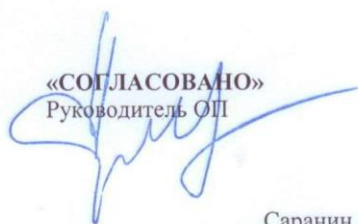




МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

«СОГЛАСОВАНО»
Руководитель ОП



Саранин А.А.
(подпись) (Ф.И.О. рук.ОП)
« 19 » сентября 2018 г.

«УТВЕРЖДАЮ»
Заведующий кафедрой
физики низкоразмерных структур
(название кафедры)



Саранин А.А.
(подпись) (Ф.И.О. Зав. каф.)
« 19 » сентября 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ
Научно-исследовательский семинар по современным проблемам
физики наноструктур

Направление подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника
магистерская программа "Нанотехнологии в электронике"

Квалификация (степень) выпускника **Магистр**

Владивосток

2018

1. НОРМАТИВНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩАЯ ПРОЦЕСС ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОХОЖДЕНИЯ ПРАКТИКИ

- Программа практики разработана в соответствии с требованиями:
 - Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
 - Образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Дальневосточный федеральный университет» для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования – программ магистратуры (далее – ОС ВОДВФУ) по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника, принят решением Ученого совета ДВФУ, протокол от (31.05.2017 № 04-17,) и введен в действие приказом ректора ДВФУ от 13.06.2017 № 12-13-1206;
 - Приказа Министерства образования и науки Российской Федерации от 05.04.2017 N 301 "Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры";
 - Приказа Министерства образования и науки Российской Федерации от 27.11.2015 г. № 1383 «Об утверждении положения о практике обучающихся, осваивающих основные профессиональные образовательные программы высшего образования»;
 - Устава ДВФУ, утвержденного приказом Минобрнауки РФ от 06 мая 2016 года № 522.

2. ЦЕЛИ ПРАКТИКИ

Научно-исследовательский семинар по современным проблемам физики наноструктур (тип практики: «Научно-исследовательская работа») являясь обязательной частью подготовки магистров по направлению 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника», предназначена для общей ориентации студентов в реальных условиях будущей деятельности по выбранной специальности на предприятиях, учреждениях и организациях и получения профессиональных умений и опыта

профессиональной деятельности; закрепления, расширения, углубления и систематизацию теоретических знаний, полученных студентами при изучении дисциплин.

Целью практики является освоение студентами профессиональных умений и навыков проектно-технологической и научно-исследовательской деятельности и формирование у обучающихся основных компетенций и представлений о результатах передовых исследований в области физики наноструктур, изучение вопросов, связанных с физическими и технологическими основами современной микро- и наноэлектроники, материаловедения, нанотехнологий, а также перспективами и тенденциями развития инновационных направлений науки и техники.

При проведении практики студенты закрепляют теоретическую подготовку, приобретают практические навыки и умения, формируют компетенции в процессе выполнения определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

3. ЗАДАЧИ ПРАКТИКИ

Задачами практики являются:

- приобретение опыта профессиональной деятельности;
- приобретение опыта профессиональных умений;
- ознакомление с принципами разработки технологической карты;
- сформировать представление о влиянии размера и размерности на физические свойства материалов и структур, показать особенности применения низкоразмерных структур в электронике и наноэлектронике;
- дать представление о низкоразмерном магнетизме, а именно, о магнитных свойствах нульмерных, одномерных и двухмерных структур. Показать эффекты, обусловленные спиновым током, включая аномальный эффект Холла и спиновый эффект Холла;
- дать представление о топологическом магнетизме в низкоразмерных структурах.
- подготовка отчёта по практике.

4. МЕСТО ПРАКТИКИ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Научно-исследовательский семинар по современным проблемам физики наноструктур (тип практики: «Научно-исследовательская работа») проводится в целях получения профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности.

Данная практика относится к практикам профиля «Нанотехнологии в электронике» по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника». Для успешного прохождения практики обучающиеся используют знания, умения, сформированные в ходе изучения дисциплин циклов учебного плана. Данная практика относится к блоку Б2 «Практики», то есть к вариативной части учебного плана по профилю «Нанотехнологии в электронике» по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника» и имеет индекс Б2.В.02.01(Н).

Продолжительность практики составляет 108 часов, 3 зачетных единиц. Данный тип практики проводится на 1 курсе. Учебным планом предусмотрены практические занятия (36 час.), самостоятельная работа студента (72 час., в том числе на подготовку к экзамену 36 час).

Знания, умения и навыки, полученные в ходе данной практики, необходимы для успешного прохождения преддипломной практики. Результаты прохождения практики необходимы обучающимся для подготовки выпускной квалификационной работы.

5. ВИДЫ, ТИПЫ, ФОРМЫ, СПОСОБЫ, МЕСТО И ВРЕМЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИКИ

Вид практики - Научно-исследовательская работа

Тип практики – Научно-исследовательский семинар по современным проблемам физики наноструктур

Способ проведения - стационарная.

Форма проведения практики - сконцентрированная

В соответствии с графиком учебного процесса практика реализуется в 1 семестре 1 курса.

Местом проведения практики являются структурные подразделения ДВФУ (кафедра Физики низкоразмерных структур (ФНС), лаборатории кафедры).

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов выбор мест

прохождения практики согласуется с требованием их доступности для данных обучающихся и практика проводится с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

6. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРОХОЖДЕНИЯ ПРАКТИКИ

В результате прохождения производственной практики обучающийся должен приобрести следующие практические навыки, умения, профессиональные компетенции (ПК):

ПК-1, готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, способность обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач

ПК-5, способностью делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения

ПК-12, способностью разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники

ПК-14, способностью разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники

ПК-15, готовностью обеспечивать технологичность изделий электронной техники и процессов их изготовления, оценивать экономическую эффективность технологических процессов

ПК-24, способностью проводить обучение сотрудников непосредственно на предприятии/в лаборатории

По окончании прохождения практики обучающийся должен демонстрировать следующие результаты:

Знать:

- основы архитектуры и технологии производства функциональных материалов электроники с топологическими размерами элементов, не

превышающими 100 нм;

- достижения зарубежной науки, техники и образования в области профессиональной деятельности;

- основные проблемы в своей предметной области и методы и средства их решения.

Уметь:

- проводить экспериментальные исследования с применением современных средств и методов;

- разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники;

- проявлять высокую степень профессиональной мобильности;

- самостоятельно приобретать новые знания и умения в своей предметной области;

- использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры.

Владеть:

- навыками организации экспериментальных исследований с применением современных средств и методов;

- навыками творческой адаптации достижений зарубежной науки, техники и образования к отечественной практике;

- навыками использования в практической деятельности новых знаний и умений в своей предметной области;

- эффективными технологиями решения профессиональных проблем

- навыками организации исследовательских и проектных работ.

7. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ

Общая трудоемкость практики составляет 108 часа, 3 зачетных единиц, проводится в 1 семестре 1 курса магистратуры.

№ п/п	Разделы (этапы) практики	Виды производственной работы на практике, включая самостоятельную работу студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы текущего контроля
1	Организационный этап	Инструктаж по технике безопасности. Ознакомление с программой практики. Получение индивидуального задания.	10	Опрос по правилам техники безопасности (ТБ), подпись в журнале по ТБ. Проверка и отметка в дневнике по практике.

2	Подготовительный этап	Изучение необходимой учебной, справочной и научной литературы. Ознакомление с научным оборудованием, необходимым для решения задач, поставленных в индивидуальном задании. Разработка плана формирования наноразмерных структур (гетероструктур), указанных в задании, для ростовой установки, на которой планируется её сформировать.	30	Проверка и отметка в дневнике по практике Проверка разделов отчета на их соответствие заданию.
3	Технологический этап	Изготовление наноразмерных структур (гетероструктур) на ростовой установке согласно разработанного плана. Оценка качества изготовленных наноразмерных структур (гетероструктур). Исследование свойств наноразмерных структур (гетероструктур) соответствующих заданию.	38	Проверка и отметка в дневнике по практике Проверка разделов отчета на их соответствие заданию.
4	Заключительный этап	Доклад о полученных результатах на семинаре лаборатории. Консультации по составлению отчета по практике. Оформление отчета по практике и подготовка презентации. Защита отчета по практике.	30	Проверка готового отчета. Защита отчета.
	Итого		108	

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ НА ПРАКТИКЕ

Самостоятельная работа студента - необходимый элемент проведения практики. Целью самостоятельной работы студента на практике является адаптация к будущей профессиональной деятельности.

В период практики студент должен решать следующие вопросы самостоятельно:

- восполнять пробелы в образовании, которые выявляются во время практики;
- изучать научную литературу в области профессиональной деятельности в соответствии с поставленными задачами практики;
- анализировать справочную документацию, необходимую для выполнения поставленных задач практики;
- организовывать свою деятельность в процессе прохождения практики;
- развивать умения и навыки работы в коллективе, общения с руководителями и коллегами;
- обращаться к работникам предприятия за консультацией и/или информацией по вопросам, связанных с выполнением заданий практики;
- изучать функциональные возможности и пользовательский интерфейс программного обеспечения, применяемого на базе практики для моделирования,

- проектирования и выполнения расчетов в области профессиональной деятельности;
- готовить обзоры и отчеты на основе систематизированной информации в области профессиональной деятельности;
 - изучать информационные материалы из различных источников, включая библиотечные фонды вуза, базы практики, патентные отделы и Интернет-ресурсы.

Темы индивидуальных заданий

1. Нульмерная структура (магические кластеры) на поверхности полупроводника: формирование, свойства.
2. Одномерная структура (нанопроволоки) на поверхности полупроводника: формирование, свойства.
3. Двумерная структура (поверхностная реконструкция) на поверхности полупроводника: формирование, свойства.
4. Пористый полупроводниковый материал: формирование, свойства.
5. Нанокристаллы на поверхности полупроводника: формирование, свойства.
6. Тонкая плёнка на поверхности полупроводника: формирование, свойства.
7. Многослойная структура со встроенными нанокристаллами на поверхности полупроводника (нанокристаллы либо локализованы на поверхности слоёв, либо распределены в объёме структуры): формирование, свойства.
8. Многослойная гетероструктура: формирование, свойства.
9. Плёнка на поверхности диэлектрика: формирование, свойства.
10. Плёнка на поверхности металла: формирование, свойства.

9. ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ПРАКТИКИ

9.1 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ПРАКТИКЕ

Форма контроля по итогам практики по получению первичных профессиональных умений и навыков – зачёт с оценкой.

9.1.1. Перечень компетенций, описание показателей и критериев их оценивания на различных этапах формирования, шкала оценивания.

При проведении аттестации оценивается уровень сформированности следующих компетенций:

Уровни сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-1, готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, способность обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	Знает	Особенности физических свойств низкоразмерных структур.
	Умеет	анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований в области наномagnetизма, спинтроники, физики низкоразмерных структур. ставить задачи для теоретических и экспериментальных исследований. составлять план проведения исследований и реализовывать его.
	Владеет	навыками проведения теоретических и экспериментальных исследований, позволяющими изучать физические свойства наноструктур, получать низкоразмерные конденсированные среды с нужными параметрами.
ПК-5, способностью делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения	Знает	принципы действия устройств и систем электроники и нанoeлектроники
	Умеет	делать научнообоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем
	Владеет	методиками подготовки научных публикаций и заявок на изобретения
ПК-12, способностью разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники	Знает	современные системы автоматизированного проектирования, основные технические процессы на производстве базовых элементов нанoeлектроники определение и задачи проектирования технологического объекта. этапы проектирования изделий, составляющих основу компонентной базы электроники.
	Умеет	применять на практике принципы разработки технологических схем, технологической и нормативно-технической документацией. определять цели и задачи проектирования технологических объектов. реализовывать этапы проектирования изделий, составляющих основу компонентной базы электроники.
	Владеет	информацией о действующих нормах и правилах при разработке проектов промышленных предприятий области нанотехнологий. навыками проектирования технологических объектов и этапами

		проектирования изделий, составляющих основу компонентной базы электроники. навыками разработки технических заданий на проектирование технологических процессов.
ПК-14, способностью разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники	Знает	порядок разработки технических заданий на проектирование технологических процессов; основные типы документов и последовательность разработки технологической документации на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники
	Умеет	разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов; разрабатывать и составлять технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники
	Владеет	приемами разработки технологической (технической) документации на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники
ПК-15, готовностью обеспечивать технологичность изделий электронной техники и процессов их изготовления, оценивать экономическую эффективность технологических процессов	Знает	методы обеспечения технологичности изделий и процессов их изготовления, оценивать экономическую эффективность технологических процессов
	Умеет	использовать методы обеспечения заданной технологичности изделий и процессов их изготовления, оценивать экономическую эффективность технологических процессов.
	Владеет	методиками повышения уровня технологичности изделий и процессов их изготовления, оценивать экономическую эффективность технологических процессов
ПК-24, способностью проводить обучение сотрудников непосредственно на предприятии/в лаборатории	Знает	Знает современные учебно-методические разработки по отдельным видам учебных занятий
	Умеет	Умеет проводить различные виды учебных занятий
	Владеет	Владеет навыками подготовки и проведения учебных занятий и курсов повышения квалификации

9.1.2. Шкала оценивания и критерии оценки результатов защиты отчета по практике

Основные объекты оценивания результатов прохождения практики:

- активность студента в процессе практики;
- производственная дисциплина студента;
- качество выполнения индивидуального задания;
- оформление дневника практики;
- качество выполнения и оформления отчета по практике;
- уровень ответов при сдаче зачета (защите отчета);
- характеристика и оценка работы студента руководителем практики с места прохождения практики.

При выставлении зачёта с оценкой принимаются во внимание следующие показатели:

- глубина раскрытия выбранной темы исследования;
- научная новизна и самостоятельность проведенного исследования;
- соответствие отчетных документов по практике основным требованиям;
- характеристика с места прохождения практики;
- участие в итоговой конференции;
- мнение научного руководителя.

Критерии выставления оценки студенту на зачете по практике

Оценка	Требования к сформированным компетенциям
<i>«отлично»</i>	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он полностью выполнил программу практики, умеет использовать теоретические знания при выполнении задания по практике, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, умеет приводить примеры, ответил на все вопросы во время защиты практики, ответы отличаются логичностью, глубиной и полнотой раскрытия темы
<i>«хорошо»</i>	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он полностью выполнил программу практики, умеет использовать теоретические знания при выполнении задания по практике, хорошо справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, ответил на основные вопросы во время защиты практики, ответы отличаются логичностью и полнотой раскрытия темы, однако допускается одна - две неточности в ответе.
<i>«удовлетворительно»</i>	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он выполнил основную часть программы практики, но с трудом умеет использовать теоретические знания при выполнении задания по практике, в целом справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, ответы на вопросы во время защиты практики отличаются недостаточной глубиной и полнотой

«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не выполнил программу практики, не умеет использовать теоретические знания при выполнении задания по практике, не справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, не ответил на основные вопросы во время защиты практики
-----------------------	---

Студент, не выполнивший программу практики по уважительной причине, направляется на практику повторно в свободное от аудиторных занятий время. Студент, не выполнивший программу практики без уважительной причины или получивший неудовлетворительную оценку, считается имеющим академическую задолженность. Ликвидация этой задолженности проводится в соответствии с нормативными документами ДВФУ.

9.1.3 Типовые задания для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности

За время практики студенту необходимо выполнить индивидуальное задание по более углубленному изучению отдельных направлений работы или видов деятельности организации, решению конкретных задач в интересах базы практики и ДВФУ.

Пример индивидуального задания на практику

Изучить следующие темы под руководством научного руководителя:

- Этапы развития электроники. Характеристика основных направлений электроники. Технологические и физические пределы технологий.
- Особенности энергетического спектра электронов в системах пониженной размерности
- Низкоразмерный магнетизм Спиновые решетки
- Поверхностный магнетизм.
- Спинтроника и квантовые компьютеры
- Спинтроника.
- Спиновый ток и спиновый эффект Холла
- Квантовые вычисления
- Топологический магнетизм
- Основы топологического магнетизма
- Топологические инварианты в реальном пространстве
- Понятие и защита интеллектуальной собственности, Проблемы качества

электронных устройств. Жизненный цикл электронных устройств.
Конструкторская и пользовательская документация

Типовые контрольные вопросы для подготовки к экзамену по практике:

1. Этапы развития электроники. Характеристика основных направлений электроники.
2. Технологические и физические пределы технологий.
3. Эффект размерного квантования. Принцип квантования и условия наблюдения квантоворазмерных эффектов.
4. Структуры с двумерным электронным газом.
5. Структуры с одномерным электронным газом.
6. Структуры с нульмерным электронным газом.
7. Роль поверхности в создании устройств микро- и наноэлектроники. Поверхность и ее свойства. Поверхностный потенциал. Поверхностные состояния. Уровни Тамма.
8. Микро- и наноразмерные атомные кластеры в полупроводниках и их свойства.
9. Микрокластеры и их энергетическое состояние.
10. Методы получения и применения структур с атомными кластерами.
11. Экспериментальные методы исследования поверхности и кластеров.
12. Фрустрированные спиновые решётки. Спиновый лёд.
13. Магнитные свойства низкоразмерных систем.
14. Межфазные границы и их свойства Эффект Рашбы. Расщепление Рашбы.
15. Взаимодействие Дзялошинского-Мория. Экспериментальные методы исследования эффектов Рашбы и взаимодействия Дзялошинского – Мория.
16. Спин-зависимый транспорт носителей заряда. Гигантское магнитосопротивление.
17. Спин-зависимое туннелирование.
18. Манипулирование спинами носителей заряда в полупроводниках. Спинтронные приборы.
19. Эффекты Холла. Квантовый эффект Холла. Дробный заряд и

вариационная функция Лафлина для дробного квантового эффекта Холла.

20. Краевые токи и топологический заряд.
21. Микроскопические механизмы возникновения спиновых токов в полупроводниках и полупроводниковых наноструктурах, тяжелых металлах.
22. Экспериментальные методы исследования спинового эффекта Холла.
23. Кубит. Структура квантового компьютера.
24. Квантовый регистр. Квантовый процессор.
25. Практическая реализация квантового компьютера. Перспективы развития квантовых компьютеров
26. Топология в математике, теория гомотопий.
27. Спин-орбитальное взаимодействие в твердых телах.
28. Магнитные топологически инвариантные структуры: вихри, антивихри, скирмионы, мероны.
29. Методы исследования магнитной структуры.
30. Основные этапы комплексной программы обеспечения надежности изделия. Экспериментальные исследования на различных стадиях жизненного цикла машин при прогнозировании и оценке надежности.
31. Объекты интеллектуальной собственности. Изобретение. Права изобретателей и правовая охрана изобретений
32. Заявка на изобретение и её экспертиза. Правовая охрана полезной модели.
33. Промышленные образцы. Заявка на промышленный образец и её экспертиза. Права владельцев и правовая охрана промышленных образцов.

9.1.4 Методические материалы, определяющие процедуру оценивания

Для получения зачёта с оценкой по результатам практики студент должен полностью выполнить программу практики, своевременно оформить и представить на кафедру все необходимые отчетные документы.

Результаты проделанной работы должны получить отражение в отчёте о практике. Отчет проверяется и подписывается руководителем практики от предприятия (организации), затем представляется руководителю практики от вуза на последней неделе практики в установленный срок. В случае, если местом прохождения практики является кафедра ДВФУ, отчет оформляется студентом и

сдается руководителю практики от вуза.

Итоговая оценка за практику выставляется на основании всех представленных документов, посредством которых выявляется регулярность посещения места практики, тщательность составления отчета, инициативность студента, проявленная в процессе практики и способность к самостоятельной профессиональной деятельности.

Результаты прохождения практики оцениваются по следующим критериям:

- уровню освоения компетенций;
- отзыву руководителя практики от организации;
- практическим результатам проведенных работ и их значимости;
- правильности ответов студента на вопросы по существу отчета.

По результатам проведения практики и защиты отчетов студентов, преподавателем - руководителем практики составляется сводный отчет.

Зачет по практике приравнивается к оценкам по теоретическому обучению и учитывается при подведении итогов общей успеваемости студентов. Оценка, полученная студентами на зачете, учитывается при назначении стипендии.

Студенту, не выполнившему программу практики по уважительной причине, продлевается срок ее прохождения без отрыва от учёбы. В случае невыполнения программы практики, непредставления отчёта о практике, либо получения отрицательного отзыва руководителя практики от предприятия (организации), где практиковался студент, и неудовлетворительной оценки при защите отчёта студент может быть отчислен из университета.

Оформление отчёта по практике

Отчет по учебной практике составляется в соответствии с подготовительным и технологическим этапами программы практики и отражает выполнение индивидуального задания. Объем отчета должен составлять 15-25 страниц машинописного текста (без учета приложений). Отчет оформляется на бумаге формата А4 (210x297 мм) и брошюруется в единый блок. Текст отчета излагается на одной стороне листа, шрифтом Times New Roman, 14 размером, через 1.5 интервала. Каждая страница работы оформляется со следующими полями: левое - 30 мм; правое - 10 мм; верхнее - 20 мм; нижнее - 20 мм. Абзацный отступ в тексте – 1.5 см. Все структурные элементы отчета о практике брошюруются (сшиваются).

Страницы отчета нумеруют арабскими цифрами, с соблюдением сквозной нумерации по всему тексту, включая приложения. Номер проставляется в центре нижней части листа (выравнивание от центра) без точки в конце номера. Титульный лист включается в общую нумерацию страниц, однако номер страницы на титульном

листе не проставляется. Отчет должен быть иллюстрирован таблицами, графиками, схемами, заполненными бланками, рисунками. Если они не могут быть приведены в варианте компьютерной графики, их следует выполнять черными чернилами или тушью. Результаты вычислений и измерений должны быть оформлены в виде таблиц. Таблицу следует располагать в отчете непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице. На все приводимые таблицы должны быть ссылки в тексте отчета. Таблицы следует нумеровать арабскими цифрами. Номер следует размещать над таблицей слева без абзацного отступа после слова «Таблица». Каждая таблица должна иметь заголовок, который помещается в одну строку с её номером. Рисунки (чертежи, графики, схемы, компьютерные распечатки, диаграммы, фотоснимки) следует располагать в работе непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. Схемы, рисунки, таблицы и другой иллюстративный материал, расположенный на отдельных листах, включаются в общую нумерацию страниц.

Содержание разделов отчёта

Титульный лист (приложение 1)

Содержание

Введение

Основная часть

- Общая характеристика базы практики (лаборатории)
- Описание рабочего места (использованного оборудования и методик исследования) и функциональных обязанностей
- Индивидуальное задание для прохождения практики (приложение 2)

Заключение о результатах практики

Список использованных источников и литературы

Приложения.

Рекомендации по содержанию отчета

Во введении необходимо описать цели и задачи практики, дать краткую характеристику места практики (организации), сформулировать миссию предприятия.

Основная часть должна содержать описание истории создания места практики, организационной структуры предприятия, конкурентной среды предприятия, сферы деятельности объекта практики.

Далее описываются этапы выполнения работ в соответствии с индивидуальным заданием, приводятся предложения по совершенствованию и организации работы предприятия.

Заключение отражает достигнутые результаты, анализ возникших

проблем и варианты их устранения, собственную оценку уровня своей профессиональной подготовки по итогам практики. Отчет должен отражать мнение студента к изученным в ходе теоретической подготовки вопросам, их соответствия реальной деятельности, а также какие специальные навыки и знания студент приобрел в ходе практики.

К отчету о прохождении практики прилагаются:

- отзыв руководителя практики от принимающей стороны: характеристика отношения практиканта к работе, дисциплинированность, наличие необходимых навыков работы, проявленных деловых и моральных качеств, общая оценка всей работы практиканта за период практики, в произвольной форме (в случае если местом прохождения практики является ДВФУ, отзыв руководителя практики не оформляется);

- дневник практики, заверенный руководителем практики от принимающей стороны, включающий перечень и краткое описание ежедневных видов работ, выполненных студентом во время практики в соответствии с календарным планом прохождения практики (приложение 3).

Требования к презентации доклада по практике

Доклад по практике и презентация доклада являются обязательными элементами защиты отчета по практике.

В докладе и в презентации должны быть:

- определены задачи практики, соотнесенные с целью производственной практики;

- представлены исследуемые наноразмерные структуры (гетероструктуры) и информация об их основных свойствах;

- раскрыто содержание основных этапов выполнения индивидуального задания по практике;

- представлены основные результаты выполнения заданий;

- сделаны выводы о решении поставленных задач на практику.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ

Основная литература

1. Лекции по физике: учебное пособие для вузов по естественнонаучным и техническим направлениям / Р. А. Браже. - Санкт-Петербург: Лань, 2013. 319 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:731004&theme=FEFU>.
2. Электромагнетизм. Методы решения задач : учебное пособие / В. В. Покровский. - Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011, 120 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:668072&theme=FEFU>.
3. Афонский А.А. Электронные измерения в нанотехнологиях и в микроэлектронике [Электронный ресурс] / Афонский А.А., Дьяконов В.П. – Электрон. текстовые данные. – Саратов: Профобразование, 2017. – 688 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63585.html> – ЭБС «IPRbooks».

4. Магнитные свойства нанодисперсных магнетиков / Л. Л. Афремов, В. И. Белоконь, Ю. В. Кириенко. Владивосток: Изд-во Дальневосточного федерального университета, 2010. 118 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:425988&theme=FEFU>.
5. Дробот П.Н. Нанoeлектроника [Электронный ресурс] : учебное пособие / П.Н. Дробот. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016. — 286 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72141.html>
6. Витязь П.А. Наноматериаловедение [Электронный ресурс] : учебное пособие / П.А. Витязь, Н.А. Свидунович, Д.В. Куис. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Вышэйшая школа, 2015. — 512 с. — 978-985-06-2356-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/35501.html>.
7. Сергеев Н.А. Физика наносистем [Электронный ресурс] : монография / Н.А. Сергеев, Д.С. Рябушкин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Логос, 2016. — 192 с. — 978-5-98704-833-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66410.html>
8. Титце, У. Полупроводниковая схемотехника. Том II [Электронный ресурс] / У. Титце, К. Шенк. — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2009. — 942 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/916>.

Дополнительная литература

(печатные и электронные издания)

1. Кудреватых Н.В. Магнетизм редкоземельных металлов и их интерметаллических соединений [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.В. Кудреватых, А.С. Волегов. — Электрон. текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 200 с. — 978-5-7996-1604-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69622.html>
2. Астайкин А.И. Метрология и радиоизмерения [Электронный ресурс]: учебное пособие / Астайкин А.И., Помазков А.П., Щербак Ю.П. — Электрон. текстовые данные. — Саров: Российский федеральный ядерный центр — ВНИИЭФ, 2010. — 405 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/18440.html> — ЭБС «IPRbooks».
3. Берлин Б.В. Получение тонких пленок реактивным магнетронным распылением [Электронный ресурс] / Б.В. Берлин, Л.А. Сейдман. — Электрон. текстовые данные. — М. : Техносфера, 2014. — 256 с. — 978-5-94836-369-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31877.html>
4. Беркин А.Б. Физические основы вакуумной техники [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Б. Беркин, А.И. Василевский. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014. — 84 с. — 978-5-7782-2424-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45189.html>
5. Юрчук С.Ю. Компьютерное моделирование нанотехнологий, наноматериалов и наноструктур. Моделирование наносистем методами молекулярной динамики [Электронный ресурс] : курс лекций / С.Ю. Юрчук. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский Дом МИСиС, 2013. —

- 47 с. — 978-5-87623-663-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/56067.html>
6. Юрчук С.Ю. Компьютерное моделирование нанотехнологий, наноматериалов и наноструктур. Математическое моделирование фотолитографических процессов и процессов электронной литографии при создании субмикронных структур и структур с нанометровыми размерами [Электронный ресурс] : курс лекций / С.Ю. Юрчук. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский Дом МИСиС, 2013. — 45 с. — 978-5-87623-662-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/56066.html>
7. Датта С. Квантовый транспорт. От атома к транзистору [Электронный ресурс] / С. Датта. — Электрон. текстовые данные. — Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2009. — 532 с. — 978-5-93972-744-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16542.html>
8. Физика наноструктур [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Федоров [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2014. — 131 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65342.html>
9. Неволин В.К. Зондовые нанотехнологии в электронике [Электронный ресурс] / В.К. Неволин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Техносфера, 2014. — 174 с. — 978-5-94836-382-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26894.html>
10. Величко А.А. Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных материалов и структур. Часть II [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Величко, Н.И. Филимонова. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014. — 227 с. — 978-5-7782-2534-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45105.html>.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети

«Интернет»

1. Официальный сайт отдела физики поверхности ИАПУ ДВО РАН. <http://ntc.dvo.ru/lecture/>
2. База статей по физике поверхности и наноструктурам <http://silicon.dvo.ru/library/>
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY проект РФФИ www.elibrary.ru
4. Атлас спектров оже-электронной спектроскопии разных химических элементов <http://silicon.dvo.ru/aes/album.php>
5. База изображений дифракции медленных электронов для периодических структур <http://silicon.dvo.ru/leed/leed.php>

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).

7. 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
Оборудование лаборатории пленочных технологий	<ol style="list-style-type: none"> 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 (101400000025712) 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 14. Analyzer Agilent for measurement of dynamic properties of magnetic nanostructures (USA)
Оборудование ИАПУ ДВО РАН	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сверхвысоковакуумная установка поверхностного анализа MULTIPROBE ARUPS «Omicron»: - сканирующая туннельная микроскопия (в диапазоне температур от 40 до 500К), - ультрафиолетовая фотоэлектронная спектроскопии с угловым разрешением 2. Сверхвысоковакуумная двухкамерная установка "Omicron" STM VT-25: - сканирующая туннельная микроскопия (в диапазоне температур от 77 до 700 К) - электронная оже-спектроскопия, - дифракция медленных электронов. 3. Сверхвысоковакуумная двухкамерная установка «Катунь»: - дифракция

	<p>отраженных быстрых электронов, - быстродействующий лазерный эллипсометр ЛЭФ-754.</p> <p>4. Сверхвысоковакуумная двухкамерная установка "Riber" DEL-300: - дифракция медленных электронов, - четырехзондовый метод измерения электрического сопротивления.</p> <p>5. Сверхвысоковакуумная двухкамерная установка "Omicron" STM-1: - сканирующая туннельная микроскопия, - сканирующая туннельная спектроскопия.</p> <p>6. Сверхвысоковакуумная двухкамерная установка "Riber" LAS 600: - дифракция медленных электронов, - электронная оже-спектроскопия.</p> <p>7. Сверхвысоковакуумная установка для молекулярно пучковой эпитаксии, оборудованная эффузионными ячейками Кнудсена (производства Dr. Erbell) и дифрактометром быстрых электронов Specs RHD-30.</p> <p>Возможность доступа к БД Web of Science, открыт доступ к десяти электронным библиографическим и полнотекстовым ресурсам при поддержке консорциума НЭИКОН, создана собственная БД (silicon.dvo.ru) научных публикаций по физике поверхности полупроводников Si, Ge.</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 видеувелечителем 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.

Составитель проф., д.ф.-м.н.



Огнев А.В.

Программа практики обсуждена на заседании кафедры физики
низкоразмерных структур, протокол № 1 от « 19 » сентября 2018 г.



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

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК
Кафедра Физики низкоразмерных структур

ОТЧЁТ ПО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ПРАКТИКЕ
Научно-исследовательский семинар по современным проблемам физики
наноструктур

в период с _____ по _____

в _____
(наименование базы практики)

Выполнил (а), студент М____ : _____
подпись (Ф.И.О.)

«__» _____ 201__ года

Оценка _____

Руководитель практики:
от университета _____

подпись .И.О.)

«__» _____ 201__ года

Оценка _____

Руководитель практики:
от базы практики _____

подпись .И.О.)

«__» _____ 201__ года

Владивосток
201__

**Индивидуальное задание по практике
Научно-исследовательский семинар по современным проблемам физики
наноструктур**

Студенту группы М _____

Место прохождения практики _____

Сроки прохождения практики с _____ по _____ 20__ года

Виды работ и требования по их выполнению _____

Руководитель практики от ДВФУ

Полномочность

Подпись

ИО

«__» _____ 20__ г.



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

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

ДНЕВНИК
Прохождения практики
Научно-исследовательский семинар по современным проблемам физики
наноструктур

Студент _____

Группа _____

Владивосток
20__г

Форма дневника

Дата выполнения работ	Место	Краткое содержание выполняемых работ	Отметка о выполнении работы

Руководитель практики от предприятия (*при наличии*) _____
ФИО, должность, подпись

Руководитель практики от университета _____
ФИО, должность, подпись

Рекомендации по ведению дневника практики

Студент проходит практику в соответствии с утвержденным календарным графиком учебного процесса.

Каждый студент в период практики обязан вести дневник о прохождении практики.

Заполнение дневника производится регулярно и аккуратно. В дневнике отражается фактическая работа студента и мероприятия, в которых он принимает участие. Дневник периодически просматривается руководителем практики. Подробное описание всех выполненных работ приводится в отчете по практике.

По окончании практики дневник заверяется руководителем практики.

План формирования гетероструктуры

Подложка: Si(001)КДБ-0.1

Размер подложки: 17.0 × 5.3 × 0.35 мм

Источники Si: p-Si (Si(100)FZ-2000), n-Si (Si(100)КЭМ-0.001)

Источник Ga: тигельный Ga 99.9999%

Источник Sb: тигельный Sb 99.9999%

№ п/п	Выполняемое на ростовой установке действие и требуемые параметры	Отметка о выполнении
1	Высокотемпературная очистка подложки: температура подложки $T_{\text{sub}} = 1250^{\circ}\text{C}$, количество - 2 раза, суммарное время $t_{\Sigma} \approx 90\text{с}$.	+
2	Формирование буферного слоя p-Si (2000 Ом см) толщиной 50 нм: температура подложки $T_{\text{sub}} = 650^{\circ}\text{C}$, скорость осаждения $v_{\text{Si}} = 27 \text{ \AA}/\text{мин}$, время осаждения $t_{\text{oc}} = 37 \text{ мин}$, ток источника $I_{\text{ист}} = 10.0 \text{ А}$	+
3	Формирование 1-го слоя нанокристаллов GaSb 1. Соосаждение Ga и Sb, время осаждения $t_{\text{осажд.}} = 4'30''$ Ga: толщина 4 \AA , скорость ($V_{\text{Ga}} = 0.78 \text{ \AA}/\text{мин}$), ток $I_{\text{p}} = 12.6 \text{ А}$ Sb: толщина 4 \AA , скорость ($V_{\text{Sb}} = 0.99 \text{ \AA}/\text{мин}$), ток $I_{\text{p}} = 5.5 \text{ А}$	+
4	2. Отжиг смеси Ga-Sb, температура образца $T = 500^{\circ}\text{C}$ (ток $J = 0.435 \text{ А}$), время отжига $t = 20 \text{ мин}$	+
5	Формирование слоя прослойки p-Si (2000 Ом см) толщиной 50 нм: температура образца $T_{\text{sub}} = 650^{\circ}\text{C}$, скорость осаждения $v_{\text{Si}} = 27 \text{ \AA}/\text{мин}$, время осаждения $t_{\text{oc}} = 37 \text{ мин}$, ток источника $I_{\text{ист}} = 10.0 \text{ А}$	+
6	Формирование 2-го слоя нанокристаллов GaSb 1. Соосаждение Ga и Sb, время осаждения $t_{\text{осажд.}} = 4'30''$ Ga: толщина 4 \AA , скорость ($V_{\text{Ga}} = 0.78 \text{ \AA}/\text{мин}$), ток $I_{\text{p}} = 12.6 \text{ А}$ Sb: толщина 4 \AA , скорость ($V_{\text{Sb}} = 0.99 \text{ \AA}/\text{мин}$), ток $I_{\text{p}} = 5.5 \text{ А}$	+
7	2. Отжиг смеси Ga-Sb, температура образца $T = 500^{\circ}\text{C}$ (ток $J = 0.435 \text{ А}$), время отжига $t = 20 \text{ мин}$	+
8	Формирование покрывающего слоя p-Si (2000 Ом см) толщиной 50 нм: температура образца $T_{\text{sub}} = 650^{\circ}\text{C}$, скорость осаждения $v_{\text{Si}} = 27 \text{ \AA}/\text{мин}$, время осаждения $t_{\text{oc}} = 37 \text{ мин}$, ток источника $I_{\text{ист}} = 10.0 \text{ А}$	+
9	Формирование контактного слоя n-Si (0.001 Ом см) толщиной 300 нм: температура образца $T_{\text{sub}} = 650^{\circ}\text{C}$, скорость осаждения $v_{\text{Si}} = 21 \text{ \AA}/\text{мин}$, время осаждения $t_{\text{oc}} = 2 \text{ часа } 23 \text{ мин}$, ток источника $I_{\text{ист}} = 12.2 \text{ А}$	+
10	Выгрузка образца из ростовой установки	+

Разработал студент группы М _____

Проверил руководитель практики от университета _____