



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

«СОГЛАСОВАНО»
Руководитель ОП

(подпись)

Чеботкевич Л.А.
(Ф.И.О. рук. ОП)

« 15 » сентября 2017 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой

Физики низкоразмерных структур

(название кафедры)

(подпись)

Саранин А.А.
(Ф.И.О. зав.каф.)

« 15 » сентября 2017 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Физика и технологии создания наноструктур

Направление подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

магистерская программа "Нанотехнологии в электронике"

Форма подготовки очная

курс 1 семестр 1

лекции час.

практические занятия 72 час.

лабораторные работы час.

в том числе с использованием МАО лек. /пр. /лаб. час.

в том числе в электронной форме лек. /пр. /лаб. час.

всего часов аудиторной нагрузки 108 час.

в том числе с использованием МАО час.

в том числе контролируемая самостоятельная работа 36 час.

в том числе в электронной форме час.

самостоятельная работа 36 час.

в том числе на подготовку к экзамену час.

курсовая работа / курсовой проект семестр

зачет 1 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 13.06.2017 № 12-13-1206.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физики низкоразмерных структур, протокол № 1 от « 15 » сентября 2017 г.

Заведующий (ая) кафедрой Саранин А.А.

Составитель (ли): к. ф.-м. н. Козлов А.Г.

Оборотная сторона титульного листа РПУД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____ Саранин А.А.
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____ Саранин А.А.
(подпись) (И.О. Фамилия)

ABSTRACT

Master's degree in 11.04.04 Electronics and Nanoelectronics

Study Master's Program "Nanotechnology in Electronics"

Course title: Physics and technologies of nanostructures creating

Basic part of Block 1, 2 credits

Instructor:

A.G. Kozlov, PhD in Physics., engineer of the Physics of low-dimensional structures department, School of Natural Sciences of Far Eastern Federal University.

At the beginning of the course a student should be able to: (*приводятся формулировки предварительных компетенций*)

Learning outcomes:

GPC-1 ability to understand the main problems in their subject area

GPC-2 ability to use mastering discipline results

GPC-5, willingness to execute, submit, report and reasonably de-fend the results of the work performed

SPC-6 ability to plan and conduct experiments on modeling and practical determination of the structure and properties of materials promising for electronics and nanoelectronics

SPC-17 willingness to carry out the author's support of the developed devices, devices and electronic equipment systems at the stages of design and production

GC-5 ability to generate ideas in scientific and professional activities

GC-6 ability to lead a scientific discussion, mastering the norms of the scientific style of the modern Russian language

GC-9 ability to use in practice the skills and abilities in organizing research and design work, in managing a team

Course description: *the purpose of the discipline physics and technologies of nanostructures creating is an in-depth study of the physical foundations of technologies for creating nanostructured materials and devices based on them.*

Objectives of the discipline:

- the study of the physics of the phenomena underlying the technological processes of obtaining nanostructures;

- gaining knowledge of the requirements for technological processes and modern scientific equipment;

- acquisition of skills for integrated consideration of technological processes;

- formation of ideas about the prospects for the development of technological processes and new physicochemical phenomena that can be used to create new technological processes;

- formation of ideas about the principles, methods and equipment for the management and control of technological processes and material properties, technological and structural features of obtaining the required nanostructures;

- obtaining knowledge and skills in applying the resulting nanostructures.

Main course literature:

1. Gusev A.I. Nanomaterials, nanostructures, nanotechnologies [Electronic resource]: a tutorial / Gusev, AI — Electron. text data.— M.: FIZMATLIT, 2009.— 416 c.— Access Mode: <http://www.iprbookshop.ru/12979>.— EBS “IPRbooks”, by password

2. Orlova M.N. Nanoelectronics [Electronic resource]: a course of lectures / Orlova M.N., Borzykh I.V.— Electron. text data. - M.: Publishing House MISiS, 2013. - 50 c. - Access mode: <http://www.iprbookshop.ru/56246.html>

3. Nevolin V.K. Probe nanotechnologies in electronics [Electronic resource] / Nevolin VK - Electron. text data.— M.: Technosphere, 2014.— 174 c.— Access Mode: <http://www.iprbookshop.ru/26894>.— EBS “IPRbooks”

4. Educational-methodical complex on the network educational program "Physical nanostructures and nanoelectronics" [Electronic resource] / N.I. Anisimova [et al.]. - Electron. text data.— SPb.: Russian State Pedagogical University. A.I. Herzen, 2013. — 155 p .— Access Mode: <http://www.iprbookshop.ru/21426>.— EBS “IPRbooks”

5. Matyushkin I.V. Modeling and visualization of the MATLAB tool of nanostructure physics [Electronic resource]: study guide Matyushkin IV - Electron. text data.— M.: Technosphere, 2011.— 168 c.— Access Mode: <http://www.iprbookshop.ru/13280>.— EBS “IPRbooks”

Form of final control: *pass.*

АННОТАЦИЯ

Физика и технологии создания наноструктур

Рабочая программа «Физика и технологии создания наноструктур» разработана для студентов 1 курса магистратуры направления подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» в соответствии с требованиями ФГОС ВПО по данной специальности.

Дисциплина «Физика и технологии создания наноструктур» входит в базовую часть магистерской программы.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов. Дисциплина реализуется на 1 курсе, в 1 семестре.

Цель дисциплины: углубленное изучение физических основ технологий создания наноструктурированных материалов и устройств на их основе.

Задачи дисциплины:

- изучение физики явлений, лежащих в основе технологических процессов получения наноструктур;
- получение знаний о требованиях, предъявляемых к технологическим процессам и современному научному оборудованию;
- приобретение навыков комплексного рассмотрения технологических процессов;
- формирование представления о перспективах развития технологических процессов и о новых физико-химических явлениях, которые могут быть использованы для создания новых технологических процессов;
- формирование представления о принципах, методах и оборудовании для управления и контроля технологических процессов и свойств материалов, технологических и конструктивных особенностях получения требуемых наноструктур;
- получения знаний и навыков применения получаемых наноструктур.

В результате изучения данной дисциплины у студентов формируются следующие профессиональные компетенции:

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-1 способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	Знает	знает основные проблемы в области физики создания наноструктур
	Умеет	Умеет устанавливать ключевые параметры, определяющие технологический процесс создания наноструктур
	Владеет	Навыками анализа принципов функционирования оборудования для создания наноструктур
ОПК-2 способность использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры	Знает	основные экспериментальные методы создания наноструктур и устройств на их основе
	Умеет	Решать экспериментальные задачи по получению наноструктур и массивов
	Владеет	Способностью самостоятельно определять, и решать задачи по получению наноструктур и массивов при помощи научных методов и с использованием научного оборудования
ОПК-5 готовность оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы	Знает	Как самостоятельно найти нужную научную литературу, описывающую конкретное изучаемое явление
	Умеет	Разбираться с научными данными стороннего эксперимента и делать соответствующие выводы
	Владеет	Навыками работы литературного поиска в сети «Интернет» и системах «Web of science» и «Scopus», работы с литературой, анализа сторонних научных данных
ПК-6 способность планировать и проводить эксперименты по моделированию и практическому определению структуры и свойств материалов, перспективных для электроники и наноэлектроники	Знает	теоретические и экспериментальные методы создания наноструктур и устройств на их основе
	Умеет	Решать экспериментальные задачи по получению наноструктур
	Владеет	навыками применения теоретических и экспериментальных методов получения наноструктур для решения сформулированных задач
ПК-17 готовность осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств, приборов и системы	Знает	Основные принципы авторского сопровождения разрабатываемых устройств на основе наноструктур
	Умеет	Осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств на основе наноструктур
	Владеет	Навыками авторского сопровождения разрабатываемых

электронной техники на этапах проектирования и производства		устройств на основе наноструктур
ОК-5 способность генерировать идеи в научной и профессиональной деятельности	Знает	Принципы современных технологий создания наноструктур с требуемыми свойствами.
	Умеет	Самостоятельно формировать научную тематику, по избранной научной тематике, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии для решения поставленных задач.
	Владеет	Способностью использовать современное лабораторное оборудование и приборы, развивать новые и уточнять имеющиеся экспериментальные и теоретические методики создания и исследований в области физики наноструктур
ОК-6 способность вести научную дискуссию, владением нормами научного стиля современного русского языка	Знает	Знаком с понятийным аппаратом в предметной области умеет аргументированно отвечать на вопросы
	Умеет	Способен вести научную дискуссию, писать отчеты по результатам экспериментов.
	Владеет	Владеет нормами научного стиля, навыками ведения дискуссии при выступлении на научных семинарах и защите полученных научных результатов
ОК-9 способность использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом	Знает	Последовательность действий при выполнении эксперимента в коллективе
	Умеет	Способен использовать личные навыки и навыки членов коллектива для распределения обязанностей во время формирования и исследования наноструктур на научном оборудовании на коком-либо этапе эксперимента
	Владеет	Способен использовать личные навыки и навыки членов коллектива для распределения обязанностей во время формирования и исследования наноструктур на научном оборудовании в ходе всего исследования

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия (72 час.)

Занятие 1. Подготовка к началу эксперимента (12 час.)

Формирование подложек кристаллического кремния с заданными геометрическими размерами.

Методы очистки кристаллических подложек, подготовка к загрузке в сверхвысоковакуумную камеру.

Травление прижимных пластин для молибденовых подложкодержателей.

Занятие 2. Подготовка зондов для сканирующей туннельной микроскопии (6 час.)

Химическое травление зондов W для сканирующей туннельной микроскопии.

Подготовка зондов PtIr для сканирующей туннельной микроскопии

Загрузка в сверхвысоковакуумную камеру зондов различного состава для сканирующего туннельного микроскопа и их отжиг методом косвенного прогрева.

Занятие 3. Методы формирования рельефа поверхности (6 час.)

Электромиграция. Управление морфологическими параметрами кристаллической поверхности кремния. Алгоритмы высокотемпературного отжига постоянным током. Отжиг кристаллической подложки постоянным током с подпылением Cu.

Занятие 4. Методы контроля роста наноструктур (6 час.)

Знакомство с прецизионными методами контроля роста тонких металлических пленок. Дифракция быстрых электронов, осцилляции интенсивности. Кварцевый измеритель толщины пленки.

Калибровка скоростей испарения металла из эффузионных ячеек для молекулярно-лучевой эпитаксии. Определение пересчетных коэффициентов по разности скоростей осаждения.

Занятие 5. Термическое осаждение магнитных пленок (6 час.)

Термическое осаждение магнитных пленок Si(111)/Cu/Pd/Co и суперрешеток Si(111)/Cu/[Pd/Co]_n методом молекулярно-лучевой эпитаксии. Послойный контроль роста наноструктур.

Занятие 6. Исследование кристаллических напряжений на интерфейсах (6 час.)

Анализ напряжений кристаллической решетки. Построение кривых релаксации напряжений параметра решетки на границе разделов Pd/Co, на основании данных с дифракции быстрых электронов.

Занятие 7. Зондовая микроскопия в сверхвысоком вакууме (6 час.)

Знакомство с методами зондовой микроскопии, сканирующая туннельная микроскопия. Сканирование поверхностей полупроводниковой подложки. Сканирование электронных плотностей с атомным разрешением, исследование поверхностной реконструкции. Сканирование поверхности металлических пленок. Анализ шероховатостей.

Занятие 8. Химический анализ полученных структур (6 час.)

Химический анализ в условиях сверхвысокого вакуума. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Получение, обработка и анализ энергетических спектров.

Занятие 9. Магнитометрические методы исследования магнитных свойств (6 час.)

Магнитометрические измерения тонких магнитных пленок. Магнитооптический метод. Построение карт распределения коэрцитивной силы по площади образца. Индукционный метод. Анализ магнитной анизотропии.

Занятие 10. Зондовые методы исследования рельефа и доменной структуры (6 час.)

Атомно- и магнитно-силовая микроскопия. Получение изображений доменной структуры. Обработка и анализ изображений. Исследование взаимодействия Дзялошинский-Мория на основании анализа периода полосовой доменной структуры.

Занятие 11. Исследование доменной структуры магнитооптическим методом (6 час.)

Получение изображений доменной структуры при помощи Керр-микроскопии. Исследование взаимодействия Дзялошинский-Мория на основании анализа скоростей перемещения доменных границ под действием смещающего поля.

II. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Физика и технологии создания наноструктур» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Раздел 1	ОПК-1 ПК-1 ОК-5	знает	Опрос (УО-1)	Зачет, вопросы 1-6 Опрос (УО-1)
			умеет	Тест (ПР-1)	Зачет, вопросы 1-6 Опрос (УО-1)
			владеет	Кейс-задача (ПР-11)	Зачет, вопросы 1-6 Опрос (УО-1)
2	Раздел 2	ОПК-5 ПК-17	знает	Семинар №1(УО-4)	Зачет, вопросы 7-8 Опрос (УО-1)
			умеет	Тест (ПР-1)	Зачет, вопросы 7-8 Опрос (УО-1)
			владеет	Кейс-задача (ПО-11)	Зачет, вопросы 7-8 Опрос (УО-1)
3	Раздел 3	ОПК-5 ПК-5	знает	Семинар №1(УО-4)	Зачет, вопросы 9-13 10
			умеет	Тест (ПР-1)	Зачет, вопросы 9-13 10
			владеет	Кейс-задача (ПО-11)	Зачет, вопросы 9-13 Опрос (УО-1)
4	Раздел 4	ОПК-2 ОК-5 ПК-1	знает	Семинар №1(УО-4)	Зачет, вопросы 14-16 Опрос (УО-1)
			умеет	Тест (ПР-1)	Зачет, вопросы 14-16 Опрос (УО-1)

			владеет	Кейс-задача (ПО-11)	Зачет, вопросы 14-16 Опрос (УО-1)
5	Раздел 5	ОК-6 ПК-6	знает	Семинар №1(УО-4)	Зачет, вопросы 17-18 Опрос (УО-1)
			умеет	Тест (ПР-1)	Зачет, вопросы 17-18 Опрос (УО-1)
			владеет	Кейс-задача (ПО-11)	Зачет, вопросы 17-18 Опрос (УО-1)
6	Раздел 6	ОПК-5 ОК-6 ОК-9	знает	Семинар №1(УО-4)	Зачет, вопросы 19-21 Опрос (УО-1)
			умеет	Тест (ПР-1)	Зачет, вопросы 19-21 Опрос (УО-1)
			владеет	Кейс-задача (ПО-11)	Зачет, вопросы 19-21 Опрос (УО-1)

Контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Гусев А.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009.— 416 с.— Режим

- доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12979>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
2. Неволин В.К. Зондовые нанотехнологии в электронике [Электронный ресурс]/ Неволин В.К.— Электрон. текстовые данные.— М.: Техносфера, 2014.— 174 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26894>.— ЭБС «IPRbooks»
 3. Учебно-методический комплекс по сетевой образовательной программе «Физика наноструктур и наноэлектроника» [Электронный ресурс]/ Н.И. Анисимова [и др.].— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, 2013.— 155 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/21426>.— ЭБС «IPRbooks»
 4. Матюшкин И.В. Моделирование и визуализация средствами MATLAB физики наноструктур [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Матюшкин И.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Техносфера, 2011.— 168 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13280>.— ЭБС «IPRbooks»
 5. Орлова М.Н. Наноэлектроника [Электронный ресурс]: курс лекций/ Орлова М.Н., Борзых И.В.— Электрон. текстовые данные. — М.: Издательский Дом МИСиС, 2013. — 50 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/56246.html>

**Дополнительная литература
(электронные и печатные издания)**

1. Сергеев Н.А. Физика наносистем [Электронный ресурс]: монография/ Сергеев Н.А., Рябушкин Д.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: Логос, 2015.— 192 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33418>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Нанотехнологии в микроэлектронике. Нанолитография - процессы и оборудование : [учебно-справочное руководство] / В. Ю. Киреев. Долгопрудный : Интеллект, 2016. 2016, 319 с.
3. Материалы и методы нанотехнологий : учебное пособие / В. В. Старостин ; под общ. ред. Л. Н. Патрикеева. Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. 431 с.
4. Данилина Т.И. Оборудование для создания и исследования свойств объектов наноэлектроники [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Данилина Т.И., Чистоедова И.А.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2011.— 96 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13950>.— ЭБС «IPRbooks»
5. Минько, Н. И. Методы получения и свойства нанобъектов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Н. И. Минько, В. В. Строкова, И. В. Жерновский, В. М. Нарцев. - 2-е изд., стер. - М. : ФЛИНТА, 2013. - 165 с. - ISBN 978-5-9765-0326-7 (<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=462886>) ЭБС Знаниум

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Возможности нанотехнологий - <http://kbogdanov1.narod.ru/>
2. Нанотехнологии в медицине - <http://www.starenie.ru/texnologii/nanotex.php>
3. Новости о нанотехнологиях - <http://www.nanonewsnet.ru/>
4. Перспективы использования нанотехнологий в биологии - <http://www.nanonewsnet.ru/blog/nikst/perspektivy-ispolzovaniya-nanotekhnologii-v-biologii>
5. Российские нанотехнологии - <http://nanoru.ru/>

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине а также для проведения простых расчетов и построения графиков может использоваться стандартное программное обеспечение компьютерных учебных классов (Windows, Microsoft Office).

III. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Обучение складывается из практических занятий (36 ч.) и самостоятельной работы (36 ч.). В дисциплине целесообразно использовать следующие образовательные технологии. Практические занятия: рассчитаны на индивидуальную работу студентов с компьютером и лабораторным оборудованием, предусматривают решение задач с использованием стандартных и специализированных программных приложений, проведение семинаров с защитой полученных результатов. Самостоятельная работа с литературой формирует способность анализировать технические и технологические проблемы, умение использовать естественнонаучные и инженерные на практике в различных видах профессиональной и социальной деятельности. Учебная деятельность студентов, включая самостоятельную работу с литературой и специализированными программными продуктами, способствует овладению научным мышлением, способностью в письменной и устной речи логически правильно оформить результаты исследований; готовностью к формированию системного подхода к анализу научной информации, восприятию инноваций; формируют способность и готовность к самосовершенствованию, самореализации, личностной и предметной

рефлексии.

Для углубленного изучения теоретического материала курса дисциплины рекомендуются использовать основную и дополнительную литературу, указанную в приведенном выше перечне.

Рекомендованные источники доступны обучаемым в научной библиотеке (НБ) ДВФУ (в перечне приведены соответствующие гиперссылки этих источников), а также в электронной библиотечной системе (ЭБС) IPRbooks (приведены аналогичные гиперссылки).

Доступ к системе ЭБС IPRbooks осуществляется на сайте www.iprbookshop.ru под учётными данными вуза (ДВФУ):

логин **dvfu**, пароль **249JWmhe**.

Для подготовки к зачету определен перечень вопросов, представленный ниже, в материалах фонда оценочных средств дисциплины.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения исследований, связанных с выполнением задания по практике, а также для организации самостоятельной работы студентам доступно лабораторное оборудование и специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ.

Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень основного оборудования
Специализированная лаборатория кафедры ФНС: Лаборатория плёночных технологий корпус L, ауд L320	Оборудование: 1. Система электронной литографии Raith E-LINE (101400000026344) 2. Сверхвысоковакуумная установка MBE system (101400000026343) 3. Сверхвысоковакуумная установка PVD module (101400000025715) 4. Сверхвысоковакуумная установка Multiprobe (101400000025714) 5. Система измерения магнитных свойств со сверхпроводящим магнитом MPMSXL5 EVERCOOL (101400000026043, 101400000025932) 6. Установка для комплексного исследования поверхностей и наноструктур в комплекте

	<p>(10140000025712)</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. Photolithography system Suss MicroTech MJB6 (Germany) 8. Automated vibrating sample magnetometer LakeShore 7401 with possibility of samples cooling and heating (USA) 9. Kerr microscope Evico Magnetics (Germany) 10. Magneto optic magnetometer “NanoMOKE- 2” with possibility of investigation of the nanoobjects with the size more than 200 nm and attachment for cooling and heating samples (UK). 11. 16 multiprocessor calculation cluster for micromagnetic modeling using MagPar and OOMMF software 12. Microsupercomputer with graphic processors for MuMax3 simulations 13. Automated four probe station for magnetotransport properties measurements <p>Analyzer Agilent for measurement of dynamic properties of magnetic nanostructures (USA)</p>
<p>Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А - уровень 10)</p>	<p>Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW, GigEth, Wi-Fi, BT, usb kbd/mse, Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit), 1-1-1 Wty</p> <p>Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек.</p> <p>Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими машинами видеоувелечителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками</p>

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно - навигационной поддержки..



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

по дисциплине «Физика и технологии создания наноструктур»
Направление подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника
Магистерская программа «Электроника и наноэлектроника»
Форма подготовки очная

Владивосток
2017

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1-2 неделя	Ознакомление с научной литературой по методам выращивания тонких пленок. Подготовка к семинару.	3 часа	Контрольные вопросы
2	3-4 неделя	Ознакомление с научной литературой по зондовым методам исследования наноструктур. Подготовка к семинару.	3 часа	Контрольные вопросы
3	5 неделя	Подготовка отчета по практической работе №1 на тему «определение пересчетных коэффициентов по разности скоростей осаждения металла на подложку и кварцевый измеритель толщин»	3 часа	Защита отчета
4	6 неделя	Ознакомление с научной литературой по термическому осаждению мультислойных суперрешеток. Подготовка к семинару.	3 часа	Контрольные вопросы
5	7 неделя	Подготовка отчета по практической работе №2 на тему «Построение и анализ кривых релаксации напряжений параметра решетки в мультислойных суперрешетках»	3 часа	Защита отчета
6	8 неделя	Подготовка отчета по практической работе №3 на тему «анализ шероховатости поверхности металлических слоев в суперрешетках [Co/Pd]»	3 часа	Защита отчета
7	9 неделя	Подготовка отчета по практической работе №4 на тему «химический анализ наноструктур на основе рентгеновская спектров»	3 часа	Защита отчета
8	10 неделя	Подготовка отчета по практической работе №5 на	3 часа	Защита отчета

		тему «анализ магнитных свойств тонких пленок»		
9	12-13 неделя	Подготовка отчета по практической работе №6 на тему «исследование взаимодействия Дзялошинский-Мория с многослойных магнитных суперструктурах»	4 часа	Защита отчета
10	14-16 неделя	Подготовка к зачету	8 часов	Зачет
Итого			36 часов	

Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению

Задания и методические рекомендации для самостоятельной работы обеспечивают подготовку докладов к семинарам и отчетов к лабораторным работам. Их полное содержание приведено в программе и методических указаниях.

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Результаты самостоятельной работы отражаются в письменных работах (докладах к семинарам и отчетах по практическим работам).

К представлению и оформлению докладов и отчетов по лабораторным работам предъявляются следующие требования.

Структура отчета по практической работе

Отчеты по практическим работам представляются в электронной форме, подготовленные как текстовые документы в редакторе MSWord.

Отчет по работе должен быть обобщающим документом, включать всю информацию по выполнению заданий, в том числе, построенные диаграммы, таблицы, приложения, список литературы и (или) расчеты, сопровождаемая необходимыми пояснениями и иллюстрациями в виде схем, экранных форм («скриншотов») и т. д.

Структурно отчет по практической работе, как текстовый документ, комплектуется по следующей схеме:

✓ *Титульный лист* – обязательная компонента отчета, первая страница отчета, по принятой для практических работ форме (титульный лист отчета должен размещаться в общем файле, где представлен текст отчета);

✓ *Исходные данные к выполнению заданий* – обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержат указание варианта, темы и т.д.);

✓ *Основная часть* – материалы выполнения заданий, разбивается по рубрикам, соответствующих заданиям работы, с иерархической структурой: разделы – подразделы – пункты – подпункты и т. д.

Рекомендуется в основной части отчета заголовки рубрик (подрубрик) давать исходя из формулировок заданий, в форме отглагольных существительных;

✓ *Выводы* – обязательная компонента отчета, содержит обобщающие выводы по работе (какие задачи решены, оценка результатов, что освоено при выполнении работы);

✓ *Список литературы* – обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержит список источников, использованных при выполнении работы, включая электронные источники (список нумерованный, в соответствии с правилами описания библиографии);

✓ *Приложения* – необязательная компонента отчета, с новой страницы, содержит дополнительные материалы к основной части отчета.

Оформление отчета по практической работе

Отчет по практической работе относится к категории «*письменная работа*», оформляется *по правилам оформления письменных работ студентами ДВФУ*.

Необходимо обратить внимание на следующие аспекты в оформлении отчетов работ:

- набор текста;

- структурирование работы;
- оформление заголовков всех видов (рубрик-подрубрик-пунктов-подпунктов, рисунков, таблиц, приложений);
- оформление перечислений (списков с нумерацией или маркировкой);
- оформление таблиц;
- оформление иллюстраций (графики, рисунки, фотографии, схемы, «скриншоты»);
- набор и оформление математических выражений (формул);
- оформление списков литературы (библиографических описаний) и ссылок на источники, цитирования.

Набор текста

Набор текста осуществляется на компьютере, в соответствии со следующими требованиями:

- ✓ печать – на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (размер 210 на 297 мм.);
- ✓ интервал межстрочный – полуторный;
- ✓ шрифт – Times New Roman;
- ✓ размер шрифта - 14 пт., в том числе в заголовках (в таблицах допускается 10-12 пт.);
- ✓ выравнивание текста – «по ширине»;
- ✓ поля страницы - левое – 25-30 мм., правое – 10 мм., верхнее и нижнее – 20 мм.;
- ✓ нумерация страниц – в правом нижнем углу страницы (для страниц с книжной ориентацией), сквозная, от титульного листа до последней страницы, арабскими цифрами (первой страницей считается титульный лист, на котором номер не ставится, на следующей странице проставляется цифра «2» и т. д.).
- ✓ режим автоматического переноса слов, за исключением титульного листа и заголовков всех уровней (перенос слов для отдельного абзаца

блокируется средствами MSWord с помощью команды «Формат» – абзац при выборе опции «запретить автоматический перенос слов»).

Если рисунок или таблица размещены на листе формата больше А4, их следует учитывать как одну страницу. Номер страницы в этих случаях допускается не проставлять.

Список литературы и все *приложения* включаются в общую сквозную нумерацию страниц работы.

Рекомендации по оформлению графического материала, полученного с экранов в виде «скриншотов»

Графические копии экрана («скриншоты»), отражающие графики, диаграммы моделей, схемы, экранные формы и т. п. должны отвечать требованиям визуальной наглядности представления иллюстративного материала, как по размерам графических объектов, так и разрешающей способности отображения текстов, цветовому оформлению и другим важным пользовательским параметрам.

Рекомендуется в среде программного приложения настроить «экран» на параметры масштабирования и размещения снимаемых для иллюстрации объектов. При этом необходимо убрать «лишние» окна, команды, выделения объектов и т. п.

В перенесенных в отчет «скриншотах» рекомендуется «срезать» ненужные области, путем редактирования «изображений», а при необходимости отмасштабировать их для заполнения страницы отчета «по ширине».

«Скриншоты» в отчете оформляются как рисунки, с заголовками, помещаемыми ниже области рисунков, а в тексте должны быть ссылки на указанные рисунки.

Требования к представлению докладов на семинар

Доклад представляется в виде интерактивной презентации, сделанной с

использованием программы MS PowerPoint, с изложением сути поставленной проблемы. Обучаемый самостоятельно проводит анализ этой проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария, делает выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме.

Доклад разрабатывается по тематике определенных теоретических вопросов изучаемой дисциплины при использовании учебной, учебно-методической и научной литературы, а также Интернет-ресурсов.

Презентация, содержащая доклад, должна содержать не менее 15 слайдов. На заимствованный материал должны быть даны ссылки на источники литературы и ресурсы Интернет и краткий терминологический словарь, включающий основные термины и их расшифровку (толкование) по раскрываемой теме (вопросу).

Доклад представляется на проверку в электронном виде, исходя из условий:

- ✓ презентация в формате ppt или pptx;
- ✓ объем – 10-15 слайдов;
- ✓ объем словаря – не менее 7-10 терминов на один вопрос задания;
- ✓ *титульный слайд* (первый слайд презентации) должен содержать название темы семинара, ФИО студента, номер группы;
- ✓ *список литературы* по использованным при подготовке доклада источникам, наличие ссылок в тексте доклада на источники по списку.

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

Оценивание докладов проводится по критериям:

- использование данных отечественной и зарубежной литературы, источников Интернет, информации нормативноправового характера и передовой практики;

- владение методами и приемами анализа теоретических и/или практических аспектов изучаемой области;

- отсутствие фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы.

Оценивание практических работ проводится по критериям:

- полнота и качество выполненных заданий, использование стандартов в ИТ области;

- владение методами и приемами компьютерного моделирования в исследуемых вопросах, применение специализированных программных средств;

- качество оформления отчета, использование правил и стандартов оформления текстовых и электронных документов;

- использование данных отечественной и зарубежной литературы, источников Интернет, информации нормативноправового характера и передовой практики;

- отсутствие фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

НАЗВАНИЕ ШКОЛЫ (ФИЛИАЛА)

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «Физика и технологии создания наноструктур»
Направление подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника
Магистерская программа «Электроника и нанoeлектроника»
Форма подготовки очная

Владивосток
2017

Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-1 способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	Знает	знает основные проблемы в области физики создания наноструктур
	Умеет	Умеет устанавливать ключевые параметры, определяющие технологический процесс создания наноструктур
	Владеет	Навыками анализа принципов функционирования оборудования для создания наноструктур
ОПК-2 способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры	Знает	основные экспериментальные методы создания наноструктур и устройств на их основе
	Умеет	Решать экспериментальные задачи по получению наноструктур и массивов
	Владеет	Способностью самостоятельно определять, и решать задачи по получению наноструктур и массивов при помощи научных методов и с использованием научного оборудования
ОПК-5 готовностью оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы	Знает	Как самостоятельно найти нужную научную литературу, описывающую конкретное изучаемое явление
	Умеет	Разбираться с научными данными стороннего эксперимента и делать соответствующие выводы
	Владеет	Навыками работы литературного поиска в сети «Интернет» и системах «Web of science» и «Scopus», работы с литературой, анализа сторонних научных данных
ПК-6 способностью планировать и проводить эксперименты по моделированию и практическому определению структуры и свойств материалов, перспективных для электроники и наноэлектроники	Знает	теоретические и экспериментальные методы создания наноструктур и устройств на их основе
	Умеет	Решать экспериментальные задачи по получению наноструктур
	Владеет	навыками применения теоретических и экспериментальных методов получения наноструктур для решения сформулированных задач
ПК-17 готовностью осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств, приборов и системы	Знает	Основные принципы авторского сопровождения разрабатываемых устройств на основе наноструктур
	Умеет	Осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств на основе наноструктур
	Владеет	Навыками авторского сопровождения разрабатываемых

электронной техники на этапах проектирования и производства		устройств на основе наноструктур
ОК-5 способностью генерировать идеи в научной и профессиональной деятельности	Знает	Принципы современных технологий создания наноструктур с требуемыми свойствами.
	Умеет	Самостоятельно формировать научную тематику, по избранной научной тематике, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии для решения поставленных задач.
	Владеет	Способностью использовать современное лабораторное оборудование и приборы, развивать новые и уточнять имеющиеся экспериментальные и теоретические методики создания и исследований в области физики наноструктур
ОК-6 способностью вести научную дискуссию, владением нормами научного стиля современного русского языка	Знает	Знаком с понятийным аппаратом в предметной области умеет аргументированно отвечать на вопросы
	Умеет	Способен вести научную дискуссию, писать отчеты по результатам экспериментов.
	Владеет	Владеет нормами научного стиля, навыками ведения дискуссии при выступлении на научных семинарах и защите полученных научных результатов
ОК-9 способностью использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом	Знает	Последовательность действий при выполнении эксперимента в коллективе
	Умеет	Способен использовать личные навыки и навыки членов коллектива для распределения обязанностей во время формирования и исследования наноструктур на научном оборудовании на коком-либо этапе эксперимента
	Владеет	Способен использовать личные навыки и навыки членов коллектива для распределения обязанностей во время формирования и исследования наноструктур на научном оборудовании в ходе всего исследования

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Раздел 1	ОПК-1 ПК-1 ОК-5	знает	Опрос (УО-1)	Зачет, вопросы 1-6 Опрос (УО-1)
			умеет	Тест (ПР-1)	Зачет, вопросы 1-6 Опрос (УО-1)
			владеет	Кейс-задача (ПР-11)	Зачет, вопросы 1-6 Опрос (УО-1)
2	Раздел 2	ОПК-5 ПК-17	знает	Семинар №1(УО-4)	Зачет, вопросы 7-8 Опрос (УО-1)

			умеет	Тест (ПР-1)	Зачет, вопросы 7-8 Опрос (УО-1)
			владеет	Кейс-задача (ПО-11)	Зачет, вопросы 7-8 Опрос (УО-1)
3	Раздел 3	ОПК-5 ПК-5	знает	Семинар №1(УО-4)	Зачет, вопросы 9-13 10
			умеет	Тест (ПР-1)	Зачет, вопросы 9-13 10
			владеет	Кейс-задача (ПО-11)	Зачет, вопросы 9-13 Опрос (УО-1)
4	Раздел 4	ОПК-2 ОК-5 ПК-1	знает	Семинар №1(УО-4)	Зачет, вопросы 14-16 Опрос (УО-1)
			умеет	Тест (ПР-1)	Зачет, вопросы 14-16 Опрос (УО-1)
			владеет	Кейс-задача (ПО-11)	Зачет, вопросы 14-16 Опрос (УО-1)
5	Раздел 5	ОК-6 ПК-6	знает	Семинар №1(УО-4)	Зачет, вопросы 17-18 Опрос (УО-1)
			умеет	Тест (ПР-1)	Зачет, вопросы 17-18 Опрос (УО-1)
			владеет	Кейс-задача (ПО-11)	Зачет, вопросы 17-18 Опрос (УО-1)
6	Раздел 6	ОПК-5 ОК-6 ОК-9	знает	Семинар №1(УО-4)	Зачет, вопросы 19-21 Опрос (УО-1)
			умеет	Тест (ПР-1)	Зачет, вопросы 19-21 Опрос (УО-1)
			владеет	Кейс-задача	Зачет, вопросы

				(ПО-11)	19-21 Опрос (УО-1)
--	--	--	--	---------	--------------------

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		Критерии	Показатели
ОПК-1 способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	Знает (пороговый уровень)	знает основные проблемы в области физики создания наноструктур	Знаком с основными проблемами в области физики создания наноструктур	способность показать базовые знания о подходах к решению основных проблем в области технологии формирования наноструктур и устройств на их основе
	Умеет (продвинутый)	Умеет устанавливать ключевые параметры, определяющие технологический процесс создания наноструктур	Способен самостоятельно устанавливать ключевые параметры, определяющие технологический процесс создания наноструктур.	способность сопоставлять и критически подходить к выбору: ключевых параметров, определяющих технологический процесс создания наноструктур
	Владеет (высокий)	Навыками анализа принципов функционирования оборудования для создания наноструктур	Владеет методами анализа принципов функционирования оборудования для создания наноструктур	Способен показать основные методы анализа принципов функционирования оборудования для создания наноструктур
ОПК-2 способность использовать результаты освоения дисциплин программы	Знает (пороговый уровень)	основные экспериментальные методы создания наноструктур и устройств на их основе	Владеет эффективными методами поиска и анализа информации для интерпретации полученных	Способность показать базовые знания о методах поиска и анализа информации для интерпретации полученных экспериментальных

магистратуры			эксперименталь ных результатов	результатов
	Умеет (продвинутый)	Решать экспериментальные задачи по получению наноструктур и массивов	Способен анализировать эксперименталь ные данные по исследованию полученных наноструктур	способность анализировать и интерпретировать экспериментальные данные по исследованию полученных наноструктур и массивов
	Владеет (высокий)	Способностью самостоятельно определять, и решать задачи по получению наноструктур и массивов при помощи научных методов и с использованием научного оборудования	Может самостоятельно определять, и решать задачи по получению наноструктур и массивов при помощи уникального научного оборудования	способность практического использования адекватных методов получения наноструктур и массивов при помощи научных методов и с использованием научного оборудования
ОПК-5 готовность оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы	Знает (пороговый уровень)	Как самостоятельно найти нужную научную литературу, описывающую конкретное изучаемое явление	Принципы научного поиска информации в сети «Интернет» и научной литературе	Представление доклада, раскрывающего основные аспекты заданной темы
	Умеет (продвинутый)	Разбираться с научными данными стороннего эксперимента и делать соответствующие выводы	Умение выделить нужную информацию из многообразия данных и интерпретирова ть ее	Представление доклада, полностью раскрывающего заданную тему
	Владеет (высокий)	Навыками работы литературного поиска в сети «Интернет» и системах «Web of	Самостоятельно е освоение научной информации, способность	Представление доклада, полностью раскрывающего заданную тему, доклад должен быть

		science» и «Scopus», работы с литературой, анализа сторонних научных данных	донести научную информацию аудитории	понятен не только преподавателю, но и студентам
ПК-6 способность планировать и проводить эксперименты по моделированию и практическому определению структуры и свойств материалов, перспективных для электроники и наноэлектроники	Знает (пороговый уровень)	теоретические и экспериментальные методы создания наноструктур и устройств на их основе	Умеет ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры	Способность показать базовые знания о Физических основы современных технологий создания наноструктур и устройств на их основе
	Умеет (продвинутый)	Решать экспериментальные задачи по получению наноструктур	Может самостоятельно решать экспериментальные задачи по получению наноструктур	Умеет обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы для получения наноструктур
	Владеет (высокий)	навыками применения теоретических и экспериментальных методов получения наноструктур для решения сформулированных задач	Умение применять теоретические и экспериментальные методы получения наноструктур для решения сформулированных задач	способность практического применения теоретических и экспериментальных методов получения наноструктур для решения сформулированных задач
ПК-17 готовность осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств, приборов и системы электронной техники на этапах проектирования и производства	Знает (пороговый уровень)	Основные принципы авторского сопровождения разрабатываемых устройств на основе наноструктур	Ориентируется в основных принципах авторского сопровождения разрабатываемых устройств на основе наноструктур	способность показать базовые знания о авторском сопровождении разрабатываемых устройств на основе наноструктур
	Умеет (продвинутый)	Осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств на основе наноструктур	Обладает способностью свободно осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств на основе наноструктур	Способность свободно осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств на основе наноструктур на этапе проектирования
	Владеет (высокий)	Навыками авторского	Свободно владеет	способность практического

		сопровождения разрабатываемых устройств на основе наноструктур	навыками авторского сопровождения разрабатываемых устройств на основе наноструктур	использования навыков авторского сопровождения разрабатываемых устройств на основе наноструктур
ОК-5 способность генерировать идеи в научной и профессиональной деятельности	Знает (пороговый уровень)	Принципы современных технологий создания наноструктур требуемыми свойствами.	Ориентируется в принципах современных технологий создания наноструктур с требуемыми свойствами.	Способность показать базовые знания о современных технологиях создания наноструктур с требуемыми свойствами.
	Умеет (продвинутый)	Самостоятельно формировать научную тематику, по избранной научной тематике, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии для решения поставленных задач.	Обладает способностями к самостоятельному формированию научной тематики, и ведению научно-исследовательской деятельности по избранной научной тематике, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии	способность анализировать и критически подходить к формированию научной тематики, и ведению научно-исследовательской деятельности по избранной научной тематике
	Владеет (высокий)	Способностью использовать современное лабораторное оборудование и приборы, развивать новые и уточнять имеющиеся экспериментальные и теоретические методики создания и исследований в области физики наноструктур	Способен самостоятельно использовать современное лабораторное оборудование и приборы, развивать новые и уточнять имеющиеся экспериментальные и теоретические методики создания и исследований в области физики наноструктур и	способность практического использования современного лабораторного оборудования, для развития новые экспериментальных и теоретических методик создания и исследований наноматериалов

			наноматериалов	
ОК-6 способностью вести научную дискуссию, владением нормами научного стиля современного русского языка	Знает (пороговый уровень)	Знаком с понятийным аппаратом предметной области умеет аргументированно отвечать на вопросы	Самостоятельно разбирается в основных и специфических понятиях в области физических явлений и эффектов, используемых при создании наноструктурированных объектов.	Способность показать базовые знания об основах формирования наноструктурированных объектов и массивах наноструктур
	Умеет (продвинутый)	Способен вести научную дискуссию, писать отчеты по результатам экспериментов.	Способен вести научную дискуссию писать отчеты и статьи по результатам экспериментов по созданию наноструктур и массивов	способность анализировать и критически подходить к замечаниям рецензентов при написании научных докладов
	Владеет (высокий)	Владеет нормами научного стиля, навыками ведения дискуссии при выступлении на научных семинарах и защите полученных научных результатов	Владеет навыками ведения дискуссии при выступлении на научных семинарах и защите полученных научных результатов	способность практического использования навыков ведения дискуссии при выступлении на научных семинарах, конференциях и защите полученных научных результатов
ОК-9 способностью использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом	Знает	Последовательность действий при выполнении эксперимента в коллективе	Обладает базовые знания о ходе эксперимента и распределении обязанностей между операторами научного оборудования на различных этапах эксперимента	Способность показать базовые знания о ходе эксперимента и распределении обязанностей между операторами научного оборудования на различных этапах эксперимента
	Умеет	Способен использовать личные навыки и навыки членов коллектива для	Самостоятельно может на любом этапе встроиться в эксперимент по получению и	способность анализировать и критически подходить к навыкам операторов научного

		распределения обязанностей во время формирования наноструктур на научном оборудовании на коком-либо этапе эксперимента	исследованию наноструктурированных материалов и массивов наноструктур	оборудования во время создания и исследования наноструктур
	Владеет	Способен использовать личные навыки и навыки членов коллектива для распределения обязанностей во время формирования наноструктур на научном оборудовании в ходе всего исследования	Самостоятельно может организовать эксперимент по получению и исследованию наноструктурированных материалов и массивов наноструктур и распределить обязанности членов коллектива	способность практического использования навыков распределения обязанностей между операторами научного оборудования на различных этапах эксперимента

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов

Текущая аттестация студентов по данной дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Оценивание результатов освоения дисциплины на этапе текущей аттестации проводится в соответствии с используемыми оценочными средствами и критериями.

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Вопросы к зачету Опрос (УО-1)

1. Обзор технологий создания наноструктур.
2. Термические методы осаждения тонких пленок. Молекулярно-лучевая эпитаксия.
3. Управление рельефом поверхности подложки при помощи кинетических явлений.
4. Управление рельефом поверхности подложки при помощи термодинамических явлений.
5. Электронно-лучевое осаждение субмонослойных наноструктур.
6. Прецизионные методы контроля скоростей и режимов осаждения пленок. Кварцевый измеритель толщины.
7. Дифракция быстрых электронов. Осцилляции интенсивности зеркального рефлекса.
8. Напряжения в кристаллической решетке. Релаксация напряжений на интерфейсах.
9. Сканирующая туннельная микроскопия.
10. Принципы фотолитографии.
11. Принципы электронно-лучевой нанолитографии.
12. Процесс фото- и электронно-лучевого экспонирования. Проявление и инспектирование шаблонов.
13. Лифт-офф процесс. Применение в полупроводниковой электронике
14. Химический анализ наноструктур. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия.
15. Сухое и влажное травление металлов и полупроводников.

16. Характеристики системы PlasmaLab 80.
17. Структурные и магнитные свойства нанопроволок.
18. Магнитооптический метод исследования магнитных свойств пленок и наноструктур.
19. Магнитооптический метод исследования магнитных свойств пленок и массивов наноструктур
20. Доменная структура магнитных пленок со взаимодействием Дзялошинский-Мория.
21. Применения нанопроволок.

Оценочные средства для текущей аттестации

Темы семинаров

1. История развития микро- и наноинженерии, методы выращивания тонких пленок в высоком и сверхвысоком вакууме.
2. Методы исследования структурных свойств поверхности кристалла. Зондовые, дифракционные методы, методы химического анализа.
3. Литографические технологии и история их возникновения. Принципы электронно-лучевой нанолитографии. 3D нанолитография.
4. Магнитные свойства и доменная структура магнитных мультислойных пленок с взаимодействием Дзялошинский-Мория.

Критерии оценки доклада на семинаре

Оценивание защиты доклада проводится при представлении и защите (ответы на вопросы преподавателя и студентов) презентации в электронном виде, по двухбалльной шкале: «зачтено», «незачтено».

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если он представляет к защите доклад, удовлетворяющее поставленным к презентации требованиям (использование данных отечественной и зарубежной литературы, источников Интернет, информации нормативно-правового характера и передовой

практики, представление краткого терминологического словаря по теме, аудио-визуальной информации), по оформлению, если студент демонстрирует владение методами и приемами теоретических аспектов работы, не допускает фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы.

Оценка «незачтено» выставляется студенту, если он не владеет методами и приемами теоретических аспектов работы, допускает существенные ошибки в работе, связанные с пониманием проблемы, представляет презентацию с существенными отклонениями от правил оформления.

Критерии оценки отчетов по практическим работам

Оценивание защиты практической работы проводится при представлении отчета в электронном виде, по двухбалльной шкале: «зачтено», «незачтено».

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если он представляет к защите отчет по практической работе, удовлетворяющий требованиям по поставленным заданиям, по оформлению, демонстрирует владение методами и приемами теоретических и/или практических аспектов работы.

Оценка «незачтено» выставляется студенту, если он не владеет методами и приемами теоретических и/или практических аспектов работы, допускает существенные ошибки в работе, представляет отчет с существенными отклонениями от правил оформления письменных работ.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Для текущей и промежуточной аттестации используется рейтинговая система оценки успеваемости в соответствии рейтинг-планом по дисциплине (приложение 3). Структура рейтинг-плана по дисциплине состоит из трех основных форм контроля: посещения, практические задания, зачет.

Баллы за посещения выставляются по схеме одно посещение – один балл.

Практические задания, как оценка самостоятельной работы студента по решению задач оцениваются следующим образом:

- 10 - баллов выставляется, если студент продемонстрировал знания и владения навыками самостоятельной работы по теме задания; методами и приемами анализа теоретических и/или практических аспектов задачи. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; работа оформлена правильно;

- 9-8 баллов - работа характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; критические ошибки отсутствуют. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет. Допущены одна-две ошибки в оформлении работы.

- 7-6 баллов - студент провел достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих в решении задачи; понимает базовые основы и теоретическое обоснование темы. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы, оформлении работы. Возможно, требуется незначительная помощь студенту в решении.

0 баллов – допущены критические ошибки, студент не может самостоятельно решить задачу.

Окончательная оценка по промежуточной аттестации формируется в автоматизированной рейтинговой системе на основе введенных преподавателем оценок по контрольным мероприятиям, входящим в рейтинг-план.