

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.В.12 Физика и методы исследования наноструктур

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

03.03.02 Физика

Направленность (профиль)

03.03.02.33 Фундаментальная и прикладная физика

Форма обучения

очная

Год набора

2022

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили \_\_\_\_\_

Доцент, Тарасов А.С.

\_\_\_\_\_  
должность, инициалы, фамилия

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Цели преподавания – ознакомить студентов с методами получения и исследования наноматериалов, оценить особенности их свойств и структуры.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

В результате изучения дисциплины студент должен приобрести знания, умения и навыки, необходимые для его профессиональной деятельности в качестве бакалавра физики по направлению Физика, а также получить сведения об особенностях исследования наноматериалов в конкретных технологиях.

### 1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-2: Способен к выполнению физических экспериментов и (или) теоретических исследований по заданной методике, составлению описания проводимых исследований и анализу результатов</b>	
ПК-2.1: Выбирает методы проведения физических экспериментов и (или) теоретических исследований, обобщения и обработки информации	основы физики наноматериалов и наноструктур оценить особенности, свойства и структуры наноматериалов методами получения и исследования наноматериалов
ПК-2.2: Оформляет результаты научно-исследовательских и (или) опытно-конструкторских работ	правила оформления результатов лабораторных работ по физике наноматериалов оформлять результаты выполненных лабораторных работ навыками оформления лабораторных работ
ПК-2.3: Составляет отчеты (разделы отчетов) по теме или по результатам проведенных экспериментов	принципы составления отчета по теме на примере лабораторной работы проводить эксперимент по физике наноматериалов навыками представления и защиты полученных результатов проведенных экспериментов

### 1.4 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад. час)	е
		1
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>2 (72)</b>	
занятия лекционного типа	1 (36)	
практические занятия	1 (36)	
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>1 (36)</b>	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
<b>1. Введение в мир наноматериалов. История развития тех-нологий получения наноматериалов.</b>									
	1. Классификация материалов по размерам, форме и структуре: кристаллические, поликристаллические, аморфные твердые тела; объемные материалы, тонкие пленки, наночастицы и наноструктуры. Путь развития технологий получения нано-материалов. Обзор методов синтеза кристаллических мате-риалов: рост кристаллов и тонких кристаллических пленок, получение наночастиц, методы литографии и травления ма-териалов.	6							

2. Классификация материалов по размерам, форме и структуре: кристаллические, поликристаллические, аморфные твердые те-ла; объемные материалы, тонкие пленки, наночастицы и нано-структуры. Путь развития технологий получения наноматериалов. Обзор методов синтеза кристаллических материалов: рост кристаллов и тонких кристаллических пленок, получение наночастиц, методы литографии и травления материалов.			6					
3.							6	
<b>2. Обзор современных нанотехнологий и перспективы их развития.</b>								
1. Обзор современных методов получения и исследования наноматериалов: молекулярно-лучевая эпитаксия, плазменно-химическое реактивное осаждение, осаждение металлоорганических соединений из газообразной фазы, атомно-слоевое осаждение; фотолитография, лазерная и электронная литография; жидкостное и сухое травление; рентгеноструктурный анализ, электронная и атомно-силовая микроскопия.			6					
2. Обзор современных методов получения и исследования наноматериалов: молекулярно-лучевая эпитаксия, плазменно-химическое реактивное осаждение, осаждение металлоорганических соединений из газообразной фазы, атомно-слоевое осаждение; фотолитография, лазерная и электронная литография; жидкостное и сухое травление; рентгеноструктурный анализ, электронная и атомно-силовая микроскопия.			6					
3.							6	
<b>3. Методы получения наноматериалов.</b>								

1. Основные принципы и особенности разнообразных подходов синтеза наноматериалов: молекулярно-лучевая эпитаксия, плазмо- химическое реактивное осаждение, осаждение металлоорганических соединений из газообразной фазы, атомно-слоевое осаждение	8							
2. Основные принципы и особенности разнообразных подходов синтеза наноматериалов: молекулярно-лучевая эпитаксия, плаз-мо- химическое реактивное осаждение, осаждение металлоорга-нических соединений из газообразной фазы, атомно-слоевое осаждение.			8					
3.							6	
<b>4. Методы создания субмикронных планарных и вертикальных структур.</b>								
1. Фотолитография, лазерная и электронная литография как ос-новные методы создания наноструктур. Альтернативные мето-ды модификации поверхности и нанесения резистивных масок: импринт литография, локальное анодное окисление, перьевая нанолитография. Травление материалов: жидкостное химиче-ское, сухое плазменно-химическое и реактивное, сухое ионное.	8							
2. Фотолитография, лазерная и электронная литография как основные методы создания наноструктур. Альтернативные методы модификации поверхности и нанесения резистивных масок: импринт литография, локальное анодное окисление, перьевая нанолитография. Травление материалов: жидкостное химическое, сухое плазменно-химическое и реактивное, сухое ионное.			8					
3.							8	
<b>5. Методы исследования наноматериалов.</b>								

1. Основные методы исследования и характеристики нанструк-тур: рентгеноструктурный анализ, просвечивающая и скани-рующая электронная микроскопия, атомно-силовая и тун-нельная микроскопия. Основные подходы исследования физических свойств наноматериалов и отличия от таковых для объемных материалов.	8							
2. Основные методы исследования и характеристики нанструк-тур: рентгеноструктурный анализ, просвечивающая и скани-рующая электронная микроскопия, атомно-силовая и тун-нельная микроскопия. Основные подходы исследования физических свойств наноматериалов и отличия от таковых для объемных материалов.			8					
3.							10	
Всего	36		36				36	



## **4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **4.1 Печатные и электронные издания:**

1. Капитонов А. М., Редькин В. Е. Физико-механические свойства композиционных материалов. Упругие свойства: монография (Красноярск: СФУ).
2. Барыбин А. А., Томилин В. И., Томилина Н. П. Физико-химия наночастиц, наноматериалов и наноструктур: учебное пособие для вузов по специальностям "Проектирование и технология радиоэлектронных средств" и "Проектирование и технология электронно-вычислительных средств" направления 210200 "Проектирование и технология электронных средств", 03.06.2010 г.(Красноярск: Сибирский федеральный университет [СФУ]).
3. Демиховский В. Я., Вугальтер Г. А. Физика квантовых низкоразмерных структур(Москва: Логос).
4. Драгунов В. П., Неизвестный И. Г., Гридчин В. А. Основы наноэлектроники: учеб. пособие для студентов вузов(Москва: Физматкнига).
5. Капитонов А. М., Теремов С. Г. Изменение упругих постоянных твердых тел при ранговом переходе монокристалл-поликристалл: монография (Красноярск: ИПК СФУ).
6. Хартманн У., Захарова Т. Н., Патрикеев Л. Н. Очарование нанотехнологии: [учеб. пособие](Москва: БИНОМ, Лаборатория знаний).
7. Барыбин А. А., Бахтина В.А., Томилин В. И., Томилина Н. П. Физико-химия наночастиц, наноматериалов и наноструктур: учебное пособие (Красноярск: СФУ).

### **4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):**

1. Математические пакеты, электронные таблицы и базы данных, доступные через локальную сеть СФУ.

### **4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. ИСС не используются.

## **5 Фонд оценочных средств**

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## **6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Учебно-лабораторная база кафедры физики твердого тела и нанотехнологий и аудиторный фонд СФУ.