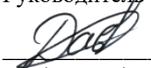




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)  
**ИНСТИТУТ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ**

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**  
Зондовые нанотехнологии в электронике. Основы нанолитографии  
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: канд. физ.-мат. наук, Давыденко А.В.

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**

*Зондовые нанотехнологии в электронике. Основы нанолитографии.*

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётные единицы / 144 академических часа. Является дисциплиной части ОП, формируемой участниками образовательных отношений, изучается на 4 курсе и завершается экзаменом. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме 30 часов, лабораторных работ – 30 часов, а также выделены часы на самостоятельную работу студента – 84 часа (в том числе 27 часов на подготовку к экзамену).

*Язык реализации: русский.*

**Цель:** получение базовых знаний об устройствах, принципах функционирования различных видов зондовых микроскопов и расширение общего кругозора, касающегося зондовых нанотехнологий. Подготовка академических бакалавров в области нанотехнологий в электронике, понимающих физические и технологические аспекты разработки и технологического создания микросхем с предельными размерами менее 22 нм, а также понимающих перспективы их дальнейшего развития технологии нанолитографии с последующим снижением минимальных размеров до 10 нм и 5 нм при разработке новых типов сверхбыстродействующих интегральных схем.

### **Задачи:**

- Обучение базовым навыкам работы на атомно-силовом, сканирующем туннельном и магнитно-силовом микроскопах;
- Освоение программного обеспечения по обработке данных, полученных с помощью сканирующих микроскопов;
- Изучение базовых принципов фото и электронно-лучевой литографий;
- Умение анализировать полученные экспериментальные данные и представлять их в форме научного отчета;

- Изучение современной научной литературы, в которой описаны зондовые нанотехнологии.

Для успешного изучения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции: УК-6.1. – применяет цифровые инструменты для организации своей работы и саморазвития, УК-6.2. – понимает и формулирует принципы самоорганизации и управления своим временем, ОПК-1.1 – формулирует фундаментальные законы природы и основные физические математические законы, ОПК-1.2 – применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера, ОПК-1.3 – использует знания физики и математики при решении практических задач, ОПК-2.3 – применяет основные методы и средства проведения экспериментальных исследований и измерений, ОПК-3.2 – решает задачи обработки данных с помощью современных средств автоматизации, полученных в результате изучения следующих дисциплин: «основы цифровой грамотности», «основы алгоритмизации и программирования», «электричество и магнетизм», «квантовая теория», «атомная физика, физика атомного ядра», «физика конденсированного состояния», «материалы электронной техники».

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 компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
Профессиональные компетенции	ПК-1. Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и	ПК-1.2. Работает с контрольно-измерительным оборудованием, используемым в нанoeлектронике	<i>Знает</i> основные методы и средства проведения экспериментальных исследований и измерений. <i>Умеет</i> выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования. <i>Владеет</i> способами обработки и представления полученных

	<p>наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования</p>		<p>экспериментальных данных и оценки погрешности результатов измерений.</p>
	<p>ПК-3. Способен выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники</p>	<p>ПК-3.3. Проводит подготовку к проведению процесса модификации свойств наноматериалов и наноструктур в соответствии с технической и эксплуатационной документацией</p>	<p><i>Знает</i> основные методы и средства проведения экспериментальных исследований и измерений. <i>Умеет</i> выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования. <i>Владеет</i> способами обработки и представления полученных экспериментальных данных и оценки погрешности результатов измерений.</p>

## I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель:** получение базовых знаний об устройствах, принципах функционирования различных видов зондовых микроскопов и расширение общего кругозора, касающегося зондовых нанотехнологий. Подготовка академических бакалавров в области нанотехнологий в электронике, понимающих физические и технологические аспекты разработки и технологического создания микросхем с предельными размерами менее 22 нм, а также понимающих перспективы их дальнейшего развития технологии нанолитографии с последующим снижением минимальных размеров до 10 нм и 5 нм при разработке новых типов сверхбыстродействующих интегральных схем.

### **Задачи:**

- Обучение базовым навыкам работы на атомно-силовом, сканирующем туннельном и магнитно-силовом микроскопах;
- Освоение программного обеспечения по обработке данных, полученных с помощью сканирующих микроскопов;
- Изучение базовых принципов фото и электронно-лучевой литографий;
- Умение анализировать полученные экспериментальные данные и представлять их в форме научного отчета;
- Изучение современной научной литературы, в которой описаны зондовые нанотехнологии.

Для успешного изучения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции: УК-6.1. – применяет цифровые инструменты для организации своей работы и саморазвития, УК-6.2. – понимает и формулирует принципы самоорганизации и управления своим временем, ОПК-1.1 – формулирует фундаментальные законы природы и основные физические математические законы, ОПК-1.2 – применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера, ОПК-1.3 –

использует знания физики и математики при решении практических задач, ОПК-2.3 – применяет основные методы и средства проведения экспериментальных исследований и измерений, ОПК-3.2 – решает задачи обработки данных с помощью современных средств автоматизации, полученных в результате изучения следующих дисциплин: «основы цифровой грамотности», «основы алгоритмизации и программирования», «электричество и магнетизм», «квантовая теория», «атомная физика, физика атомного ядра», «физика конденсированного состояния», «материалы электронной техники».

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

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
Профессиональные компетенции	ПК-1. Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	ПК-1.2. Работает с контрольно-измерительным оборудованием, используемым в нанoeлектронике	<i>Знает</i> принципы работы, основные элементы и функциональные детали сканирующих зондовых микроскопов и установок литографии. <i>Умеет</i> работать на сканирующем туннельном и атомно-силовом микроскопах, на установках контактной фотолитографии и ионно-плазменного травления. <i>Владеет</i> навыками по получению и обработке изображений (сканов) поверхности образцов, полученных с помощью сканирующих зондовых микроскопов, работы с фоторезистами, проявителями, растворителями, и также с вспомогательным оборудованием, сопровождающим литографический процесс, а именно с центрифугами, ультразвуковыми ваннами, оптическими микроскопами.
	ПК-3. Способен выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники	ПК-3.3. Проводит подготовку к проведению процесса модификации свойств наноматериалов и наноструктур в соответствии с технической и	<i>Знает</i> принципы совмещения и многоступенчатости в литографии, особенности фотошаблонов, виды и особенности меток на фотошаблонах. <i>Умеет</i> проектировать рисунок фотошаблонов для получения наноструктур или их массивов с заданными геометрическими

		эксплуатационной документацией	параметрами. <i>Владеет</i> навыками работы со специализированным программным обеспечением, позволяющим поставить задачу заводу для изготовления необходимого фотошаблона для фотолитографии.
--	--	--------------------------------	--

## II. ТРУДОЁМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётные единицы (144 академических часа).

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 I. Зондовые нанотехнологии	7	30	30	0	0	57	27	Экзамен
2	Раздел II. Основы нанолитографии	7	30	30	0				
Итого:			60	60	0	0	57	27	

## III. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

### Лекционные занятия

#### Раздел I. Зондовые нанотехнологии

##### Тема 1. Особенности сканирующих зондовых микроскопов

Введение в курс. История открытия и развития зондовых микроскопов. Классификация зондовых микроскопов. Общие элементы конструкции сканирующих зондовых микроскопов. Программная обработка изображений.

##### Тема 2. Сканирующий туннельный микроскоп

Приготовление вольфрамовых и платиноиридиевых игл. Теоретическое описание принципов функционирования сканирующего туннельного микроскопа. Конструкционные особенности. Режимы работы.

Результаты, получаемые с помощью сканирующего туннельного микроскопа.

### **Тема 3. Атомно-силовая микроскопия.**

Теоретическое описание принципов функционирования сканирующего атомно-силового микроскопа. Конструкционные особенности.

Контактная, полуконтактная и бесконтактная методики сканирования.

Результаты, получаемые с помощью сканирующего атомно-силового микроскопа.

### **Тема 4. Другие виды зондовых микроскопов.**

Электросиловая микроскопия. Магнитно-силовая микроскопия.

Ближнепольная оптическая микроскопия.

### **Тема 5. Зондовая литография.**

Литография с помощью сканирующего туннельного микроскопа.

Локальное анодное окисление с помощью атомно-силового микроскопа. Нанолитография по принципу чернильной ручки.

Термическая сканирующая зондовая литография.

## **Раздел II. Основы нанолитографии**

### **Тема 1. Фотолитография**

История развития. Фоторезисты. Подготовка поверхности подложек.

Виды фоторезистов и процессы нанесения пленок фоторезистов.

Сушка, экспонирование и проявление фоторезистов.

### **Тема 2. Способы улучшения разрешения в фотолитографии**

Эффекты близости. Фазосдвигающие маски. Иммерсионная технология. Эксимерные лазеры. Технология многократного экспонирования.

### **Тема 3. Травление**

Химическое травление. Катодное травление. Ионно-плазменное травление. Реактивное химическое селективное травление плазмой.

Травление в индуктивно-связанной плазме.

### **Тема 4. Литография нового поколения**

Литография в экстремальном ультрафиолете, особенности.

Электронно-лучевая литография. Лазерная литография. Нанопечатная литография. Дальнейшие перспективы.

## **IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

## ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Каждое занятие подразумевает

1. Подбор и изучение теоретического материала (в т.ч. лекционного) по теме лабораторной работы.
2. Выполнение заданий преподавателя на лабораторной работе.
3. Обработка результатов эксперимента, построение графиков, выполнение домашних заданий.
4. Формулировка описательной части, формулировка выводов, составление отчета.
5. Защита лабораторной работы: сдача краткой теории по теме работы, объяснение экспериментальных результатов, их возможного расхождения с теорией.

### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1. Изучение принципов обработки изображений, полученных с помощью сканирующих зондовых микроскопов.**

В процессе лабораторной работы студенты учатся обрабатывать сканы поверхностей с помощью программного пакета Gwyddion. В качестве домашнего задания они получают набор сканов, которых необходимо обработать самостоятельно.

### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2. Травление игл для сканирующего зондового микроскопа. Измерение поверхностных фаз на кремнии.**

В процессе лабораторной работы часть студентов занята приготовлением вольфрамовых игл для сканирующего туннельного микроскопа, остальная часть группы работает на микроскопе и получает сканы поверхностных реконструкций кремния. Студенты продолжают выполнять домашнее задание от первой лабораторной работы.

### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3. Измерение коэффициента заполнения поверхности тонких пленок с помощью сканирующего туннельного микроскопа.**

Студенты измеряют поверхность подложки или пленки до осаждения и после осаждения материала. По разнице сканов студенты определяют покрытие осажденного материала в монослоях. В качестве домашнего задания студенты получают набор сканов, по которым необходимо определить покрытие осажденного материала.

### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4. Атомно-силовой микроскоп. Контактный и полуконтактный режимы работы.**

Студенты получают изображения рельефа поверхности пленок при разных режимах работы атомно-силового микроскопа. В качестве домашнего задания студентам дается набор изображений, по которым необходимо определить толщину осажденной пленки или геометрические параметры наноструктур.

#### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5. Магнитно-силовой микроскоп. Однопроходная и двухпроходная методики. Работа в остаточном состоянии намагниченности.**

Студенты знакомятся с особенностями измерения магнитного контраста от поверхности ферромагнитного образца с помощью магнитно-силового микроскопа. В качестве домашнего задания студентам даются изображения магнитной структуры, по которым необходимо определить ее периодичность разными способами (с помощью статистического анализа профилей магнитного контраста и с помощью фурье-анализа).

#### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6. Магнитно-силовой микроскоп. Доменные структуры при перемагничивании.**

Студенты измеряют магнитные изображения поверхности образца в разных магнитных полях. В качестве домашнего задания студентам дается набор сканов образца, сделанных в разных магнитных полях. Студенты должны получить gif-файл или видеофайл, иллюстрирующий перемагничивание образца.

#### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 7. Фотолитография.**

Студенты знакомятся с полным циклом проведения литографического процесса, результатом которого является формирование структурированной пленки фоторезиста на поверхности образца. В качестве домашнего задания студентам необходимо спроектировать и нарисовать электронную схему фотошаблона в САПР-программе для решения поставленной задачи по получению массива микроструктур с определенными геометрическими параметрами.

#### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 8. Ионно-плазменное травление.**

Студенты проводят процесс травления предыдущего образца с нанесенным на его поверхность структурированным слоем фоторезиста, а после травления инспектируют поверхность с помощью оптического и атомно-силового микроскопов. В качестве домашнего задания студенты обрабатывают сканы микроструктур для установления их геометрических размеров и параметров стенок структур.

## **V. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА**

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Код и наименование индикатора достижения	Результаты обучения	Оценочные средства *	
				текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Раздел 1	ПК-1.2. Работает с контрольно-измерительным оборудованием, используемым в нанoeлектронике	<i>Знает</i> принципы работы, основные элементы и функциональные детали сканирующих зондовых микроскопов и установок литографии. <i>Умеет</i> работать на сканирующем туннельном и атомно-силовом микроскопах, на установках контактной фотолитографии и ионно-плазменного травления. <i>Владеет</i> навыками по получению и обработке изображений (сканов) поверхности образцов, полученных с помощью сканирующих зондовых микроскопов, работы с фоторезистами, проявителями, растворителями, и также с вспомогательным оборудованием, сопровождающим литографический процесс, а именно с центрифугами, ультразвуковыми ваннами, оптическими микроскопами.	ПР-1 ПР-6	-
	Раздел 2	ПК-3.3. Проводит подготовку к проведению процесса модификации свойств наноматериалов и наноструктур в соответствии с	<i>Знает</i> принципы совмещения и многоступенчатости в литографии, особенности фотошаблонов, виды и особенности меток на фотошаблонах. <i>Умеет</i> проектировать рисунок фотошаблонов для	ПР-1 ПР-6	

		технической и эксплуатационной документацией	получения наноструктур или их массивов с заданными геометрическими параметрами. <i>Владеет</i> навыками работы со специализированным программным обеспечением, позволяющим поставить задачу заводу для изготовления необходимого фотошаблона для фотолитографии.		
2	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 к тестированию с целью проверки усвоения теоретического материала;

- выполнение домашних заданий и составление отчетов;

- подготовка к экзамену;

Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ (<http://www.dvfu.ru/library/>) и других ведущих вузов страны, а также доступных для использования научно-библиотечных систем.

## **VII. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

*(электронные и печатные издания)*

1. Методы и приборы сканирующей зондовой микроскопии : учебное пособие / А. В. Ищенко, А. С. Вохминцев, И. И. Огородников, И. А. Вайнштейн. — Екатеринбург : УрФУ, 2017. — 180 с. — ISBN 978-5-321-02523-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/169959>
2. Боброва, Ю. С. Контактная фотолитография и травление тонкопленочных структур : учебное пособие / Ю. С. Боброва, Ю. Б. Цветков. — Москва :

МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2020. — 44 с. — ISBN 978-5-7038-5369-6. —  
Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:  
<https://e.lanbook.com/book/205373>

3. Лозовский, В. Н. Нанотехнологии в электронике. Введение в специальность : учебное пособие / В. Н. Лозовский, С. В. Лозовский. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 332 с. — ISBN 978-5-8114-3986-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206276>

### Дополнительная литература

1. Родионов, Ю. А. Химические технологии в производстве микроэлектромеханических систем / Ю. А. Родионов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 220 с. — ISBN 978-5-507-46956-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/324977>
2. Неволин, В. К. Зондовые нанотехнологии в электронике : монография / В. К. Неволин. — 2-е изд., испр. — Москва : Техносфера, 2014. — 176 с. — ISBN 978-5-94836-382-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/>

### Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Нанотехнологии в России <http://www.nanonewsnet.ru>
2. Российский электронный наножурнал <http://www.nanorf.ru>
3. Проект о современной фундаментальной науке  
«ПостНаука» <http://postnauka.ru>
4. Нанотехнологическое общество «Нанометр»  
<http://www.nanometer.ru>

## **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используется следующее программное обеспечение: Webinar, Microsoft Office (Power Point, Word), Blackboard Learn, программное обеспечение сервисов сайта ДВФУ, включая ЭБС ДВФУ.

Информационно справочные системы и профессиональные базы данных:

1. ЭБС ДВФУ - <https://www.dvfu.ru/library/electronic-resources/>
2. Электронная библиотечная система «Лань»: <https://e.lanbook.com/>
3. Электронная библиотечная система «Консультант студента»: <http://www.studentlibrary.ru>
4. Электронная библиотечная система «eLIBRARY.RU»: <http://www.elibrary.ru/>
5. Электронная библиотечная система «Юрайт»: <http://www.urait.ru/ebs>
6. Электронная библиотечная система «Znanium»: <http://znanium.com/>
7. Электронная библиотечная система IPRbooks: <http://iprbookshop.ru/>
8. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки <http://diss.rsl.ru/>
9. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.ur01>
10. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
11. Информационная система "ЕДИНОЕ ОКНО доступа к образовательным ресурсам" - <http://window.edu.ru/>
12. Доступ к электронному заказу книг в библиотеке ДВФУ - <http://lib.dvfu.ru:8080/search/query?theme=FEFU>

## **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 контрольных работ.

Освоение дисциплины «Зондовые нанотехнологии в электронике. Основы нанолитографии» 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 «Зондовые нанотехнологии в электронике. Основы нанолитографии» 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 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 для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. – 320.	Атомно-силовой микроскоп Ntegra Aura, сканирующий туннельный микроскоп Omicron VT	Gwyddion – свободно распространяемое ПО

Аудитория для самостоятельной работы студентов		
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус А, ауд. – 1042. Аудитория для самостоятельной работы студентов	Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 115 шт.; Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox; Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C; Полноцветный копир-принтер-сканер Xerox WorkCentre 7530 (WC7530CPS Оборудование для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья: Дисплей Брайля Focus-40 Blue – 3 шт.; Дисплей Брайля Focus-80 Blue; Рабочая станция Lenovo ThinkCentre E73z – 3 шт.; Видео увеличитель ONYX Swing-Arm PC edition; Маркер-диктофон Touch Memo цифровой; Устройство портативное для чтения плоскочечатных текстов REarl; Сканирующая и читающая машина для незрячих и слабовидящих пользователей SARA; Принтер Брайля Emprint SpotDot - 2 шт.; Принтер Брайля Everest - D V4; Видео увеличитель ONYX Swing-Arm PC edition; Видео увеличитель Topaz 24" XL стационарный электронный; Обучающая система для детей тактильно-речевая, либо для людей с ограниченными возможностями здоровья; Увеличитель ручной видео RUBY портативный – 2 шт.; Экран Samsung S23C200B; Маркер-диктофон Touch Memo цифровой.	Microsoft Windows 7 Pro MAGic 12.0 Pro, Jaws for Windows 15.0 Pro, Open book 9.0, Duxbury BrailleTranslator, Dolphin Guide (контракт № А238-14/2); Неисключительные права на использование ПО Microsoft рабочих станций пользователей (контракт ЭА-261-18 от 02.08.2018): - лицензия на клиентскую операционную систему; - лицензия на пакет офисных продуктов для работы с документами включая формат.docx , .xlsx , .vsd , .ppt.; - лицензия на право подключения пользователя к серверным операционным системам , используемым в ДВФУ : Microsoft Windows Server 2008/2012; - лицензия на право подключения к серверу Microsoft Exchange Server Enterprise; - лицензия на право подключения к внутренней информационной системе документооборота и порталу с возможностью поиска информации во множестве удаленных и локальных хранилищах, ресурсах, библиотеках информации, включая порталные хранилища, используемой в ДВФУ: Microsoft SharePoint; - лицензия на право подключения к системе централизованного управления рабочими станциями, используемой в ДВФУ: Microsoft System Center.