

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

СОГЛАСОВАНО

И.о. декана ФСТ
Кустов

С.Л.

Рабочая программа дисциплины

Код и наименование дисциплины: **Б1.О.6 «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.)[2,4,5,6] 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.)[2,3,6] 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 нанопотоники. 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.)[4,5] 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.)[3,5,6] 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 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 (68ч.)

- 1. Изучение теоретического материала(20ч.)[1,2,3,4,5,6,7,8]** Работа с конспектами лекций, учебниками и учебными пособиями
- 2. подготовка к практическим занятиям(20ч.)[1,2,3,4,5,6,7,8]** Работа с конспектом лекций, учебными пособиями.
- 3. Подготовка реферата {использование общественных ресурсов} (14ч.)[1,2,3,4,5,6,7,8]**
- 4. Подготовка к коллоквиумам(8ч.)[1,2,3,4,5,6,7,8]** Работа с конспектами лекций, учебниками и учебными пособиями
- 5. Подготовка к зачёту {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (6ч.)[1,2,3,4,5,6,7,8]** 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. Нанотехнологии и специальные материалы : учебное пособие для вузов / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин, С. А. Вологжанина, А. П. Петкова ; под редакцией Ю. П. Солнцева. — 3-е изд. — Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2020. — 336 с. — ISBN 078-5-93808-346-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный

ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/97818.html> (дата обращения: 07.04.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3. Физико-химия наночастиц, наноматериалов и наноструктур : учебное пособие / А. А. Барыбин, В. А. Бахтина, В. И. Томилин, Н. П. Томилина. — Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2011. — 236 с. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229593> (дата обращения: 07.04.2023). — ISBN 978-5-7638-2396-7. — Текст : электронный.

6.2. Дополнительная литература

4. Корабельников, Д. В. Физика наноструктур : учебное пособие / Д. В. Корабельников, Н. Г. Кравченко, А. С. Поплавной ; Кемеровский государственный университет. — Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2016. — 161 с. : схем., ил. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481557> (дата обращения: 07.04.2023). — ISBN 978-5-8353-2048-6. — Текст : электронный.

5. Смирнов, В. И. Физические основы нанотехнологий и наноматериалы : учебное пособие / В. И. Смирнов. — Ульяновск : Ульяновский государственный технический университет, 2017. — 241 с. — ISBN 978-5-9795-1731-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/106130.html> (дата обращения: 07.04.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

6. Илюшин, В. А. Наноматериалы : учебное пособие : [16+] / В. А. Илюшин ; Новосибирский государственный технический университет. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019. — 114 с. : ил., табл. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574749> (дата обращения: 07.04.2023). — Библиогр. в кн . — ISBN 978-5-7782-3858-9. — Текст : электронный

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

7. <https://nano-portal.ru/>

8. <https://rusnor.org/>

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 ограниченного 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
учебные аудитории для проведения учебных занятий
помещения для самостоятельной работы

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».