технологические процессы получения наноматериалов. Уметь: правильно использовать материаловедческие закономерности для реализации потенциальных возможностей материалов при проектировании и создании микро- и наносистем; Владеть: методами экспериментального исследования параметров и характеристик наноматериалов и наносистем, методами контроля качества нанообъектов.

#### 4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего) – 2 ЗЕ.

4.2. По видам учебной работы (в часах):

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения – очная)		
	Всего по плану	в т.ч. по семестрам	
		1-7	8
Контактная работа обучающихся с преподавателем	64	-	64
Аудиторные занятия:			
• лекции	32	-	32
• практические и семинарские занятия	32	-	32
• лабораторные работы (лабораторный практикум)	-	-	-
Самостоятельная работа	44	-	44
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, реферат и др. (не менее 2 видов)	Устный опрос, тестирование, решение задач	-	Устный опрос, тестирование, решение задач
Курсовая работа	-	-	-
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)		-	
<b>Всего часов по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>-</b>	<b>108</b>

Ульяновский государственный университет Инженерно-физический факультет высоких технологий Кафедра физического материаловедения	Форма	
Ф - Учебная программа		

#### 4.3. Содержание дисциплины (модуля). Распределение часов по темам и видам учебной работы:

Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий				
		Аудиторные занятия			Занятия в интерактивной форме (в т.ч.)	Самостоятельная работа
		лекции	практические занятия, семинары	лабораторные работы		
1. Структура наноматериалов и размерные эффекты	38	12	12	-	-	14
2. Производство порошковых и объемных наноматериалов	34	10	10	-	-	14
3. Технология тонких пленок	36	10	10	-	-	16
<b>ИТОГО:</b>	<b>108</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>44</b>

### 5. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

#### Раздел 1. Структура наноматериалов и размерные эффекты

Тема 1. Классификация наноматериалов. Особенности структуры наноматериалов. Закон Холла-Петча. Термодинамическая модель кластера. Понижение температуры плавления кластеров.

Тема 2. Характеристика дисперсности наноматериалов. Поверхность, границы, морфология наноматериалов.

Тема 3. Электрические, магнитные, тепловые свойства наноматериалов.

#### Раздел 2. Производство порошковых и объемных наноматериалов

Тема 4. Основные методы получения консолидированных наноматериалов. Получение порошковых наночастиц. Физические методы.

Тема 5. Механические методы получения порошковых частиц. Мельницы. Ударно-волновой синтез, кавитационный. Консолидация объемных наноматериалов.


Тема 6. Получение нанокристаллических материалов. Интенсивная пластическая деформация. Аморфные металлические сплавы (АМС). Методы получения АМС.

Тема 7. Химические методы получения наночастиц и материалов: осаждения, золь-гель метод, газофазные реакции.

Тема 8. Основные разновидности углерода. Углеродные нанотрубки (УНТ), фуллерен, графен. Методы получения, свойства, применение.

#### Раздел 3. Технология тонких пленок

Тема 9. Тонкие пленки. Термовакuumное напыление тонких пленок. Ионно-плазменные методы получения тонких пленок.

Ульяновский государственный университет Инженерно-физический факультет высоких технологий Кафедра физического материаловедения	Форма	
Ф - Учебная программа		

Тема 10. Эпитаксия. Гомо- и гетероэпитаксия. Газофазная, жидкостная и молекулярно-лучевая эпитаксия.

Тема 11. Пленки Ленгмюр-Блоджетт. Фазовая диаграмма. Методика получения. Применение.

Тема 12. Анодные оксидные пленки. Технология получения. Режимы анодного воздействия (потенцио- и гальваностатический). Анодное окисление алюминия. Механизмы роста пористого анодного оксида алюминия (ПАОА). Получение высокоупорядоченного ПАОА. Формирование сотовой структуры ПАОА. Применение ПАОА.

Тема 13. Анодное окисление титана. Механизмы роста пористого оксида титана. Получение нанотрубчатого оксида титана. Применение.

Тема 14. Анодное растворение полупроводников. Механизм роста макро- и нанопористого кремния. Применение.

Тема 15. Катодное осаждение в технологии микро и наноструктур. Физико-химические основы катодного осаждения. Осаждение металлов и сплавов, матричное осаждение.

Тема 16. Литография. Фотолитография, электроннолучевая, рентгеновская, лазерная. Наноманипуляция и нанолитография. Мягкая литография.

Тема 17. Методы анализа поверхности. Сканирующая зондовая микроскопия: туннельная, атомно-силовая.

## 6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

### Раздел 1. Структура наноматериалов и размерные эффекты

#### Основные вопросы темы:

1. Классификация наноматериалов. Особенности структуры наноматериалов. Закон Холла-Петча. Термодинамическая модель кластера. Понижение температуры плавления кластеров.
2. Характеристика дисперсности наноматериалов. Поверхность, границы, морфология наноматериалов.
3. Электрические, магнитные, тепловые свойства наноматериалов.

#### Контрольные вопросы


1. Приведите классификацию наноматериалов.
2. В чем физический смысл закона Холла-Петча?
3. Какова природа понижения температуры плавления наночастиц?

#### Основные вопросы темы:

1. Основные методы получения консолидированных наноматериалов. Получение порошковых наночастиц. Физические методы.
2. Механические методы получения порошковых частиц. Мельницы. Ударно-волновой синтез, кавитационный. Консолидация объемных наноматериалов.
3. Получение нанокристаллических материалов. Интенсивная пластическая деформация. Аморфные металлические сплавы (АМС). Методы получения АМС.
4. Химические методы получения наночастиц и материалов: осаждения, золь-гель метод, газофазные реакции.
5. Основные разновидности углерода. Углеродные нанотрубки (УНТ), фуллерен, графен. Методы получения, свойства, применение.

#### Контрольные вопросы

1. Какой механизм лежит в основе измельчения частиц механическими методами.
2. Поясните кавитационный механизм измельчения частиц.

Ульяновский государственный университет Инженерно-физический факультет высоких технологий Кафедра физического материаловедения	Форма	
Ф - Учебная программа		

3. На чем основан ударно-волновой синтез частиц?
4. Какое основное требование при формировании аморфных металлических металлов?
5. В чем отличие аэрогеля от ксерогеля?
6. Перечислите основные методы получения углеродных нанотрубок, фуллерена и графена. Укажите области применения.

### **Раздел 3. Технология тонких пленок.**

#### **Основные вопросы темы:**

1. Тонкие пленки. Термовакuumное напыление тонких пленок. Ионно-плазменные методы получения тонких пленок.
2. Эпитаксия. Гомо- и гетероэпитаксия. Газофазная, жидкостная и молекулярно-лучевая эпитаксия.
3. Пленки Ленгмюр-Блоджетт. Фазовая диаграмма. Методика получения. Применение.
4. Анодные оксидные пленки. Технология получения. Режимы анодного воздействия (потенцио- и гальваностатический). Анодное окисление алюминия. Механизмы роста пористого анодного оксида алюминия (ПАОА). Получение высокоупорядоченного ПАОА. Формирование сотовой структуры ПАОА. Применение ПАОА.
5. Анодное окисление титана. Механизмы роста пористого оксида титана. Получение нанотрубчатого оксида титана. Применение.
6. Анодное растворение полупроводников. Механизм роста макро- и нанопористого кремния. Применение.
7. Катодное осаждение в технологии микро и наноструктур. Физико-химические основы катодного осаждения. Осаждение металлов и сплавов, матричное осаждение.
8. Литография. Фотолитография, электроннолучевая, рентгеновская, лазерная. Наноманипуляция и нанолитография. Мягкая литография.

#### **Контрольные вопросы**

1. Опишите алгоритм построения линии пересечения двух поверхностей по методу вспомогательных секущих плоскостей.
2. Какие типы плоскостей используют в методе секущих плоскостей и почему?
3. Возможно ли использование плоскостей уровня в качестве секущих для конуса?
4. Чем ограничивается применение проецирующих плоскостей в качестве секущих?

## **7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИКУМЫ**

Данный вид работы не предусмотрен УП


## **8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ**

Данный вид работы не предусмотрен УП

## **9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ**

1. Особенности структуры наноматериалов. Закон Холла-Петча. Термодинамическая модель кластера. Понижение температуры плавления кластеров.
2. Характеристика дисперсности наноматериалов. Поверхность, границы, морфология наноматериалов. Электрические, магнитные, тепловые свойства наноматериалов.




Ульяновский государственный университет Инженерно-физический факультет высоких технологий Кафедра физического материаловедения	Форма	
Ф - Учебная программа		

3. Основные методы получения консолидированных наноматериалов. Получение порошковых наночастиц. Физические методы.
4. Механические методы получения порошковых частиц. Мельницы. Ударно-волновой синтез, кавитационный. Консолидация объемных наноматериалов.
5. Получение нанокристаллических материалов. Интенсивная пластическая деформация. Аморфные металлические сплавы (АМС). Методы получения АМС.
6. Химические методы получения наночастиц и материалов: осаждения, золь-гель метод, газофазные реакции.
7. Основные разновидности углерода. Углеродные нанотрубки (УНТ), фуллерен, графен. Методы получения, свойства, применение
8. Тонкие пленки. Термовакuumное напыление тонких пленок. Ионно-плазменные методы получения тонких пленок.
9. Эпитаксия. Гомо- и гетероэпитаксия. Газофазная, жидкостная и молекулярно-лучевая эпитаксия.
10. Пленки Ленгмюр-Блоджетт. Фазовая диаграмма. Методика получения. Применение.
11. Анодные оксидные пленки. Технология получения. Режимы анодного воздействия (потенцио- и гальваностатический). Анодное окисление алюминия. Механизмы роста пористого анодного оксида алюминия (ПАОА). Получение высокоупорядоченного ПАОА. Формирование сотовой структуры ПАОА. Применение ПАОА.
12. Анодное окисление титана. Механизмы роста пористого оксида титана. Получение нанотрубчатого оксида титана. Применение.
13. Анодное растворение полупроводников. Механизм роста макро- и нанопористого кремния. Применение.
14. Катодное осаждение в технологии микро и наноструктур. Физико-химические основы катодного осаждения. Осаждение металлов и сплавов, матричное осаждение.
15. Литография. Фотолитография, электроннолучевая, рентгеновская, лазерная. Наноманипуляция и нанолитография. Мягкая литография.

## 10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

Форма обучения **очная**

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы ( <i>проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др.</i> )	Объем в часах	Форма контроля ( <i>проверка решения задач, реферата и др.</i> )
<b>Раздел 1. Структура наноматериалов и размерные эффекты</b>	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	14	Устный опрос, тестирование
<b>Раздел 2. Производство порошковых и объемных наноматериалов</b>	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	14	Устный опрос, тестирование
<b>Раздел 3. Технология тонких пленок</b>	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	16	Устный опрос, тестирование

Ульяновский государственный университет Инженерно-физический факультет высоких технологий Кафедра физического материаловедения	Форма	
Ф - Учебная программа		

## 11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) Список рекомендуемой литературы

#### Основная:

1. Рогов, В. А. Технология конструкционных материалов. Нанотехнологии : учебник для вузов / В. А. Рогов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 190 с. — (Авторский учебник). — ISBN 978-5-534-00528-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/434532>
2. Перинский, В. В. Специальные материалы, покрытия и технологии в машиностроении : учебное пособие / В. В. Перинский, В. Н. Лясников, Г. П. Фетисов. — Саратов : Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2012. — 429 с. — ISBN 978-5-7433-2539-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/76514.html>

#### Дополнительная:


1. Филяк, М. М. Получение и исследование анодного оксида алюминия : практикум / М. М. Филяк, О. Н. Каньгина. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 104 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/33650.html>
2. Глущенко, А. Г. Наноматериалы и нанотехнологии : учебное пособие / А. Г. Глущенко, Е. П. Глущенко. — Самара : Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 269 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/75388.html>
3. Витязь, П. А. Основы нанотехнологий и наноматериалов : учебное пособие / П. А. Витязь, Н. А. Свидуневич. — Минск : Вышэйшая школа, 2010. — 302 с. — ISBN 978-985-06-1783-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/20108.html>
4. Наноструктурные материалы : учебное пособие / под редакцией Р. Ханнинк. — Москва : Техносфера, 2009. — 488 с. — ISBN 978-5-94836-221-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/12730.html>

#### Учебно-методическая:

1. Методические указания по выполнению лабораторных работ по технологии наноматериалов для студентов бакалавриата, специалитета и магистратуры всех форм обучения / М. Ю. Махмуд-Ахунов, А. А. Соловьев, В. В. Рыбин, Т. М. Василевская; УлГУ, ИФФВТ. - Ульяновск : УлГУ, 2019. — Режим доступа: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/6000>
2. Махмуд-Ахунов М. Ю. Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Наноматериалы и нанотехнологии» для студентов бакалавриата всех форм обучения / М. Ю. Махмуд-Ахунов; УлГУ, ИФФВТ. - Ульяновск : УлГУ, 2019. — Режим доступа: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/6412>
3. Иго А. В. Методические указания для самостоятельной работы студентов по подготовке к практическим занятиям для студентов ИФФВТ / А. В. Иго; УлГУ, ИФФВТ, Каф. инж. физики. - Ульяновск : УлГУ, 2019. - Режим доступа: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/6409>

Согласовано:

*И. Библиотечная 0017 №1 / Соловьев А.А.* | *А.М.*  
 Должность сотрудника научной библиотеки | ФИО | подпись | дата

Ульяновский государственный университет Инженерно-физический факультет высоких технологий Кафедра физического материаловедения	Форма	
Ф - Учебная программа		

Согласовано:

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
 Должность сотрудника научной библиотеки      ФИО      подпись      дата


## б) Программное обеспечение

не предусмотрено

## в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

### 1. Электронно-библиотечные системы:

- 1.1. Цифровой образовательный ресурс IPRsmart : электронно-библиотечная система : сайт /ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». - Саратов, [2024]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.
- 1.2. Образовательная платформа ЮРАЙТ : образовательный ресурс, электронная библиотека : сайт / ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. – Москва, [2024]. - URL: <https://urait.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.
- 1.3. База данных «Электронная библиотека технического ВУЗа (ЭБС «Консультант студента») :электронно-библиотечная система : сайт / ООО Политехресурс. – Москва, [2024]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.
- 1.4. Консультант врача. Электронная медицинская библиотека: база данных : сайт / ООО Высшая школа организации и управления здравоохранением-Комплексный медицинский консалтинг. – Москва, [2024]. – URL: <https://www.rosmedlib.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.
- 1.5. Большая медицинская библиотека : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Букап. –Томск, [2024]. – URL: <https://www.books-up.ru/ru/library/>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.
- 1.6. ЭБС Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС Лань. – Санкт-Петербург, [2024]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст :электронный.
- 1.7. 1. ЭБС Znanium.com : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Знаниум. - Москва, [2024]. - URL: <http://znanium.com> . – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.
2. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: справочная правовая система. /ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2024].
3. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт / ООО «Научная Электронная Библиотека». – Москва, [2024]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный
4. Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» : электронная библиотека : сайт / ФГБУ РГБ. – Москва, [2024]. – URL: <https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.
5. Российское образование : федеральный портал / учредитель ФГАУ «ФИЦТО». – URL:

Ульяновский государственный университет Инженерно-физический факультет высоких технологий Кафедра физического материаловедения	Форма	
Ф - Учебная программа		

<http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.

6. Электронная библиотечная система УлГУ : модуль «Электронная библиотека» АБИС Мега-ПРО / ООО «Дата Экспресс». – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

Согласовано:

Инженер ведущий / Щуренко Ю.В. /  / \_\_\_\_\_  
Должность сотрудника УИГТ                      ФИО                      подпись                      дата

## 12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Аудитории для проведения лекций, семинарских занятий, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций.

Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, учебной доской. Аудитории для проведения лекций оборудованы мультимедийным оборудованием для предоставления информации большой аудитории. Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде, электронно-библиотечной системе. Перечень оборудования, используемого в учебном процессе, указывается в соответствии со сведениями о материально-техническом обеспечении и оснащенности образовательного процесса, размещенными на официальном сайте УлГУ в разделе «Сведения об образовательной организации».

## 13. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

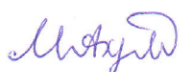
В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:


– для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;


– для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий, организация работы ППС с обучающимися с ОВЗ и инвалидами предусматривается в электронной информационно-образовательной среде с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.



Ульяновский государственный университет Инженерно-физический факультет высоких технологий Кафедра физического материаловедения	Форма	
Ф - Учебная программа		

Разработчик \_\_\_\_\_ доцент, Махмуд-Ахунов Марат Юсупович \_\_\_\_\_  
подпись должность, ФИО

Ульяновский государственный университет Инженерно-физический факультет высоких технологий Кафедра физического материаловедения	Форма	
Ф - Учебная программа		

## Приложение 1

### МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «**Наноматериалы и нанотехнологии**» относится к вариативной части Блока 1 дисциплин по выбору цикла подготовки бакалавров по направлению **22.03.01. «Материаловедение и технологии материалов»**.

В дисциплине рассматриваются основы кристаллического строения материалов, физические основы рентгеновского излучения и методы анализа и диагностики кристаллов с его помощью.

Освоение дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин:

- Практикум по механике
- Практикум по молекулярной физике
- Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности
- Практикум по электричеству
- Численные методы в физике и химии
- Методы получения наночастиц и наноматериалов
- Структура и свойства металлических наноматериалов
- Теоретическая механика
- Научно-исследовательская работа
- Атомная физика
- Механика материалов и основы конструирования
- Основы теорий упругости, пластичности и разрушения материалов
- Сопротивление материалов
- Физика элементарных частиц
- Физические основы технологии полупроводниковых приборов и интегральных микросхем
- Электродинамика
- Электротехника и электроника
- Ядерная физика
- Физико-химические методы контроля и анализа материалов
- Физические свойства твердых тел

Результаты освоения дисциплины будут необходимы для дальнейшего процесса обучения в рамках поэтапного формирования компетенций при изучении следующих специальных дисциплин:

- Физика конденсированного состояния

а также для прохождения учебной, производственной и преддипломной практик, государственной итоговой аттестации.