

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)
ИНСТИТУТ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОП


(подпись) Давыденко А.В.
(ФИО)



УТВЕРЖДАЮ
и.о. директора Департамента общей и экспериментальной
физики
(подпись) Короченцев В.В.
(И.О. Фамилия)
«28» февраля 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Методы исследования наноструктур и наноматериалов
Направление подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника
Профиль: нанотехнологии в электронике
Форма подготовки: очная

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 11.03.04 **Электроника и нанoeлектроника**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 19 сентября 2017 г. № 927 (с изменениями и дополнениями).

Рабочая программа обсуждена на заседании Департамента общей и экспериментальной физики, протокол № 5 от «28» февраля 2023 г.

И.о. директора Департамента общей и экспериментальной физики: канд. хим. наук, доцент Короченцев В.В.

Составители: доктор физ.-мат. наук, профессор Саранин А.А.

Владивосток
2023

Оборотная сторона титульного листа РПД

1. Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании Департамента общей и экспериментальной физики, протокол от «28» февраля 2023 г. № 5.

2. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента общей и экспериментальной физики и утверждена на заседании департамента общей и экспериментальной физики, протокол от «___» _____ 202 г. № _____

3. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента общей и экспериментальной физики и утверждена на заседании департамента общей и экспериментальной физики, протокол от «___» _____ 202 г. № _____

4. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента общей и экспериментальной физики и утверждена на заседании департамента департамента общей и экспериментальной физики, протокол от «___» _____ 202 г. № _____

Аннотация дисциплины

Методы исследования наноструктур и наноматериалов

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачётные единицы / 108 академических часов. Является дисциплиной части ОП, формируемой участниками образовательных отношений, изучается на 3 курсе и завершается экзаменом. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме 16 часов, лабораторных занятий в объеме 32 часа, а также выделены часы на самостоятельную работу студента – 50 часов (в том числе 36 часов на подготовку к экзамену).

Язык реализации: русский.

Цель: освоение теории и практики исследования основных свойств наночастиц современными методами и приборами, доступными в лабораториях исследовательских центров. Этот подход предполагает ознакомление студентов с возможностями современных приборов и исследовательских лабораторий.

Задачи:

– овладение теоретическими основами взаимодействия различных видов излучения с поверхностью твердых тел, наночастицами, наноматериалами;

– формирования навыков получения практической информации при работе с исследовательской аппаратурой, умение обрабатывать и получать параметры исследуемых материалов.

Для успешного изучения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции: ОПК-2 – Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных для решения профессиональных задач, полученные в результате изучения дисциплин: «Физические основы электроники», «Физика конденсированного состояния», «Электродинамика»; обучающийся должен быть готов к изучению таких дисциплин, как «Процессы на поверхности раздела фаз»,

«Процессы получения наночастиц и наноматериалов. Нанотехнологии», «Физика и технология квантовых приборов», «Синтез и свойства наноструктурированных материалов», , формирующих компетенции: ПК-2.1 – Выбирает методики проведения исследований параметров и характеристик устройств и установок электроники и нанoeлектроники, ПК-2.2 – проводит экспериментальные исследования характеристик приборов, схем, устройств электроники и нанoeлектроники, ПК-3.2 – Осуществляет настройку высокотехнологичного оборудования производства материалов и изделий нанoeлектроники в соответствии с правилами настройки и эксплуатации, ПК-3.3 – проводит подготовку к проведению процесса модификации свойств наноматериалов и наноструктур в соответствии с технической и эксплуатационной документацией, ПК-5.1 – соблюдает правила эксплуатации технологического оборудования.

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют формирование следующих компетенций, индикаторов достижения компетенций:

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
Профессиональные компетенции	ПК-4 – Способен организовывать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники	ПК-4.1 – применяет методическую базу измерений параметров технологических процессов и тестирования продуктов производства	Знает физические основы работы исследовательских приборов
			Умеет выбирать допустимую область использования исследовательских приборов и методов исследования; применять методы обработки полученной информации с учетом аппаратных особенностей исследовательских приборов
			Владеет навыками использования методик измерения свойств и

			структуры низкоразмерных материалов
	ПК-4 – Способен организовывать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники	ПК-4.2 – осуществляет поверку, настройку и калибровку электронной измерительной аппаратуры	Знает схемотехнику, конструкцию, процесс настройки и калибровки измерительного, диагностического и технологического оборудования; источники информации по техническим параметрам измерительной аппаратуры
			Умеет применять полученные знания при проверке настройке и калибровке измерительного, диагностического и технологического оборудования; источники информации по техническим параметрам измерительной аппаратуры
			Владеет требованиями для выполнения задач сервисного обслуживания электронной измерительной аппаратуры

I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель: освоение теории и практики исследования основных свойств наночастиц современными методами и приборами, доступными в лабораториях исследовательских центров. Этот подход предполагает ознакомление студентов с возможностями современных приборов и исследовательских лабораторий.

Задачи:

– овладение теоретическими основами взаимодействия различных видов излучения с поверхностью твердых тел, наночастицами, наноматериалами;

– формирования навыков получения практической информации при работе с исследовательской аппаратурой, умение обрабатывать и получать параметры исследуемых материалов.

Дисциплина «Методы исследования наноструктур и наноматериалов» является дисциплиной части ОП, формируемой участниками образовательных отношений.

Для успешного изучения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции: ОК-2 – Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных для решения профессиональных задач, полученные в результате изучения дисциплин: «Физические основы электроники», «Физика конденсированного состояния», «Электродинамика»; обучающийся должен быть готов к изучению таких дисциплин, как «Процессы на поверхности раздела фаз», «Процессы получения наночастиц и наноматериалов. Нанотехнологии», «Физика и технология квантовых приборов», «Синтез и свойства наноструктурированных материалов», формирующих компетенции: ПК-2.1 – Выбирает методики проведения исследований параметров и характеристик устройств и установок электроники и наноэлектроники, ПК-2.2 – проводит экспериментальные исследования

характеристик приборов, схем, устройств электроники и нанoeлектроники, ПК-3.2 – Осуществляет настройку высокотехнологичного оборудования производства материалов и изделий нанoeлектроники в соответствии с правилами настройки и эксплуатации, ПК-3.3 – проводит подготовку к проведению процесса модификации свойств наноматериалов и наноструктур в соответствии с технической и эксплуатационной документацией, ПК-5.1 – соблюдает правила эксплуатации технологического оборудования.

Профессиональные компетенции студентов, индикаторы их достижения и результаты обучения по дисциплине:

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
Профессиональные компетенции	ПК-4 – Способен организовывать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники	ПК-4.1 – применяет методическую базу измерений параметров технологических процессов и тестирования продуктов производства	Знает физические основы работы исследовательских приборов
			Умеет выбирать допустимую область использования исследовательских приборов и методов исследования; применять методы обработки полученной информации с учетом аппаратных особенностей исследовательских приборов
			Владеет навыками использования методик измерения свойств и структуры низкоразмерных материалов
	ПК-4 – Способен организовывать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий	ПК-4.2 – осуществляет поверку, настройку и калибровку электронной измерительной аппаратуры	Знает схемотехнику, конструкцию, процесс настройки и калибровки измерительного, диагностического и технологического оборудования; источники информации по техническим параметрам измерительной аппаратуры

	электронной техники		Умеет применять полученные знания при проверке настройке и калибровке измерительного, диагностического и технологического оборудования; источники информации по техническим параметрам измерительной аппаратуры
			Владеет требованиями для выполнения задач сервисного обслуживания электронной измерительной аппаратуры

II. ТРУДОЁМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачётных единиц (108 академических часов).

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная

№	Наименование раздела дисциплины	С е м е с т р	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Конт- роль	
1.	Раздел 1. Электронные методы исследования поверхности твердых тел, наночастиц, наноматериалов	6	10	20	0	0	24	36	Экзамен
2.	Раздел 2. Оптические методы исследования поверхности твердых тел, наночастиц, наноматериалов	6	3	6	0	0			
3.	Раздел 3. Комбинированные методы исследования поверхности твердых тел, наночастиц, наноматериалов	6	3	6	0	0			
	ИТОГО:	6	16	32	0	0	24	36	

III. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Раздел I. Электронные методы исследования поверхности твердых тел, наночастиц, наноматериалов (10 час.)

Тема 1. Введение в физику наночастиц и поверхности твердых тел (1 час.)

Дается определения понятий «нанообъект», «наночастица», «наноматериал». Показывается основное отличие этого класса материалов от обычных веществ и структур, использующихся в классическом материаловедении и физике твердого тела. Обращается внимание на те свойства и особенности нанообъектов, которые не встречаются у обычных веществ и материалов. Дается представление о тех параметрах наночастиц, тонких пленок, наноматериалов, которые можно измерить. Вводится понятие разрушающих и неразрушающих методов исследования.

Тема 2. Растровый электронный микроскоп (1 час.)

Модель взаимодействия электрона с веществом. Упругое и неупругое рассеяние, отражение, поглощение электрона в веществе. Длина свободного пробега электрона в веществе. Регистрация отраженных электронов. Принципы построения полученного изображения и его анализ.

Основные схемы и узлы электронных микроскопов на отражение. Разрешение микроскопа, примеры характеристик коммерческих моделей микроскопов. Возможности электронного микроскопа на отражение.

Тема 3. Зондовые методы исследования (1 час.)

Перечисление всех известных зондовых методов, их основные возможности, область применения. Физические принципы работы и ограничения на область использования этих методов.

Тема 4. Атомно-силовой микроскоп (1 час.)

Принципы работы атомно-силового микроскопа, основные узлы и датчики. Варианты исполнения и области применения. Разрешающая способность и особенности эксплуатации приборов данного типа.

Тема 5. Сканирующая туннельная микроскопия и спектроскопия (2 час.)

Принципы работы сканирующего туннельного микроскопа, основные узлы и датчики. Особенности исполнения и области применения. Разрешающая способность и проблемы эксплуатации приборов данного типа. Режимы сканирования поверхности твердых тел. Варианты работы прибора в режиме сканирующей туннельной спектроскопии.

Тема 6. Комбинированные зондовые методы исследования (2 час.)

Принципы работы ближнепольного оптического микроскопа, различные варианты комплектации. Особенности изучения наночастиц и наноточек на поверхности твердых тел при использовании различных типов излучателя и анализатора. Разрешающая способность и проблемы эксплуатации приборов данного типа.

Сканирующий туннельный микроскоп в режиме эмиссии баллистических электронов. Область применения, основные объекты изучения. Преимущества и недостатки.

Тема 7. Дифракция электронов на поверхности твердых тел (1 час.)

Дифракция медленных электронов. Принципы работы и формирования полученных изображений. Дифракция быстрых электронов. Область применения.

Тема 8. Оже-электронная спектроскопия (1 час.)

Оже-процесс на поверхности твердых тел. Принципы работы и основные узлы и элементы прибора. Вторичный электронный умножитель. Различные варианты реализации спектрометров, точность и чувствительность. Расшифровка спектров. Получение качественной и количественной информации.

Раздел II. Оптические методы исследования поверхности твердых тел, наночастиц, наноматериалов (3 час.)

Тема 1. Спектральные методы исследования (1 час.)

Рассеяние света на поверхности твердых тел. Стоксово и антистоксово рассеяние. Инфракрасная колебательная спектроскопия. Рамановская спектроскопия. Рамановский микроскоп. Фотоэлектронный умножитель.

Тема 2. Нелинейные оптические методы исследования (1 час.)

Генерация второй (и высших) оптической гармоники на поверхности твердых тел. Фотонные кристаллы. Люминисценция.

Тема 3. Рентгеновские методы исследования (1 час.)

Дифракция рентгеновского излучения на поверхности твердых тел. Датчики рентгеновского излучения.

Раздел III. Комбинированные методы исследования поверхности твердых тел, наночастиц, наноматериалов (3 час.)

Тема 1. Фотоэлектронная спектроскопия с угловым разрешением (2 час.)

Явление фотоэффекта. Фотоэлектронный многоканальный умножитель. Ультрафиолетовая спектроскопия. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Чувствительность методов и приборов.

Тема 2. Спектральные методы исследования (1 час.)

Эффект Мессбауера.. Ультрафиолетовая спектроскопия. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Чувствительность методов и приборов данного класса для тонких пленок, нанообъектов и наноматериалов.

IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

Рабочей программой учебной дисциплины «Методы исследования наноматериалов и наноструктур» предусмотрены 32 часа лабораторных занятий в форме семинаров по следующим темам.

Лабораторные работы (32 час.)

Лабораторная работа 1. Введение в физику наночастиц и поверхности твердых тел (2 час.)

Лабораторная работа 2. Растровый электронный микроскоп (2 час.)

Лабораторная работа 3. Зондовые методы исследования (2 час.)

Лабораторная работа 4. Атомно-силовой микроскоп (2 час.)

Лабораторная работа 5. Сканирующая туннельная микроскопия и спектроскопия (4 час.)

Лабораторная работа 6. Комбинированные зондовые методы исследования (2 час.)

Лабораторная работа 7. Дифракция электронов на поверхности твердых тел (4 час.)

Лабораторная работа 8. Оже-электронная спектроскопия (3 час.)

Лабораторная работа 9. Спектральные методы исследования (3 час.)

Лабораторная работа 10. Нелинейные оптические методы исследования (2 час.)

Лабораторная работа 11. Рентгеновские методы исследования (2 час.)

Лабораторная работа 12. Фотоэлектронная спектроскопия с угловым разрешением (4 час.)

V. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства*	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел I. Электронные методы исследования поверхности твердых тел, наночастиц, наноматериалов	ПК-4.1 применяет методическую базу измерений параметров технологических процессов и тестирования продукта производства	Знает: методическую базу измерений параметров технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники	УО-1	
			Умеет: измерять параметры технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники	УО-3 ПР-7	
			Владеет: навыками измерения параметров технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники	ПР-7	
		ПК-4.2 осуществляет поверку, настройку и	Знает: принципы учета видов и объемов производственных работ по проверке, настройке и	УО-1	

		калибровку электронной измерительной	калибровке электронной измерительной аппаратуры		
			Умеет: осуществлять поверку, настройку и калибровку электронной измерительной аппаратуры	УО-3 ПР-7	
			Владеет: навыками настройки высокотехнологичного оборудования в соответствии с правилами настройки и эксплуатации	ПР-7	
2	Раздел 2. Оптические методы исследования поверхности твердых тел, наночастиц, наноматериалов	ПК-4.1 применяет методическую базу измерений параметров технологических процессов и тестирования продукта производства	Знает: методическую базу измерений параметров технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники	УО-1	
			Умеет: измерять параметры технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники	УО-3 ПР-7	
			Владеет: навыками измерения параметров технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники	ПР-7	
		ПК-4.2 осуществляет поверку, настройку и калибровку электронной измерительной аппаратуры	Знает: принципы учета видов и объемов производственных работ по проверке, настройке и калибровке электронной измерительной аппаратуры	УО-1	
			Умеет: осуществлять поверку, настройку и калибровку электронной измерительной аппаратуры	УО-3 ПР-7	
			Владеет: навыками настройки высокотехнологичного оборудования в соответствии с правилами настройки и эксплуатации	ПР-7	
3	Раздел 3. Комбинированные методы исследования	ПК-4.1 применяет методическую базу измерений параметров	Знает: методическую базу измерений параметров технологических процессов производства материалов и	УО-1	вопросы к

	поверхности твердых тел, наночастиц, наноматериалов	технологических процессов и тестирования продукта производства	изделий электронной техники		
			Умеет: измерять параметры технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники	УО-3 ПР-3	
			Владеет: навыками измерения параметров технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники	ПР-7	
		ПК-4.2 осуществляет поверку, настройку и калибровку электронной измерительной аппаратуры	Знает: принципы учета видов и объемов производственных работ по проверке, настройке и калибровке электронной измерительной аппаратуры	УО-1	
			Умеет: осуществлять поверку, настройку и калибровку электронной измерительной аппаратуры	УО-3 ПР-7	
Владеет: навыками настройки высокотехнологичного оборудования в соответствии с правилами настройки и эксплуатации	ПР-7				
4	Экзамен				УО-1

* Формы оценочных средств:

1) собеседование (УО-1), коллоквиум (УО-2); доклад, сообщение (УО-3); круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты (УО-4); и т.д.

2) тесты (ПР-1); контрольные работы (ПР-2), эссе (ПР-3), рефераты (ПР-4), курсовые работы (ПР-5), научно-учебные отчеты по практикам (ПР-6); практические задания (ПР-7); портфолио (ПР-8); проект (ПР-9); деловая и/или ролевая игра (ПР-10); ситуационные задачи (ПР-11); рабочая тетрадь (ПР-12); кроссворды (ПР-13) и т.д.

3) тренажер (ТС-1); и т.д.

VI. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Самостоятельная работа определяется как индивидуальная или коллективная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства педагога, но по его заданиям и под его контролем. Самостоятельная работа – это познавательная учебная деятельность, когда последовательность мышления студента, его умственных и практических операций и действий зависит и определяется самим студентом.

Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня, что в итоге приводит к развитию навыка самостоятельного планирования и реализации деятельности.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение необходимыми компетенциями по своему направлению подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности.

Формы самостоятельной работы студентов:

- работа с основной и дополнительной литературой, Интернет ресурсами;
- самостоятельное ознакомление с лекционным материалом, представленным на электронных носителях, в библиотеке образовательного учреждения;
- подготовка реферативных обзоров источников периодической печати, опорных конспектов, заранее определенных преподавателем;
- поиск информации по теме, с последующим ее представлением в аудитории в форме доклада, презентаций;
- подготовка к выполнению аудиторных контрольных работ;
- выполнение домашних контрольных работ;
- выполнение тестовых заданий, решение задач;
- составление кроссвордов, схем;
- подготовка сообщений к выступлению на семинаре, конференции;
- заполнение рабочей тетради;
- написание эссе, курсовой работы;
- подготовка к деловым и ролевым играм;
- составление резюме;
- подготовка к зачетам и экзаменам;
- другие виды деятельности, организуемые и осуществляемые образовательным учреждением и органами студенческого самоуправления.

VII. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Введение в физику поверхности / К. Оура, В. Г. Лифшиц, А. А. Саранин [и др.]; [отв. ред. В. И. Сергиенко]; Российская академия наук, Дальневосточное отделение, Институт автоматизации и процессов управления. Москва : Наука , 2006. 490 с. В 24 538.9 ЕК NB DVFU: Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:248486&theme=FEFU>
2. В.Л. Ткалич, А.В. Макеева, Е.Е. Оборина «Физические основы наноэлектроники: Учебное пособие» - СПб.: СПбГУ ИТМО, 2011. - 83 с. Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/415/73415>
3. Барыбин А.А. Физико-технологические основы макро-, микро- и наноэлектроники: учебное пособие для вузов / А. А. Барыбин, В. И. Томилин, В. И. Шаповалов ; под общ. ред. А. А. Барыбина. - Москва : Физмат-лит, 2011. -783 с Режим доступа: <https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:675441&theme=FEFU>
4. Нелинейная оптика кремния и кремниевых наноструктур / О. А. Акципетров, И. М. Баранова, К. Н. Евтюхов. Москва : Физматлит , 2012. 543 с. А 447 538.9 ЕК NB DVFU: Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:704478&theme=FEFU>

Дополнительная литература

1. Введение в нанотехнологию / Н. Кобаяси; пер. с яп. А.В. Хачояна; под ред. Л.Н. Патрикеева М. : БИНОМ. Лаборатория знаний , 2005 134 с. ЕК NB DVFU: Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:394362&theme=FEFU>
2. Основы физики поверхности полупроводников : учебное пособие / В. Г. Лифшиц ; [отв. ред. А. А. Саранин] ; Дальневосточный государственный университет, Институт автоматизации и процессов управления ДВО РАН.

Владивосток , 1999. Л 649 538.9(075) ЕК NB DVFU: Режим доступа:
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:679722&theme=FEFU>

3. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия твердых тел : теория и практика : учебное пособие / И. С. Осьмушко, В. И. Вовна, В. В. Короченцев ; Дальневосточный федеральный университет. Владивосток : 2010. 42 с. О-798 539.1(075.8) ДВФУ ЕК NB DVFU: Режим доступа:
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:301195&theme=FEFU>

4. Современные методы исследования поверхности / Д. Вудраф, Т. Делчар ; пер. с англ. Е. Ф. Шека. Москва : Мир , 1989. 568 с. В 881 535 В 881 535 ЕК NB DVFU: Режим доступа:
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:27376&theme=FEFU>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Производитель атомно-силовых микроскопов и их различных модификаций: <http://www.ntmdt.ru/>
2. Справочные данные по оже-электронной спектроскопии: <http://silicon.dvo.ru/>
3. Популярно о нанотехнологиях:
<http://www.nanonewsnet.ru/>

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

1. Пакет программного обеспечения Microsoft Office (Word, Outlook, Power Point, Excel, Photoshop)
2. Программные продукты для Windows. Профессиональная ГИС «Панорама» <https://gisinfo.ru/download/download.htm>

VIII. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Успешное освоение дисциплины предполагает активную работу студентов на всех занятиях аудиторной формы: лекциях и практиках,

выполнение аттестационных мероприятий. В процессе изучения дисциплины студенту необходимо ориентироваться на проработку лекционного материала, подготовку к практическим занятиям, выполнение и защиту практического задания.

Освоение дисциплины «Методы исследования наноструктур и наноматериалов» предполагает рейтинговую систему оценки знаний студентов и предусматривает со стороны преподавателя текущий контроль за посещением студентами лекций, подготовкой и выполнением всех практических заданий, выполнением всех видов самостоятельной работы.

Промежуточной аттестацией по дисциплине «Методы исследования наноструктур и наноматериалов» является экзамен.

Студент считается аттестованным по дисциплине при условии выполнения всех видов текущего контроля и самостоятельной работы, предусмотренных учебной программой.

Шкала оценивания сформированности образовательных результатов по дисциплине представлена в фонде оценочных средств (ФОС).

IX. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебные занятия по дисциплине «Методы исследования наноструктур и наноматериалов» проводятся в помещениях, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением.

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
690041, Приморский край, г. Владивосток, Учебная аудитория для проведения	Мультимедийный проектор, экран Количество посадочных рабочих мест для студентов - 15	

<p>занятий лекционного типа (г. Владивосток, ул. Радио 5, ИАПУ ДВО РАН, 325)</p>		
<p>690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корп. А (Лит. П), Этаж 10, каб.А1017. Аудитория для самостоятельной работы</p>	<p>Оборудование: Моноблок Lenovo C360G- i34164G500UDK – 15 шт. Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox - 1 шт. Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C – 1 шт.)</p>	