

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.О.34 «Физика наноструктур»**

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

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

Статус дисциплины: **обязательная часть**

Форма обучения: **очная**

Статус	Должность	И.О. Фамилия
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 индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Содержание компетенции	Индикатор	Содержание индикатора
ОПК-1	Способен использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	ОПК-1.2	Применяет естественнонаучные знания при решении практических задач
ОПК-4	Способен самостоятельно проводить теоретические и экспериментальные исследования в избранной области технической физики, использовать основные приемы обработки и представления полученных данных, учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности	ОПК-4.1	Способен проводить теоретические и экспериментальные исследования, учитывая современные тенденции развития технической физики

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	Кристаллография, рентгенография и микроскопия, Материаловедение, Новые материалы и технологии, Физика
Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы, Механические и физические свойства материалов, Физико-химическое материаловедение наноструктурных материалов

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: Зачет

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
очная	20	0	20	68	50

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 (20ч.)

- 1. Введение в физику наноструктур. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,4]** Основные понятия и представления физики нанотехнологий и наноразмерных структур. История развития нанотехнологий в России и в мире.
- 2. Особенности физических взаимодействий на наномасштабах. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[2,4]** Основные физические взаимодействия. Оценка величины силы тяжести для нанобъекта. Сравнение величины силы тяжести и поверхностного натяжения. Сила трения для нанобъектов. Силы Ван-дер-Ваальса. Потенциал Леннарда-Джонса. Величины сил в наномеханических системах.
- 3. Квантовая механика нанобъектов {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[2,3]** 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. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[2,3]** Основные типы идеальных твердотельных наноструктур. 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} (2ч.)[3,5]** Дифракция рентгеновских лучей. Электронная микроскопия (ПЭМ, СЭМ). Зондовая микроскопия (СТМ, АСМ и др.) Методы оптической микроскопии.
- 6. Кремниевая наноэлектроника {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[2,3]** Квантовый размерный эффект в кремниевых нанокристаллах. Спектры фотолюминисценции 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.

7. Физика наноустройств. {беседа} (6ч.)[2,3] 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 нанофотоники. Фотонные кристаллы. Волоконная оптика. Оптические переключатели и фильтры. Магнитные наноустройства для записи и хранения информации.

Практические занятия (20ч.)

1. Нанотехнологии в нашей жизни {беседа} (2ч.)[1,4] Основные понятия и представления физики нанотехнологий и наноразмерных структур. История развития нанотехнологий в России и в мире.

Нанотехнологии в быту. Нанотехнологии в медицине, военные нанотехнологии. Средства коммуникации и нанотехнологии. Развитие нанотехнологий в ближайшие несколько лет.

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

3. Квантовая механика нанобъектов {беседа} (2ч.)[2,3] 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.)[2,3] Основные типы идеальных твёрдотельных наноструктур. 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} (2ч.)[3,5] Дифракция рентгеновских лучей. Электронная микроскопия (ПЭМ, СЭМ). Зондовая микроскопия (СТМ, АСМ и др.) Методы оптической микроскопии.

6. Кремниевая наноэлектроника. {беседа} (2ч.)[2,3] Квантовый размерный эффект в кремниевых нанокристаллах. Спектры фотолюминисценции 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.

7. Физика наноустройств. {беседа} (6ч.)[2,3] Устройства оптоэлектроники и

нанoeлектроники. 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 (68ч.)

- 1. Изучение теоретического материала(20ч.)**[1,2,3,4,5,6] Работа с конспектами лекций, учебниками и учебными пособиями
- 2. подготовка к практическим занятиям(20ч.)**[1,2,3,4,5,6] Работа с конспектом лекций, учебными пособиями.
- 3. Подготовка реферата {использование общественных ресурсов}** (14ч.)[1,2,3,4,5,6]
- 4. Подготовка к коллоквиумам(8ч.)**[1,2,3,4,5,6] Работа с конспектами лекций, учебниками и учебными пособиями
- 5. Подготовка к зачёту {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий}** (6ч.)[1,2,3,4,5,6] Работа с конспектами лекций, учебниками и учебными пособиями, использование общественных ресурсов

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. Пыргаева С.М. Методические указания по выполнению самостоятельной работы по дисциплине "Физика наноструктур" для студентов направления 16.03.01 "Техническая физика": методические указания / С.М. Пыргаева.- Барнаул, 2020.- 7 с.- Текст: электронный // Электронная библиотечная система АлтГТУ.- URL: http://elib.altstu.ru/eum/download/of/Pyrgaeva_FisNano_sr_mu.pdf - (дата обращения 14.12.2020).- Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Перечень учебной литературы

6.1. Основная литература

2. Основы нанотехнологии : учебник / Н. Т. Кузнецов, В. М. Новоторцев, В. А. Жабрев, В. И. Марголин. — 2-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2017. — 400 с. — ISBN 978-5-00101-476-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/94129> (дата обращения: 14.12.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Наноматериалы и нанотехнологии : учебник для вузов / Е. И. Пряхин, С. А. Вологжанина, А. П. Петкова, О. Ю. Ганзуленко ; под редакцией Е. И. Пряхина. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 372 с. — ISBN 978-5-8114-5373-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/149303> (дата обращения: 14.12.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.2. Дополнительная литература

4. Деффейс, К. Удивительные наноструктуры : учебное пособие / К. Деффейс, С. Деффейс ; под редакцией Л. Н. Патрикеева ; перевод с английского А. В. Хачояна. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 209 с. — ISBN 978-5-00101-817-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/151591> (дата обращения: 14.12.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Методы компактирования и консолидации наноструктурных материалов и изделий : учебное пособие / О. Л. Хасанов, Э. С. Двилис, З. Г. Бикбаева, А. А. Качаев. — 3-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 272 с. — ISBN 978-5-00101-716-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/135502> (дата обращения: 14.12.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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

6. <http://www.portalnano.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.

№пп	Используемое программное обеспечение
1	LibreOffice
2	Windows
3	Антивирус Kaspersky

№пп	Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы
1	Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным ресурсам" для студентов и преподавателей; каталог ссылок на образовательные интернет-ресурсы (http://Window.edu.ru)
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. (http://нэб.рф/)

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

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
помещения для самостоятельной работы
учебные аудитории для проведения учебных занятий

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».