

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра биофизики и физики конденсированного состояния

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б.1.В.ДВ.1.1 Методы зондовой микроскопии»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

03.03.02 Физика

(код и наименование направления подготовки)

Физика конденсированного состояния

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Тип образовательной программы

Программа академического бакалавриата

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2018

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра биофизики и физики конденсированного состояния
наименование кафедры

протокол № 06 от "05" 02 2018г.

Заведующий кафедрой

Кафедра биофизики и физики конденсированного состояния В.Л. Бердинский
наименование кафедры подпись расшифровка подписи

Исполнители:

доцент БФФК
должность

[подпись]
подпись

Никиян А.Н.
расшифровка подписи

должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

03.03.02 Физика

Зав. каф. БФФК
код наименование

[подпись]
личная подпись

Бердинский
расшифровка подписи

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки

[подпись]
личная подпись

Н.Н. Грицай
расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета

личная подпись

[подпись]

А.Д. Стрекаловская
расшифровка подписи

№ регистрации _____

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

формирование представлений по теоретическим основам современных методов микроскопии и перспективах их использования в различных областях науки и техники.

Задачи:

- сформировать знания по основам устройства и принципов работы современных сканирующих зондовых микроскопов;
- дать представления о результатах новейших научных исследований, выполненных на основе использования современных методов микроскопии;
- привить навыки работы со сканирующим туннельным и атомно-силовым микроскопами, а также научить методам подготовки различных объектов для исследования методом зондовой микроскопии.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам (модулям) по выбору вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б.1.Б.11 Механика, Б.1.Б.22 Квантовая теория, Б.1.В.ОД.6 История физики*

Постреквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<p>Знать: - знать основные концепции современной философии науки, основные стадии эволюции науки, функции и основания научной картины мира.</p> <p>Уметь: - использовать положения и категории философии науки для оценивания и анализа различных фактов и явлений.</p> <p>Владеть: - навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в.т.ч. междисциплинарного характера возникающих в науке на современном этапе ее развития;</p>	ОК-1 способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции
<p>Знать: - теоретические основы физики взаимодействия локальных зондов с поверхностью исследуемых материалов, а также физические принципы работы, устройство и особенности конструкции зондовых микроскопов и зондов;</p> <p>Уметь: -самостоятельно оценивать возможность использования конкретного представителя семейства зондовых микроскопов в рамках решаемой задачи;</p> <p>- выбирать методику подготовки образцов для исследования и самостоятельно интерпретировать полученные результаты.</p> <p>Владеть: - методами подготовки биологического материала и способностью к</p>	ОК-7 способностью к самоорганизации и самообразованию

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
организации их исследования с помощью методов сканирующей микроскопии.	
<p>Знать: методы анализа свойств физических систем разного уровня организации.</p> <p>Уметь: применять знания в области классической и квантовой механики, термодинамики, электромагнетизма, оптики для анализа физических явлений и процессов в сложных системах.</p> <p>Владеть: : навыками использования специализированных методов решения задач физики полупроводников и междисциплинарных задач.</p>	ПК-1 способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	7 семестр	всего
Общая трудоёмкость	180	180
Контактная работа:	35,25	35,25
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Консультации	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к рубежному контролю и т.п.)	144,75	144,75
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	экзамен	

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Общие сведения о зондовых микроскопах	20	2	2	-	16
2	Устройство, принципы работы и характеристики СЗМ сканеров	22	2	2	-	18
3	Методы визуализации и обработки СЗМ изображений	20	2	2	-	16
4	Артефакты и их устранение	20	2	2	-	16
5	Устройство и физические принципы работы сканирующего туннельного микроскопа (СТМ)	20	2	2	-	16
6	Сканирующая туннельная спектроскопия	20	2	2	-	16
7	Атомно-силовая микроскопия (АСМ)	20	2	2	-	16
8	АСМ спектроскопия	20	2	2	-	16

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
9	Сканирующий микроскоп ближнего поля	18	2	-	-	16
	Итого:	180	18	16		146
	Всего:	180	18	16		146

4.2 Содержание разделов дисциплины

№ раздела	Наименование раздела	Содержание
1	Общие сведения о зондовых микроскопах	Методы микроскопического исследования поверхности биообъектов. Сравнение оптической, электронной и зондовой микроскопии. История развития зондовой микроскопии. Принцип работы сканирующего зондового микроскопа. Основные узлы зондового микроскопа. Туннельный и силовой сенсор. Виды зондов.
2	Устройство, принципы работы и характеристики СЗМ сканеров	Пьезоэлектрические двигатели. Характеристики пьезоэлектрических материалов, применяемых в СЗМ сканерах. Виды СЗМ сканеров. Сравнительная характеристика различных конструкций СЗМ сканеров.
3	Методы визуализации и обработки СЗМ изображений	Методы визуализации СЗМ изображений. Цветовая шкала высот. Построение трехмерных изображений. Использование эффекта боковой подсветки. Методы выравнивания СЗМ изображений. Статистический анализ СЗМ данных. Построение и обработка гистограмм распределения высот.
4	Артефакты и их устранение	Виды артефактов при СЗМ сканировании и причины их возникновения. Методы устранения артефактов. Цифровая фильтрация СЗМ изображений. Полосовые фильтры. Конволюционные фильтры.
5	Устройство и физические принципы работы сканирующего туннельного микроскопа (СТМ)	Туннельный эффект. Туннельный сенсор. Устройство и принципы работы туннельного сенсора. Режимы сканирования. Режимы постоянного тока и постоянной высоты.
6	Сканирующая туннельная спектроскопия	Вольтамперная характеристика туннельного контакта. Режимы модуляции напряжения (V-модуляция) и высоты (Z-модуляция).
7	Атомно-силовая микроскопия (АСМ)	Физические принципы работы атомно-силового сенсора. Устройство АСМ зонда. Способы регистрации отклонения кантилевера. Формы кантилеверов, особенности и методы их изготовления. АСМ моды сканирования: контактная мода (режимы постоянной силы и постоянного отклонения, режим латеральной силы. Z-модуляция); неконтактная мода (амплитудно-частотная и фазовая характеристики кантилевера).

8	АСМ спектроскопия	Исследование силы взаимодействия зонд-поверхность. Кривая «отвода-подвода». Расчет упругости биообъектов. Модель Герца. Методы калибровки жесткости кантилевера.
9	Сканирующий микроскоп ближнего поля	Устройство, принцип работы и применение сканирующего ближнепольного оптического микроскопа (СБОМ). Возможности использования в биологии.

4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	История создания СЗМ. Принципы работы сканирующих зондовых микроскопов и сканирующие элементы. Место СЗМ в микроскопических методах анализа поверхностей.	2
2	2	Устройство, принципы работы и характеристики СЗМ сканеров.	2
3	3	Принципы построения изображений в СЗМ. Методы фильтрации полученных изображений.	4
4	4	Устранение артефактов, возникающих при сканировании биологических образцов.	2
5	5	Устройство и физические основы работы сканирующего туннельного микроскопа (СТМ). СТМ в различных средах и подготовка образцов для сканирования.	2
6	6	Туннельный эффект. Устройство и принципы работы туннельного сенсора. СТМ-моды: вольтамперная характеристика туннельного контакта. Режимы модуляции напряжения (V-модуляция) и высоты (Z-модуляция).	2
7	7	Атомно-силовая микроскопия (АСМ) Устройство и физические основы работы АСМ. Методы изготовления и особенности применения различных видов АСМ-зондов. Подготовка образцов и применение АСМ в технологических исследованиях, химии, биологии.	2
8	8	АСМ спектроскопия.	2
		Итого:	16

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Биофизика [Текст] : учеб. для вузов / В. Ф. Антонов [и др.]; под ред. В. Антонова.- 3-е изд., испр. и доп. - М. : Владос, 2006. - 287 с. : ил. - (Учебник для вузов). - Библиогр.: с. 283-284. - ISBN 5-691-01037-9.

5.2 Дополнительная литература

1. Плескова, С. Н. Атомно-силовая микроскопия в биологических и медицинских исследованиях [Текст] : учеб. пособие / Долгопрудный : Интеллект, 2011. - 184 с.

2. Газенаур Е. Г. , Кузьмина Л. В. , Крашенинин В. И. Методы исследования материалов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2013. – 336 с. – режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=232447
3. Кларк Э. Р. , Эберхардт К. Н. Микроскопические методы исследования материалов [Электронный ресурс] : научная монография / М.: РИЦ "Техносфера", 2007. – 371 с. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=115673
4. Неволин В. К. Зондовые нанотехнологии в электронике [Электронный ресурс] : монография / М.: Техносфера, 2014. – 174 с. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=260697
5. Рыков, С. А. Сканирующая зондовая микроскопия полупроводниковых материалов и наноструктур [Текст] : учеб. пособие / С. А. Рыков. - СПб. : Наука, 2001. - 52 с. - (Новые разделы физики полупроводников) - ISBN 5-02-024956-4.

5.3 Периодические издания

1. Теоретическая и математическая физика. Журнал.
2. Журнал экспериментальной и теоретической физики.
3. Успехи физических наук. Журнал. МАИК. Наука.
4. Оптика и спектроскопия. Журнал. МАИК. Наука.
5. Журнал технической физики. МАИК. Наука.

5.4 Интернет-ресурсы

- <https://openedu.ru/course/> - «Открытое образование», Каталог курсов, MOOK: «Электродинамика»;
- <https://www.coursera.org/learn/python> - «Coursera», MOOK: «Programming for Everybody (Getting Started with Python)»;
- <https://universarium.org/catalog> - «Универсариум», Курсы, MOOK: «Дополнительная общеобразовательная программа по физике»;
- <https://www.lektorium.tv/mooc> - «Лекториум», MOOK: «Небесная механика»
- Электронная библиотека Российской государственной библиотеки (РГБ) - <http://elibrary.rsl.ru/>.
- Электронная библиотека IQlib (образовательные издания, электронные учебники, справочные и учебные пособия) - <http://www.iqlib.ru/>.
- Электронная библиотека Санкт-Петербургского государственного политехнического университета (методическая и учебная литература, создаваемая в электронном виде авторами СПбГТУ по профилю образовательной и научной деятельности университета) - <http://www.unilib.neva.ru/rus/lib/resources/elib/>.
- Научная библиотека МГУ имени М.В. Ломоносова - <http://nbgmu.ru/>.
- Электронные учебники и журналы по физике <http://e.lanbook.com>.
- Книги для студентов и аспирантов - <http://abitur.su/studentov>.
- Электронные учебные пособия - <http://www.intuit.ru/>.

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

- Операционная система Windows
- Интегрированный пакет Microsoft Office
- Архиватор 7 ZIP

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 оснащено компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

К рабочей программе прилагаются:

- Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине;
- Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.