



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

Институт наукоемких технологий и передовых материалов (Школа)

«СОГЛАСОВАНО»
Руководитель ОП

(подпись)

Саранин А.А.
(Ф.И.О. рук. ОП)

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор департамента
Общей и экспериментальной физики

(подпись)

Короченцев А.А.
(Ф.И.О.)

« 15 » декабря 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Физика и технологии создания наноструктур

Направление подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника
магистерская программа
«Электроника и нанoeлектроника (совместно с ИАПУ ДВО РАН)»
Форма подготовки очная

курс 1 семестр 1
лекции 8 час.
практические занятия 36 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 час.
в том числе с использованием МАО час.
в том числе контролируемая самостоятельная работа час.
в том числе в электронной форме час.
самостоятельная работа 28 час.
в том числе на подготовку к экзамену час.
курсовая работа / курсовой проект семестр
зачет 1 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22 сентября 2017 г. № 959
Рабочая программа обсуждена на заседании департамента общей и экспериментальной физики, протокол № 3 от «29» ноября 2021 г.

Директор департамента общей и экспериментальной физики ИНТиПМ: к.ф.-м.н., доцент
Короченцев В.В.

Составитель: к.ф.-м.н., доцент Давыденко А.В.

Владивосток

2022

Оборотная сторона титульного листа РПД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:

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

Директор департамента: _____

(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:

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

Директор департамента: _____

(подпись) (И.О. Фамилия)

Аннотация дисциплины «Физика и технологии создания наноструктур»

Учебная дисциплина «Физика и технологии создания наноструктур» предназначена для магистрантов 1 курса магистратуры 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, магистерской программы «Электроника и наноэлектроника(совместно с ИАПУ ДВО РАН)».

Дисциплина «Физика и технологии создания наноструктур» входит в обязательную часть блока дисциплин образовательной программы (Б1.О.03.02), реализуется на 1 курсе, в 1 семестре, завершается зачетом. Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 2 З.Е. (72 часа). Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (8 час.), практические занятия (26 час.), самостоятельная работа студента (38 час.), зачет.

Язык реализации – русский.

Цель изучения 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 обучающихся формируются следующие общепрофессиональные компетенции:

Наименование категории (группы) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
Научное мышление	ОПК-1 Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора	ОПК-1.1 демонстрирует знание понятийного аппарата электроники и наноэлектроники ОПК-1.2 осуществляет систематизацию научно-технической информации по исследуемой проблеме с использованием компьютерных технологий ОПК-1.3 применяет навыки теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте
Владение информационными технологиями	ОПК-3 Способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач	ОПК-3.1 демонстрирует знание принципов, методов и средств анализа и структурирования профессиональной информации в своей предметной области, этапов организации научно-исследовательских и инновационных работ ОПК-3.2 применяет Интернет-технологии, проблемно-ориентированные прикладные программные средства в профессиональной сфере деятельности ОПК-3.3 предлагает новые идеи, совершенствует подходы к решению инженерных задач, устанавливает научные контакты с целью проведения совместных исследований

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ОПК-1.1 демонстрирует знание понятийного аппарата электроники и наноэлектроники	<u>Знает</u> понятийный аппарат электроники и наноэлектроники, математические, естественнонаучные и социально-экономические методы для использования в профессиональной деятельности
	<u>Умеет</u> представлять современную научную картину для описания наблюдаемых явлений в наноэлектронике
	<u>Владеет</u> навыками коммуникации и презентации научных исследований в области электроники и наноэлектроники
ОПК-1.2 осуществляет систематизацию научно-технической информации по исследуемой проблеме с использованием компьютерных технологий	<u>Знает</u> методы и способы систематизации научно-технической информации по исследуемой проблеме
	<u>Умеет</u> применять компьютерные технологии для систематизации научно-технической информации
	<u>Владеет</u> навыками выявления естественнонаучной сущности проблем, определения путей их решения и оценки эффективности сделанного выбора
ОПК-1.3 применяет навыки теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	<u>Знает</u> методы теоретического и экспериментального исследования
	<u>Умеет</u> применять методы теоретического и экспериментального анализа исследуемых объектов, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте
	<u>Владеет</u> навыками теоретического и экспериментального

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
	исследования и оценки эффективности выбранного метода
ОПК-3.1 демонстрирует знание принципов, методов и средств анализа и структурирования профессиональной информации в своей предметной области, этапов организации научно-исследовательских и инновационных работ	<i>Знает</i> принципы, методы и средства анализа и структурирования профессиональной информации в своей предметной области
	<i>Умеет</i> использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы
	<i>Владеет</i> навыками построения этапов организации научно-исследовательских и инновационных работ при решении профессиональных задач
ОПК-3.2 применяет Интернет-технологии, проблемно-ориентированные прикладные программные средства в профессиональной сфере деятельности	<i>Знает</i> основные Интернет-технологии, а так же проблемно-ориентированные прикладные программные средства
	<i>Умеет</i> выбирать и использовать проблемно-ориентированные прикладные программы и пакеты для решения исследовательских, и инженерных задач
	<i>Владеет</i> методами решения задач обработки и представления информации используя Интернет-технологии и прочие программные источники
ОПК-3.3 предлагает новые идеи, совершенствует подходы к решению инженерных задач, устанавливает научные контакты с целью проведения совместных исследований	<i>Знает</i> принципы деловой этики для установления научных контактов способствующих совместным исследованиям и сотрудничеству
	<i>Умеет</i> совершенствовать подходы для решения инженерных задач, устанавливать научные контакты
	<i>Владеет</i> навыками применения инновационных подходов при проведении совместных исследований

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА - лекции (8 ч.)

Раздел 1. Вакуумные методы получения наноструктур (2 ч.)

Тема 1. Термические методы получения пленок (2ч)

Термическое нанесение пленок в вакууме: резистивный метод, молекулярно-лучевая эпитаксия, твердофазная эпитаксия. Получение пленок методом магнетронного распыления, электронно-лучевого испарения

Раздел 2. Основы электронно-лучевой литографии (4 ч.)

Тема 1. Введение в литографические методы создания шаблонов наноструктур (1 ч.)

История возникновения и развития. Фотолитография. Электронно-лучевая и ионно-лучевая литография. Ультрафиолетовая литография. Лазерная литография. Импринт-литография. Теневая литография. Наносферная литография. Зондовая нанолитография. Сравнение методов.

Тема 2. Физические принципы электронно-лучевой литографии (1 ч.)

Принцип формирования шаблона на полимерной пленке электронным пучком. Физико-химические основы процесса взаимодействия электронного пучка с полимером. Этапы процесса: подготовка образца, создание цифрового шаблона, расчет параметров экспонирования, экспозиция, проявка, удаление резиста.

Тема 3. Применяемое оборудование и полимерные резисты (2 ч.)

Обзор и сравнение нанолитографов. Физический предел разрешения. Используемые резисты и их характеристики. Проектирование шаблона наноструктур. Система Raith e-Line на базе SEM Zeiss Crossbeam. Возможности системы. Принцип работы. Подготовка подложек для экспонирования (методы очистки поверхности, центрифугирование резистов, сушка в печи).

Раздел 3. Химическое и ионно-плазменное травление металлических и полупроводниковых материалов (2 ч.)

Тема 1. Кислотное травление (1 ч.)

Изотропное и анизотропное травление материалов. Используемые кислотные растворы. Проблемы и решения. Границы применимости метода.

Тема 2. Ионно-плазменное травление (1 ч.)

Реактивное ионное травление. Индуктивно-связанная плазма. Принцип действия. Используемое оборудование. Проблемы и решения. Характеристики системы PlasmaLab 80.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия (36 час.)

Занятие 1. Подготовка к началу эксперимента (3 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 (3 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 (3 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 (3 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 (3 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 (3 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 (3 час.)

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

Занятие 9. Магнитометрические методы исследования магнитных свойств (3 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 (3 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 (3 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 ОПК-3	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-1 ОПК-3	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-1 ОПК-3	знает	Семинар №2 (УО-4)	Зачет, вопросы 9-13 Опрос (УО-1)
			умеет	Тест (ПР-1)	Зачет, вопросы 9-13 Опрос (УО-1)
			владеет	Кейс-задача (ПР-11)	Зачет, вопросы 9-13 Опрос (УО-1)
4	Раздел 4	ОПК-1 ОПК-3	знает	Опрос (УО-1)	Зачет, вопросы 14-16 Опрос (УО-1)
			умеет	Тест (ПР-1)	Зачет, вопросы 14-16 Опрос (УО-1)
			владеет	Кейс-задача (ПР-11)	Зачет, вопросы 14-16 Опрос (УО-1)
5	Раздел 5	ОПК-1 ОПК-3	знает	Семинар №3(УО-4)	Зачет, вопросы 17-18 Опрос (УО-1)
			умеет	Тест (ПР-1)	Зачет, вопросы 17-18 Опрос (УО-1)
			владеет	Кейс-задача (ПР-11)	Зачет, вопросы 17-18 Опрос (УО-1)

6	Раздел 6	ОПК-1 ОПК-3	знает	Опрос (УО-1)	Зачет, вопросы 19-21 Опрос (УО-1)
			умеет	Тест (ПР-1)	Зачет, вопросы 19-21 Опрос (УО-1)
			владеет	Кейс-задача (ПР-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

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. Нанoeлектроника [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

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 нанoeлектроники [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 нанообъектов [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

Интернет-ресурсы

1. Возможности нанотехнологий - <http://kbogdanov1.narod.ru/>
2. Нанотехнологии в медицине - <http://www.starenie.ru/tehnologii/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 аудиторных занятий (8 ч.) и самостоятельной работы (28 ч.). В дисциплине целесообразно использовать следующие образовательные технологии. Лекционный курс: чтение лекций в сопровождении видеоматериалов. 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 специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и 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. L 441. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 15) Оборудование: ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CСВА – 1 шт. Доска аудиторная.	Специализированное ПО не требуется
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L 320. Лаборатория пленочных технологий ДВФУ	Вибрационный магнитометр Lakeshore 7400, оптический магнитометр Nanomeke2, Керр-микроскоп Evico Magnetics, магнитно-силовой микроскоп Ntegra Aura	ПО, позволяющее выполнять лабораторные работы на лабораторных установках, Origin – программное обеспечение для построения графиков, Gwyddion – свободно распространяемое программное обеспечение для обработки графических изображений
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корп. А (Лит. П), Этаж 10, каб. А1017. Аудитория для самостоятельной работы	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.)	Специализированное ПО не требуется

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.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

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»	2 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»	2 часа	Защита отчета
6	8 неделя	Подготовка отчета по практической работе №3 на тему «анализ шероховатости поверхности металлических слоев в суперрешетках [Co/Pd]»	2 часа	Защита отчета
7	9 неделя	Подготовка отчета по практической работе №4 на тему «химический анализ наноструктур на основе	2 часа	Защита отчета

		рентгеновская спектров»		
8	10 неделя	Подготовка отчета по практической работе №5 на тему «анализ магнитных свойств тонких пленок»	2 часа	Защита отчета
9	12 неделя	Подготовка отчета по практической работе №6 на тему «исследование взаимодействия Дзялошинский-Мория с многослойных магнитных суперструктурах»	3 часа	Защита отчета
10	14 неделя	Подготовка к зачету	6 часов	Зачет
Итого			28 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, сопровождая 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.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОК-5 способность генерировать идеи в научной и профессиональной деятельности	знает	основные системные методы проведения исследований в области физики наноструктур и нанотехнологий
	умеет	применять основные системные методы при проведении теоретических, экспериментальных и прикладных исследований в области физики наноструктур и нанотехнологий
	владеет	технологиями, применяемыми в области электроники и нанoeлектроники
ОК-6 способность вести научную дискуссию, владение нормами научного стиля современного русского языка	знает	нормы современного русского языка, используемые при написании научной работы
	умеет	вести дискуссию по выполненному исследованию
	владеет	нормами современного русского языка и методами ответов на вопросы

ОК-9, способностью использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом	знает	методы организации исследовательских и проектных работ в управлении коллективом
	умеет	применять методы организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом
	владеет	технологиями и инструментарием применения методов организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом
ОПК-2, способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры	знает	методы модуляции параметров оптического излучения, распространяющегося в волоконном световоде, применяемые для построения измерительных преобразователей.
	умеет	выявлять ключевые параметры, определяющие режимы работы волоконно-оптических измерительных преобразователей
	владеет	навыками построения волоконно-оптических измерительных преобразователей

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

4	Раздел 4	ОПК-1 ОПК-3	знает	Опрос (УО-1)	Зачет, вопросы 14-16 Опрос (УО-1)
			умеет	Тест (ПР-1)	Зачет, вопросы 14-16 Опрос (УО-1)
			владеет	Кейс-задача (ПР-11)	Зачет, вопросы 14-16 Опрос (УО-1)
5	Раздел 5	ОПК-1 ОПК-3	знает	Семинар №3(УО-4)	Зачет, вопросы 17-18 Опрос (УО-1)
			умеет	Тест (ПР-1)	Зачет, вопросы 17-18 Опрос (УО-1)
			владеет	Кейс-задача (ПР-11)	Зачет, вопросы 17-18 Опрос (УО-1)
6	Раздел 6	ОПК-1 ОПК-3	знает	Опрос (УО-1)	Зачет, вопросы 19-21 Опрос (УО-1)
			умеет	Тест (ПР-1)	Зачет, вопросы 19-21 Опрос (УО-1)
			владеет	Кейс-задача (ПР-11)	Зачет, вопросы 19-21 Опрос (УО-1)

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		Критерии	Показатели
ОПК-1.1 демонстрирует знание понятийного аппарата электроники и нанoeлектроники	Знает (пороговый уровень)	<u>Знает</u> понятийный аппарат электроники и нанoeлектроники, математические, естественнонаучные и социально-экономические методы для использования в профессиональной деятельности	воспроизводит и объясняет учебный материал с требуемой степенью научной точности и полноты	способность продемонстрировать при защите знания методов организации исследований с учётом специфики исследований
	Умеет (продвинутый)	<u>Умеет</u> представлять современную научную картину для описания наблюдаемых явлений в нанoeлектронике	выполнять типичные задачи на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения	способность продемонстрировать при защите умение применять основные системные методы при проведении теоретических, экспериментальных и прикладных исследований
	Владеет (высокий)	<u>Владеет</u> навыками коммуникации и презентации научных исследований в области электроники и нанoeлектроники	решать усложненные задачи в нетипичных ситуациях на основе приобретенных знаний, умений и навыков	способность привести на защите методологию организации всех этапов теоретических, экспериментальных и прикладных исследований
ОПК-1.2 осуществляет систематизацию научно-технической информации по исследуемой проблеме с	Знает (пороговый уровень)	<u>Знает</u> методы и способы систематизации научно-технической информации по исследуемой проблеме	воспроизводит и объясняет учебный материал с требуемой степенью	наличие требуемых элементов структуры отчета в представленной на защиту диссертации

использованием компьютерных технологий			научной точности и полноты	
	Умеет (продвинутый)	<u>Умеет</u> применять компьютерные технологии для систематизации научно-технической информации	выполнять типичные задачи на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения	наличие презентации и доклада по результатам выполненного исследования, умение отвечать на вопросы во время защиты
	Владеет (высокий)	<u>Владеет</u> навыками выявления естественнонаучной сущности проблем, определения путей их решения и оценки эффективности сделанного выбора	решать усложненные задачи в нетипичных ситуациях на основе приобретенных знаний, умений и навыков	наличие в презентации и докладе информации о результатах, полученных предшественникам и, владение методами грамотного представления результатов и аргументации во время защиты
ОПК-1.3 применяет навыки теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	Знает (пороговый уровень)	<u>Знает</u> методы теоретического и экспериментального исследования	воспроизводит и объясняет учебный материал с требуемой степенью научной точности и полноты	способность показать базовые знания и основные умения в использовании методов организации исследовательских и проектных работ в управлении коллективом
	Умеет (продвинутый)	<u>Умеет</u> применять методы теоретического и экспериментального анализа исследуемых	выполнять типичные задачи на основе	способность применить знания и практические умения в задачах,

		объектов, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	воспроизведения стандартных алгоритмов решения	связанных с выбором и обоснованием стратегии организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом
	Владеет (высокий)	<i>Владеет</i> навыками теоретического и экспериментального исследования и оценки эффективности выбранного метода	решать усложненные задачи в нетипичных ситуациях на основе приобретенных знаний, умений и навыков	способность применить фактическое и теоретическое знание, практические умения по организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом
ОПК-3.1 демонстрирует знание принципов, методов и средств анализа и структурирования профессиональной информации в своей предметной области, этапов организации научно-исследовательских и инновационных работ	Знает (пороговый уровень)	<i>Знает</i> принципы, методы и средства анализа и структурирования профессиональной информации в своей предметной области	воспроизводить и объяснять учебный материал с требуемой степенью научной точности и полноты	способность показать базовые знания методов модуляции параметров оптического излучения, распространяющегося в волоконном световоде, применяемые для построения измерительных преобразователей
	Умеет (продвинутый)	<i>Умеет</i> использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы	выполнять типичные задачи на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения	способность применить знания и практические умения в выявлении ключевых параметров, определяющих режимы работы

				волоконно-оптических измерительных преобразователей
	Владеет (высокий)	<i>Владеет</i> навыками построения этапов организации научно-исследовательских и инновационных работ при решении профессиональных задач	решать усложненные задачи в нетипичных ситуациях на основе приобретенных знаний, умений и навыков	способность применить фактическое и теоретическое знание, практические умения в построении волоконно-оптических измерительных преобразователей
ОПК-3.2 применяет Интернет-технологии, проблемно-ориентированные прикладные программные средства в профессиональной сфере деятельности	Знает (пороговый уровень)	<i>Знает</i> основные Интернет-технологии, а так же проблемно-ориентированные прикладные программные средства	воспроизводить и объяснять учебный материал с требуемой степенью научной точности и полноты	способность показать базовые знания и основные умения в использовании методов организации исследовательских и проектных работ в управлении коллективом
	Умеет (продвинутый)	<i>Умеет</i> выбирать и использовать проблемно-ориентированные прикладные программы и пакеты для решения исследовательских, и инженерных задач	выполнять типичные задачи на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения	способность применить знания и практические умения в задачах, связанных с выбором и обоснованием стратегии организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом
	Владеет (высокий)	<i>Владеет</i> методами решения задач обработки и представления информации используя Интернет-технологии и прочие программные источники	решать усложненные задачи в нетипичных ситуациях на основе приобретенных знаний,	способность применить фактическое и теоретическое знание, практические умения по организации

			умений и навыков	исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом
ОПК-3.3 предлагает новые идеи, совершенствует подходы к решению инженерных задач, устанавливает научные контакты с целью проведения совместных исследований	Знает (пороговый уровень)	<u>Знает</u> принципы деловой этики для установления научных контактов способствующих совместным исследованиям и сотрудничеству	воспроизводит и объясняет учебный материал с требуемой степенью научной точности и полноты	способность показать базовые знания методов модуляции параметров оптического излучения, распространяющегося в волоконном световоде, применяемые для построения измерительных преобразователей
	Умеет (продвинутый)	<u>Умеет</u> совершенствовать подходы для решения инженерных задач, устанавливать научные контакты	выполнять типичные задачи на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения	способность применить знания и практические умения в выявлении ключевых параметров, определяющих режимы работы волоконно-оптических измерительных преобразователей
	Владеет (высокий)	<u>Владеет</u> навыками применения инновационных подходов при проведении совместных исследований	решать усложненные задачи в нетипичных ситуациях на основе приобретенных знаний, умений и навыков	способность применить фактическое и теоретическое знание, практические умения в построении волоконно-оптических измерительных преобразователей

**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.

Критерии выставления оценки на экзамене

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Оценочные средства для текущей аттестации (Круглый стол УО-4)

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 нормативноправового 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 с рейтингом-планом по дисциплине (приложение 3). Структура рейтинга-плана по дисциплине состоит из трех основных форм контроля: посещения, практические задания, экзамен. Баллы за посещение 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 экзаменационная оценка по промежуточной аттестации формируется в автоматизированной рейтинговой системе на основе введенных преподавателем оценок по контрольным мероприятиям, входящим в рейтинг-план.