

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

**СОГЛАСОВАНО**

Декан ФСТ

С.В. Ананьин

## **Рабочая программа дисциплины**

Код и наименование дисциплины: **Б1.В.ДВ.10.1 «Физика нанотехнологий и наноразмерных структур»**

Код и наименование направления подготовки (специальности): **16.03.01  
Техническая физика**

Направленность (профиль, специализация): **Физико-химическое  
материаловедение**

Статус дисциплины: **дисциплины (модули) по выбору**

Форма обучения: **очная**

<b>Статус</b>	<b>Должность</b>	<b>И.О. Фамилия</b>
Разработал	доцент	С.М. Пыргаева
Согласовал	Зав. кафедрой «Ф»	С.Л. Кустов
	руководитель направленности (профиля) программы	М.Д. Старостенков

г. Барнаул

# 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции из УП и этап её формирования	Содержание компетенции	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
		знать	уметь	владеть
ОПК-1	способностью использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	фундаментальные законы природы; в том, числе законы квантовой механики;	применять основные законы естественных наук в профессиональной деятельности.	навыками применения математического аппарата, законов естественных дисциплин для решения задач в профессиональной сфере;
ОПК-3	способностью к теоретическим и экспериментальным исследованиям в избранной области технической физики, готовностью учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности	основные законы и модели классической и современной физики.	применять законы физики в своей профессиональной деятельности; проводить исследования в избранной области, учитывая современные тенденции развития технической физики;	
ПК-5	готовностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике профессиональной деятельности	современные достижения в избранной области технической физики для решения профессиональных задач	использовать данные различных информационных баз в профессиональной области	навыками поиска, отбора и представления информации, необходимой для решения практических задач профессиональной деятельности.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	Кристаллография, рентгенография и микроскопия, Математика, Механика, Механические и физические свойства материалов, Новые материалы и технологии, Современная научная картина мира, Физика
Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для	Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, Механические и физические свойства материалов

их изучения.

**3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося**

Общий объем дисциплины в з.е. /час: 3 / 108

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
очная	12	0	24	72	43

**4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**Форма обучения: очная**

**Семестр: 8**

**Лекционные занятия (12ч.)**

**1. Основные законы естественнонаучных дисциплин. Теоретические и экспериментальные исследования в избранной области технической физики. Изучение научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта. Введение в физику нанотехнологий. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,3,4] Основные понятия и представления физики нанотехнологий и наноразмерных структур. История развития нанотехнологий в России и в мире.**

**2. Основные законы естественнонаучных дисциплин. Теоретические и экспериментальные исследования в избранной области технической физики. Особенности физических взаимодействий на наномасштабах. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[3] Основные физические взаимодействия. Оценка величины силы тяжести для нанообъекта. Сравнение величины силы тяжести и поверхностного натяжения. Сила трения для нанообъектов. Силы Ван-дер-Ваальса. Потенциал Леннарда-Джонса. Величины сил в наномеханических системах.**

**3. Основные законы естественнонаучных дисциплин. Теоретические и экспериментальные исследования в избранной области технической физики.**

**Квантовая механика нанобъектов. Основные законы квантовой механики {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[4]** Основные идеи и принципы квантовой механики. Волновые свойства частиц. Соотношение неопределённостей Гейзенберга. Волновая функция и уравнение Шредингера. Спин частицы и принцип Паули. Элементы квантовой теории твёрдых тел. Упрощённая зонная диаграмма полупроводников и функция заполнения состояний.

**4. Основные законы естественнонаучных дисциплин. Теоретические и экспериментальные исследования в избранной области технической физики. Изучение научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта. Основные типы идеальных твёрдотельных наноструктур. Квазичастицы и их поведение в наноструктурах. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[3,4]** Законы дисперсии для прямозонного полупроводника. Квантовый размерный эффект для электронов в потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. Квантово-размерное увеличение ширины запрещённой зоны для прямозонных полупроводников. Квантовые ямы для полупроводниковых гетероструктур. Полупроводниковые лазеры.

**5. Теоретические и экспериментальные исследования в избранной области технической физики. Изучение научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта. Методы исследования наноструктур. Кремниевая наноэлектроника. {беседа} (2ч.)[4]** Дифракция рентгеновских лучей. Электронная микроскопия (ПЭМ, СЭМ). Зондовая микроскопия (СТМ, АСМ и др.) Методы оптической микроскопии.

Квантовый размерный эффект в кремниевых нанокристаллах. Спектры фотолюминесценции нанокристаллов кремния в матрице диоксида кремния. Кремниевая оптоэлектроника, интеграция с наноэлектроникой. Кремниевые структуры как основа светоизлучающей и усиливающей оптоэлектроники. Структуры нанокристаллов кремния в матрице диоксида кремния.

**6. Теоретические и экспериментальные исследования в избранной области технической физики. Изучение научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта. Физика наноустройств. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[4]** Устройства оптоэлектроники и наноэлектроники. Туннельный диод. Одноэлектроника. Спинтроника. Светодиоды и лазеры на двойных гетероструктурах. Фотоприемники на квантовых ямах. Фотодиоды на системе квантовых ям. Фотоника. Устройства и приборы нанопотоники. Фотонные кристаллы. Волоконная оптика. Оптические переключатели и фильтры. Магнитные наноустройства для записи и хранения информации.

### **Практические занятия (24ч.)**

**1. История развития нанотехнологий в мире. {беседа} (2ч.)[4]** Нанотехнологии в нашей жизни. Нанотехнологии в медицине, военные нанотехнологии. Средства

коммуникации и нанотехнологии. Развитие нанотехнологий в ближайшие несколько лет.

**2. Особенности физических взаимодействий на наномасштабах. {беседа} (4ч.)[4,5]** Основные физические взаимодействия. Оценка величины силы тяжести для нанообъекта. Сравнение величины силы тяжести и поверхностного натяжения. Сила трения для нанообъектов. Силы Ван-дер-Ваальса. Потенциал Леннарда-Джонса. Величины сил в наномеханических системах.

**3. Квантовая механика нанообъектов {беседа} (4ч.)[5]** Основные идеи и принципы квантовой механики. Волновые свойства частиц. Соотношение неопределённостей Гейзенберга. Волновая функция и уравнение Шредингера. Спин частицы и принцип Паули. Элементы квантовой теории твёрдых тел. Упрощённая зонная диаграмма полупроводников и функция заполнения состояний.

**4. Основные типы идеальных твёрдотельных наноструктур. Квазичастицы и их поведение в наноструктурах. {беседа} (4ч.)[3]** Законы дисперсии для прямозонного полупроводника. Квантовый размерный эффект для электронов в потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. Квантово-размерное увеличение ширины запрещённой зоны для прямозонных полупроводников. Квантовые ямы для полупроводниковых гетероструктур Полупроводниковые лазеры.

**5. Методы исследования наноструктур. {беседа} (4ч.)[3]** Дифракция рентгеновских лучей. Электронная микроскопия (ПЭМ, СЭМ). Зондовая микроскопия (СТМ, АСМ и др.) Методы оптической микроскопии.

**6. Физика наноустройств. Современные достижения в области наноструктур {беседа} (6ч.)[4]** Устройства оптоэлектроники и наноэлектроники. Туннельный диод. Одноэлектроника. Спинтроника. Светодиоды и лазеры на двойных гетероструктурах. Фотоприемники на квантовых ямах. Фотодиоды на системе квантовых ям. Устройства и приборы нанофотоники. Фотонные кристаллы. Волоконная оптика. Оптические переключатели и фильтры. Магнитные наноустройства для записи и хранения информации.

### **Самостоятельная работа (72ч.)**

**1. Проработка теоретического материала(10ч.)[1,1,2,3,4]** Работа с конспектом лекций, учебником,

учебными пособиями, другими источниками

**2. Подготовка к практическим занятиям {использование общественных ресурсов} (24ч.)[1,2,3,4]**

**3. Самостоятельное изучение разделов**

**дисциплины(11ч.)[1,1,2,3,4,5]** Работа с конспектом лекций, учебником, учебными пособиями, другими источниками

**4. Подготовка к экзамену, сдача экзамена(27ч.)[1,1,2,3,4,5]**

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам: Лань, Университетская библиотека он-лайн, электронной библиотеке АлтГТУ и к электронной информационно-образовательной среде:

1. Нанотехнологии и специальные материалы : учебное пособие / ред. Ю.П. Солнцев. - Санкт-Петербург : Химиздат, 2009. - 336 с. - ISBN 978-5-93808-177-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=98343> (06.05.2019).

2. Матюшкин, И.В. Моделирование и визуализация средствами MATLAB физики наноструктур : учебно-методическое пособие / И.В. Матюшкин. - Москва : РИЦ "Техносфера", 2011. - 188 с. - (Мир программирования). - ISBN 978-5-94836-286-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=135405> (06.05.2019).

## **6. Перечень учебной литературы**

### **6.1. Основная литература**

3. Нанoeлектроника: теория и практика [Электронный ресурс] : учебник / В.Е. Борисенко [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 369 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/84103>. — Загл. с экрана.

4. Основы нанотехнологии [Электронный ресурс] : учебник / Н.Т. Кузнецов [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2017. — 400 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94129>. — Загл. с экрана.

### **6.2. Дополнительная литература**

5. Выбор состава и структуры износостойких наноструктурных покрытий для твердосплавного режущего инструмента на основе квантово-механического моделирования [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю.Г. Кабалдин [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Машиностроение, 2017. — 216 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/107158>. — Загл. с экрана.

## **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. <http://nano.msu.ru/>

## **8. Фонд оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Содержание промежуточной аттестации раскрывается в комплекте контролирующих материалов, предназначенных для проверки соответствия

уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, которые хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном виде и в ЭИОС.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) по дисциплине представлен в приложении А.

## **9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Для успешного освоения дисциплины используются ресурсы электронной информационно-образовательной среды, образовательные интернет-порталы, глобальная компьютерная сеть Интернет. В процессе изучения дисциплины происходит интерактивное взаимодействие обучающегося с преподавателем через личный кабинет студента.

<b>№пп</b>	<b>Используемое программное обеспечение</b>
1	Windows
2	Microsoft Office
3	LibreOffice
4	Антивирус Kaspersky

<b>№пп</b>	<b>Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы</b>
1	Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным ресурсам" для студентов и преподавателей; каталог ссылок на образовательные интернет-ресурсы ( <a href="http://Window.edu.ru">http://Window.edu.ru</a> )
2	Национальная электронная библиотека (НЭБ) — свободный доступ читателей к фондам российских библиотек. Содержит коллекции оцифрованных документов (как открытого доступа, так и ограниченных авторским правом), а также каталог изданий, хранящихся в библиотеках России. ( <a href="http://нэб.рф/">http://нэб.рф/</a> )

## **10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>
учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа
учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа
учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций
помещения для самостоятельной работы
учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

Материально-техническое обеспечение и организация образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с «Положением об обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья».