

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 2016

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра биофизики и физики конденсированного состояния

наименование кафедры

протокол № 6 от "10" 02 2016г.

Заведующий кафедрой

Кафедра биофизики и физики конденсированного состояния В.Л. Бердинский

наименование кафедры

подпись

расшифровка подписи

Исполнители:

должность

подпись

расшифровка подписи

должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

03.03.02 Физика

код наименование

подпись

расшифровка подписи

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки

личная подпись

Т.В. Истомина

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета

личная подпись

А.Д. Стрекаловская

расшифровка подписи

№ регистрации 27746

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
<u>Знать:</u> - знать основные концепции современной философии науки, основные стадии эволюции науки, функции и основания научной картины мира. <u>Уметь:</u> - использовать положения и категории философии науки для оценивания и анализа различных фактов и явлений. <u>Владеть:</u> - навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в.т.ч. междисциплинарного характера возникающих в науке на современном этапе ее развития;	ОК-1 способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции
<u>Знать:</u> - теоретические основы физики взаимодействия локальных зондов с поверхностью исследуемых материалов, а также физические принципы работы, устройство и особенности конструкции зондовых микроскопов и зондов; <u>Уметь:</u> -самостоятельно оценивать возможность использования конкретного представителя семейства зондовых микроскопов в рамках решаемой задачи; - выбирать методику подготовки образцов для исследования и самостоятельно интерпретировать полученные результаты. <u>Владеть:</u> - методами подготовки биологического материала и способностью к	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.	
Знать: методы анализа свойств физических систем разного уровня организации. Уметь: применять знания в области классической и квантовой механики, термодинамики, электромагнетизма, оптики для анализа физических явлений и процессов в сложных системах. Владеть: : навыками использования специализированных методов решения задач физики полупроводников и междисциплинарных задач.	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

№ раз- дела	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.
2. 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.

5.2 Дополнительная литература

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

2. 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

3. 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

5.3 Периодические издания

1. Биофизика : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2016.
2. Журнал технической физики : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2016.
3. Журнал экспериментальной и теоретической физики : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2016.
4. Информатика и образование : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2016.
5. Квантовая электроника : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2016.
6. Оптика и спектроскопия : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2016.
7. Теоретическая и математическая физика : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2016.
8. Успехи физических наук : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2016.
9. Физика и техника полупроводников : журнал. - СПб. : Наука, 2016.
10. Физика металлов и металловедение : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2016.
11. Физика твердого тела : журнал. - СПб. : Наука, 2016.

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://nbmgu.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

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.