

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОГЛАСОВАНО**

**Заведующий кафедрой**

**Базовая кафедра физики  
твердого тела и нанотехнологий  
(Б-ФТТН\_ИИФР)**

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий ОП ВО

**УТВЕРЖДАЮ**

**Заведующий кафедрой**

**Базовая кафедра физики твердого  
тела и нанотехнологий (Б-  
ФТТН\_ИИФР)**

наименование кафедры

**доцент П.П.Турчин**

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ФИЗИКА И МЕТОДЫ  
ИССЛЕДОВАНИЯ  
НАНОСТРУКТУР**

Дисциплина Б1.В.ДВ.10.01 Физика и методы исследования  
наноструктур

Направление подготовки / 03.03.02 Физика 03.03.02.01  
специальность Фундаментальная физика 2018г.

Направленность  
(профиль)

Форма обучения

очная

Год набора

2018

Красноярск 2021

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по укрупненной группе

030000 «ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ»

---

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Направление 03.03.02 Физика 03.03.02.01 Фундаментальная физика

---

2018г.

---

Программу  
составили

Доцент, Тарасов А.С.

---

## 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

<b>ПК-3:готовностью применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований</b>	
Уровень 1	об особенностях исследования наноматериалов в конкретных технологиях
Уровень 1	Применять полученные знания в своей профессиональной деятельности
Уровень 1	Основными методами исследования и характеристики наноструктур

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Перечень основных дисциплин, усвоение которых необходимо студентам для изучения данной дисциплины:

Автоматизация физического эксперимента

Дифференциальные уравнения физики

Математический анализ

Линейная алгебра. Аналитическая геометрия

Физика твёрдого тела

Основные положения курса могут быть использованы при изучении предметов:

НИР

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Преддипломная практика  
Спецпрактикум по физике твёрдого тела

1.5 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)	Семестр
		8
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3 (108)</b>	<b>3 (108)</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>2 (72)</b>	<b>2 (72)</b>
занятия лекционного типа	1 (36)	1 (36)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия	1 (36)	1 (36)
практикумы		
лабораторные работы		
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>1 (36)</b>	<b>1 (36)</b>
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
<b>Промежуточная аттестация (Зачёт)</b>		

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

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

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение в мир наноматериалов. История развития технологий получения наноматериалов.	6	6	0	6	ПК-3
2	Обзор современных нанотехнологий и перспективы их развития.	6	6	0	6	ПК-3
3	Методы получения наноматериалов.	8	8	0	6	ПК-3
4	Методы создания субмикронных планарных и вертикальных структур.	8	8	0	8	ПК-3
5	Методы исследования наноматериалов.	8	8	0	10	ПК-3
Всего		36	36	0	36	

#### 3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме

1	1	<p>Классификация материалов по размерам, форме и структуре: кристаллические, поликристаллические, аморфные твердые тела; объемные материалы, тонкие пленки, наночастицы и наноструктуры. Путь развития технологий получения наноматериалов. Обзор методов синтеза кристаллических материалов: рост кристаллов и тонких кристаллических пленок, получение наночастиц, методы литографии и травления материалов.</p>	6	0	0
2	2	<p>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.</p>	6	0	0

3	3	<p>Основные принципы и особенности разнообразных подходов синтеза наноматериалов: молекулярно-лучевая эпитаксия, плазмо-химическое реактивное осаждение, осаждение металлоорганических соединений из газообразной фазы, атомно-слоевое осаждение</p>	8	0	0
4	4	<p>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.</p>	8	0	0



5	5	Основные методы исследования и характеристики нанструктур: рентгеноструктурный анализ, просвечивающая и сканирующая электронная микроскопия, атомно-силовая и туннельная микроскопия. Основные подходы исследования физических свойств наноматериалов и отличия от таковых для объемных материалов.	8	0	0
Всего			26	0	0

### 3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Классификация материалов по размерам, форме и структуре: кристаллические, поликристаллические, аморфные твердые тела; объемные материалы, тонкие пленки, наночастицы и наноструктуры. Путь развития технологий получения наноматериалов. Обзор методов синтеза кристаллических материалов: рост кристаллов и тонких кристаллических пленок, получение наночастиц, методы литографии и травления материалов.	6	0	0

2	2	Обзор современных методов получения и исследования наноматериалов: молекулярно-лучевая эпитаксия, плазмо-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	0	0
3	3	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	0	0
4	4	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	0	0

5	5	Основные методы исследования и характеристики наноструктур: рентгеноструктурный анализ, просвечивающая и сканирующая электронная микроскопия, атомно-силовая и тун-нельная микроскопия. Основные подходы исследования физических свойств наноматериалов и отличия от таковых для объемных материалов.	8	0	0
Всего			26	0	0

### 3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

## 4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Барыбин А. А., Бахтина В.А., Томилин В. И., Томилина Н. П.	Физико-химия наночастиц, наноматериалов и наноструктур: учебное пособие	Красноярск: СФУ, 2011

## 5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## 6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год

Л1.1	Капитонов А. М., Редькин В. Е.	Физико-механические свойства композиционных материалов. Упругие свойства: монография	Красноярск: СФУ, 2013
Л1.2	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], 2011

#### 6.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Демиховский В. Я., Вугальтер Г. А.	Физика квантовых низкоразмерных структур	Москва: Логос, 2000
Л2.2	Драгунов В. П., Неизвестный И. Г., Гридчин В. А.	Основы наноэлектроники: учеб. пособие для студентов вузов	Москва: Физматкнига, 2006
Л2.3	Капитонов А. М., Теремов С. Г.	Изменение упругих постоянных твердых тел при ранговом переходе монокристалл-поликристалл: монография	Красноярск: ИПК СФУ, 2010
Л2.4	Хартманн У., Захарова Т. Н., Патрикеев Л. Н.	Очарование нанотехнологии: [учеб. пособие]	Москва: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2011

#### 6.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Барыбин А. А., Бахтина В.А., Томилин В. И., Томилина Н. П.	Физико-химия наночастиц, наноматериалов и наноструктур: учебное пособие	Красноярск: СФУ, 2011

### 7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Э1	Электронная естественнонаучная библиотека	<a href="http://bib.tiera.ru">http://bib.tiera.ru</a>
Э2	Поисковая машина электронных книг	<a href="http://www.poiskknig.ru">http://www.poiskknig.ru</a>
Э3	Файловый архив для студентов	<a href="http://www.studfiles.ru">http://www.studfiles.ru</a>
Э4	Электронная библиотека	<a href="http://gen.lib.rus.ec">http://gen.lib.rus.ec</a>

## **8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Изучение дисциплины «Физика и методы исследования наноструктур» проходит в виде лекционных и семинарских занятий в течение семестра университетской программы подготовки бакалавров и основано на базовых знаниях по общей и теоретической физике, физике твердого тела, квантовой механике, статистической физике. Семестровая последовательность обусловлена необходимым минимумом начальных знаний для усвоения материала курса и обеспечивает требуемое обобщение и фундаментальный уровень для полноценного изучения последующих спецкурсов.

Изучающим дисциплину рекомендуется привлекать дополнительную литературу и использовать другие организационно-практические формы учебной и научной деятельности, связанные с областью профилирования (специализации) в рамках рассматриваемого направления подготовки.

## **9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)**

### **9.1 Перечень необходимого программного обеспечения**

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

### **9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем**

9.2.1	ИСС не используются.
-------	----------------------

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

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