Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра биофизики и физики конденсированного состояния

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.8 Физика наноструктур. Нанокомпозиты»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
03.03.03 Радиофизика
(код и наименование направления подготовки)

Физика наноматериалов
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Год набора 2025

Рабочая программа дисциплины «*Б1.Д.В.8 Физика наноструктур. Нанокомпозиты*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра биофизики и физики конденсированного состояния
наименование кафедры

протокол №7 от "21 " февраля 2025г.

Заведующий кафедрой
Кафедра биофизики и физики конденсированного состояния _____ В.Л. Бердинский
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители:
доцент каф. БФФКС _____ Э.К. Алиджанов
должность *подпись* *расшифровка подписи*

_____ _____ _____
должность *подпись* *расшифровка подписи*

Председатель методической комиссии по направлению подготовки
03.03.03 Радиофизика _____ Т.М. Чмерева
код наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
_____ С.А. Биктимирова
личная подпись *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству факультета
_____ А.Д. Стрекаловская
личная подпись *расшифровка подписи*

№ регистрации _____

© Алиджанов Э.К. 2025
© ОГУ, 2025

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

Реализация в рамках дисциплины требований квалификационной характеристики, связанной с профессиональной деятельностью выпускника по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика согласно Федеральному государственному образовательному стандарту (ФГОС) высшего образования, утвержденному приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12.03.2015 N 225;

- формирование соответствующих компетенций согласно требованиям основной образовательной программы (ООП) подготовки бакалавров по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика с профилем подготовки «Физика наноматериалов».

Задачи:

- приобретение обучающимися знаний в области физически полупроводников как теоретической базы для изучения последующих дисциплин вариативной части профессионального цикла; - приобретение обучающимися навыков реализации теоретических знаний на практике в рамках выполнения практических работ с применением интерактивных методов и закреплением соответствующих компетенций согласно ООП подготовки бакалавров по направлению 03.03.03 Радиофизика с профилем подготовки «Физика наноматериалов».

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.17 Электричество и магнетизм*

Постреквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-1 Способен применять на практике профессиональные знания и умения в сфере производства, внедрения и эксплуатации электронных приборов и систем различного назначения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	ПК*-1-В-1 Знает фундаментальные основы специализированных знаний в области радиоэлектроники, телекоммуникационных систем и антенных комплексов	**Знать:** основные принципы теоретического и экспериментального исследования в сфере профессиональной деятельности **Уметь:** использовать специализированные знания в области физики при решении задач профессиональной деятельности **Владеть:** специализированными

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		знаниями в области физики и смежных естественнонаучных дисциплин.
ПК*-2 Способен проводить научные исследования в избранной экспериментальной или теоретической области с применением современной приборной базы и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	ПК*-2-В-1 Знает основные методы проведения теоретического и экспериментального исследования в сфере профессиональной деятельности ПК*-2-В-2 Умеет решать профессиональные задачи с применением современной приборной базы и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта ПК*-2-В-3 Владеет навыками работы с современным приборным оборудованием, методами обработки и анализа полученных данных	**Знать:** основные методы проведения теоретического и экспериментального исследования в сфере профессиональной деятельности **Уметь:** решать профессиональные задачи с применением современной приборной базы и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта **Владеть:** навыками работы с современным приборным оборудованием, методами обработки и анализа полученных данных

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	7 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**108**	**108**
Контактная работа:	**44,25**	**44,25**
Лекции (Л)	30	30
Практические занятия (ПЗ)	14	14
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;* *- изучение разделов курса в системе электронного обучения;* *- подготовка к практическим занятиям;* *- подготовка к рубежному контролю и т.п.)*	**63,75**	**63,75**
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**диф. зач.**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№	Наименование разделов	Количество часов

раздела		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Наноструктуры. Основные термины и определения.	20	6	2		12
2	Обзор способов формирования наноструктур и методов их иследования	22	6	3		13
3	Электрофизические и оптические свойства наструктур	22	6	3		13
4	Углеродные наноструктуры и их применения	22	6	3		13
5	Применение низкоразмерных систем в электронике	22	6	3		13
	Итого:	108	30	14		64
	Всего:	108	30	14		64

4.2 Содержание разделов дисциплины

1. Наноструктуры. Основные термины и определения.

Нанотехнологии в науке и технике. История развития, основные этапы и достижения. Понятие о мезоскопической физике. Проблема управления свойствами материалов: композиты нанокопмпозиты, наноматериалы.

2. Обзор способов формирования наноструктур и методов их иследования

Литография экстремальным ультрафиолетом. Электронно-лучевая литография. Ионная литография. Рентгеновская литография. Нанопечатная литография. Литографически индуцированная самосборка наноструктур. Механизмы эпитаксиального роста тонких пленок. Жидкофазная эпитаксия. Газофазная эпитаксия из металлоорганических соединений (CVD-технология). Молекулярно-лучевая эпитаксия. Установка МЛЭ

Просвечивающие электронные микроскопы. Сканирующие электронные микроскопы. Сканирующие зондовые и оптические микроскопы. Сканирующий туннельный микроскоп. Атомно-силовой микроскоп. Сканирующий оптический микроскоп ближнего поля.

3. Электрофизические и оптические свойства наструктур

Классические и квантовые размерные эффекты. Проявление размерных эффектов в физических свойствах материалов. Характеристические длины. Длина волны де Бройля. Средний свободный пробег электрона. Диффузионная длина. Длина экранирования. Длина локализации.

Квантовые точки, нити, слои. Плотность электронных состояний и размерность системы. Электронный газ в 3D, 2D, ID, 0D- структурах. Особенности магнитных свойств наноструктур. Суперпарамагнетизм. Перенос заряда в низкоразмерных системах. Формула Ландауэра. Баллистический транспорт. Резонансное туннелирование. Кулоновская блокада туннелирования. Электронный газ в магнитном поле, квантовый эффект Холла

4. Углеродные наноструктуры и их применения

Аллотропные формы углерода. Углеродные наноструктуры. Фуллерены. Нанотрубки. Графен.

5. Применение низкоразмерных систем в электронике

Одноэлектронные устройства. Резонансно-туннельный диод. Одноэлектронный транзистор. Приемники излучения на основе наноструктур. Приборные структуры спинтроники. анокомпозиты в электронике и электротехнике. Электропроводность не-упорядоченных систем. Элементы теории протекания.

4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1-2	Формирование и свойства наноструктурированных материалов	2

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
2	3	Квантовый эффект Холла	3
3	2	Методы сканирующей зондовой микроскопии.	3
4	5	Спинтроника и квантовые компьютеры	3
5	3	Туннелирование носителей заряда через потенциальные барьеры	3
6	3	Вольтамперные характеристики низкоразмерных структур	3
		Итого:	14

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Гусев, А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии [Текст] / А. И. Гусев.- 2-е изд., испр. - М. : Физматлит, 2009. - 415 с. - Библиогр. в конце гл. - Имен. указ.: с. 406-407. - Предм. указ.: с. 408-414. - ISBN 978-5-9221-0582-8.

5.2 Дополнительная литература

1. Технологии модификации наноматериалов : учебное пособие : [16+] / Д. В. Постников, Е. А. Рогачев, О. В. Кропотин, Д. А. Полонянкин ; Омский государственный технический университет. – Омск : Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2021. – 88 с. : ил., табл., схем., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=700809 (дата обращения: 10.07.2023). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8149-3329-4. – Текст : электронный.

2. 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: 10.07.2023). – ISBN 978-5-7638-2396-7. – Текст : электронный.

3. Пономарев, Ю. И. Методические рекомендации по изучению курса "Статистическая физика и термодинамика" [Текст] : пособие для студ. физ.-мат. фак. / Ю. И. Пономарев, М. Р. Расовский. - Оренбург : Изд-во ОГПУ, 2003. - 28 с. : ил.

5.3 Периодические издания

1. Журнал экспериментальной и теоретической физики : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2016.

2. Успехи физических наук : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2016.

3. Оптика и спектроскопия : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2017, 2018.

5.4 Интернет-ресурсы

1. www.ph4s.ru - Физика студентам и школьникам. Образовательный проект А.Н. Варгина, МИФИ.

2. http://kvant.mccme.ru/ - Научно-популярный физико-математический журнал «Квант».

3. http://www.physbook.ru/ - Электронные учебники и журналы по физике.

4. https://openedu.ru/course/ - «Открытое образование», Каталог курсов, МООК: «Квантовая физика».

5. http://www.jetp.ac.ru/cgi-bin/r/index - Журнал экспериментальной и теоретической физики.

6. https://ufn.ru/ - Успехи физических наук : журнал.

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Перечень лицензионного программного обеспечения

1. Операционная система Microsoft Windows
2. Пакет настольных приложений Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint, Outlook, Publisher, Access)
3. Приложение для создания диаграмм Microsoft Visio

Профессиональные базы данных

1. SCOPUS [Электронный ресурс]: реферативная база данных / компания Elsevier. – Режим доступа: https://www.scopus.com/, в локальной сети ОГУ.
2. Springer [Электронный ресурс]: база данных научных книг, журналов, справочных материалов / компания Springer Customer Service Center GmbH . – Режим доступа : https://link.springer.com/, в локальной сети ОГУ.
3. Web of Science [Электронный ресурс]: реферативная база данных / компания Clarivate Analytics. – Режим доступа : http://apps.webofknowledge.com/, в локальной сети ОГУ.

Информационные справочные системы

1. Законодательство России [Электронный ресурс] : информационно-правовая система. – Режим доступа : http://pravo.fso.gov.ru/ips/, в локальной сети ОГУ.
2. Консультант Плюс [Электронный ресурс] : справочно-правовая система / Компания Консультант Плюс. – Электрон. дан. – Москва, [1992–2016]. – Режим доступа : в локальной сети ОГУ \\fileserver1\!CONSULT\cons.exe
3. Гарант [Электронный ресурс] : справочно-правовая система / НПП Гарант-Сервис. – Электрон. дан. - Москва, [1990–2016]. – Режим доступа \\fileserver1\GarantClient\garant.exe в локальной сети ОГУ.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.