



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 методам анализа структур и средствам  
обработки оптической информации

**Направление подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника**  
магистерская программа "Нанотехнологии в электронике"

**Квалификация (степень) выпускника Магистр**

Владивосток

2018

## **1. НОРМАТИВНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩАЯ ПРОЦЕСС ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОХОЖДЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ 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 ВО ДВФУ) по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, 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 методам анализа структур и средствам обработки оптической информации (тип практики: «Научно-исследовательская работа») являясь обязательной частью подготовки магистров по направлению 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника», 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 производственной практики являются:

- приобретение опыта профессиональной деятельности;
- приобретение опыта профессиональных умений;
- Углубленное изучение линейности и пространственной инвариантности оптических систем.
- Знакомство с системами формирования оптического изображения
- Углубление теоретической подготовки в области моделирования схем оптических процессоров.
- Использование электрооптических пространственно-временных модуляторов света в схемах оптической обработки информации.
- подготовка отчёта по практике.
- подготовка отчёта по практике.

### **4. МЕСТО ПРАКТИКИ В СТРУКТУРЕ ОПОП**

Научно-исследовательский семинар по методам анализа структур и средствам обработки оптической информации (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 наноэлектроника». 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 наноэлектроника» и имеет индекс Б2.В.02.02(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 (36 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 методам анализа структур и средствам обработки оптической информации

Способ проведения - стационарная.

Форма проведения практики - сконцентрированная

В соответствии с графиком учебного процесса практика реализуется во 2 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, и компетенции:

ОПК-4 способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области

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-2 способность разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию

ПК-4 способность к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов

ПК-5 способность 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-13 способность проектировать технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства По окончании прохождения практики обучающийся должен демонстрировать следующие результаты:

### **Знать:**

основные способы приобретения новых знаний и умений в своей предметной области

Тенденции и перспективы развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники

устройство и принципы работы персонального компьютера и периферийных устройств;

основные способы и форматы представления информации различного вида в вычислительной технике;

основные разновидности и принципы работы операционных систем;  
основы программирования на одном из языков высокого уровня;  
основные этапы планирования экспериментальных исследований;  
методики проведения экспериментальных исследований;  
основные алгоритмы проведения экспериментальных исследований в области нанотехнологий;

Требования к оформлению научных публикаций и заявок на изобретения

Методы и возможности использования автоматизированных систем технологической подготовки производства

основы работы в одном из пакетов математического моделирования

**Уметь:**

самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения

Формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач

пользоваться персональным компьютером в объеме, необходимом для повседневной деятельности и учебы;

подсоединять различные периферийные устройства и работать с ними;

оформлять текстовые и табличные документы, проводить расчеты, которые необходимы для успешного освоения дисциплин;

программировать на уровне реализации вычислительных процедур и функций на одном из языков высокого уровня;

планировать основные этапы экспериментальных исследований в выбранной предметной области;

использовать методики проведения экспериментальных исследований на практике;

применять основные алгоритмы проведения экспериментальных исследований в области нанотехнологий для решения научных задач;

выбирать соответствующие способы планирования времени, аудиторного фонда, фонда оборудования для успешной организации экспериментальных

исследований.

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

Использовать теорию проектирования технологических процессы производства материалов и изделий электронной техники; использовать автоматизированные системы технологической подготовки производства

пользоваться одним из пакетов математического моделирования

**Владеть:**

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

Современными теоретическими и экспериментальными методами решения сформулированных задач

навыками использования персонального компьютера и ресурсов сети Internet для решения различных задач, возникающих в ходе повседневной деятельности, учебы, работы;

навыками работы с различными периферийными устройствами: принтерами, сканерами, МФУ и др.;

приемами работы в текстовых и табличных процессорах на уровне уверенного пользователя;

навыками написания базовых конструкций для реализации вычислительных процедур и функций на каком-либо высокоуровневом языке программирования;

приемами решения основных физических и математических задач в одном из пакетов математического моделирования

навыками планирования экспериментальных исследований в выбранной предметной области;

навыками проведения экспериментальных исследований в соответствии с заданным планом;

навыками использования одного из известных алгоритмов проведения экспериментальных исследований в области нанотехнологий при решении конкретной задачи;

навыками выбора соответствующих способов планирования времени, аудиторного фонда, фонда оборудования для успешной организации

экспериментальных исследований.

Владеть способностью представлять итоги проделанной работы в виде отчетов, рефератов, статей, оформленных в соответствии с имеющимися требованиями, с привлечением современных средств редактирования и верстки

Приемами проектирования технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники; навыками работы с автоматизированными системами технологической подготовки производства

## 7. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ

Общая трудоемкость производственной практики составляет 108 часа, 3 зачетных единиц, проводится во 2 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. Решение задачи о дифракции на отверстии в плоском экране в приближении Кирхгофа.
2. Дифракция Фраунгофера на прямоугольном отверстии в непрозрачном экране.
3. Решение задачи о дифракции на отверстии в плоском экране методом Рэлея-Зоммерфельда.
4. Дифракция Фраунгофера на круглом отверстии в непрозрачном экране.
5. Полупроводниковые лазеры и светодиоды. Конструкция, принцип действия, основные характеристики полупроводниковых источников излучения.
6. Приемный оптоэлектронный модуль. Функциональная схема и основные характеристики. Шумы фотоприемных устройств.

## **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**

<b>Код и формулировка компетенции</b>	<b>Этапы формирования компетенции</b>	
ОПК-4 способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области	Знает	основные способы приобретения новых знаний и умений в своей предметной области
	Умеет	самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения
	Владеет	навыками использования в практической деятельности новых знаний и умений в своей предметной области
ПК-1 готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники, способность обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	Знает	Тенденции и перспективы развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники
	Умеет	Формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач
	Владеет	Современными теоретическими и экспериментальными методами решения сформулированных задач
ПК-2 способность разрабатывать	Знает	устройство и принципы работы персонального компьютера и периферийных устройств;

<p>эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию</p>		<p>основные способы и форматы представления информации различного вида в вычислительной технике;</p> <p>основные разновидности и принципы работы операционных систем;</p> <p>основы программирования на одном из языков высокого уровня;</p> <p>основы работы в одном из пакетов математического моделирования</p>
	Умеет	<p>пользоваться персональным компьютером в объеме, необходимом для повседневной деятельности и учебы;</p> <p>подсоединять различные периферийные устройства и работать с ними;</p> <p>оформлять текстовые и табличные документы, проводить расчеты, которые необходимы для успешного освоения дисциплин;</p> <p>программировать на уровне реализации вычислительных процедур и функций на одном из языков высокого уровня;</p> <p>пользоваться одним из пакетов математического моделирования</p>
	Владеет	<p>навыками использования персонального компьютера и ресурсов сети Internet для решения различных задач, возникающих в ходе повседневной деятельности, учебы, работы;</p> <p>навыками работы с различными периферийными устройствами: принтерами, сканерами, МФУ и др.;</p> <p>приемами работы в текстовых и табличных процессорах на уровне уверенного пользователя;</p> <p>навыками написания базовых конструкций для реализации вычислительных процедур и функций на каком-либо высокоуровневом языке программирования;</p> <p>приемами решения основных физических и математических задач в одном из пакетов математического моделирования</p>
<p>ПК-4 способность к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов</p>	Знает	<p>основные этапы планирования экспериментальных исследований;</p> <p>методики проведения экспериментальных исследований;</p> <p>основные алгоритмы проведения экспериментальных исследований в области нанотехнологий;</p> <p>способы планирования времени, аудиторного фонда, фонда оборудования для успешной организации экспериментальных исследований.</p>
	Умеет	<p>планировать основные этапы экспериментальных исследований в выбранной предметной области;</p>

		использовать методики проведения экспериментальных исследований на практике; применять основные алгоритмы проведения экспериментальных исследований в области нанотехнологий для решения научных задач; выбирать соответствующие способы планирования времени, аудиторного фонда, фонда оборудования для успешной организации экспериментальных исследований.
	Владеет	навыками планирования экспериментальных исследований в выбранной предметной области; навыками проведения экспериментальных исследований в соответствии с заданным планом; навыками использования одного из известных алгоритмов проведения экспериментальных исследований в области нанотехнологий при решении конкретной задачи; навыками выбора соответствующих способов планирования времени, аудиторного фонда, фонда оборудования для успешной организации экспериментальных исследований.
ПК-5 способность 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	Требования к оформлению научных публикаций и заявок на изобретения
	Умеет	Делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения
	Владеет	Владеть способностью представлять итоги проделанной работы в виде отчетов, рефератов, статей, оформленных в соответствии с имеющимися требованиями, с привлечением современных средств редактирования и верстки
ПК-13 способность проектировать технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных	Знает	Методы и возможности использования автоматизированных систем технологической подготовки производства
	Умеет	Использовать теорию проектирования технологических процессы производства материалов и изделий электронной техники; использовать автоматизированные системы технологической подготовки производства
	Владеет	Приемами проектирования технологических процессов

систем технологической подготовки производства		производства материалов и изделий электронной техники; навыками работы с автоматизированными системами технологической подготовки производства
--	--	--

### 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
«отлично»	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
«хорошо»	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

«удовлетворительно»	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:

1. - Решение задачи о дифракции на отверстии в плоском экране в приближении Кирхгофа.
2. Дифракция Фраунгофера на прямоугольном отверстии в непрозрачном экране.
3. Решение задачи о дифракции на отверстии в плоском экране методом Рэлея-Зоммерфельда.
4. Дифракция Фраунгофера на круглом отверстии в непрозрачном экране.
5. Полупроводниковые лазеры и светодиоды. Конструкция, принцип действия, основные характеристики полупроводниковых источников излучения.
6. Приемный оптоэлектронный модуль. Функциональная схема и

основные характеристики. Шумы фотоприемных устройств.

**Типовые контрольные вопросы для подготовки к экзамену по практике:**

1. Дифракция Френеля: границы применимости.
2. Дифракция Фраунгофера: границы применимости.
3. Дифракция Фраунгофера на круглом отверстии в непрозрачном экране.
4. Дифракция Фраунгофера на синусоидальной амплитудной решётке.
5. Метод визуализации прозрачных объектов Цернике.
6. Линейная фильтрация в когерентных оптических системах.
7. Запись голограммы по методу Лейта-Упатниекса.
8. Синтез фильтра Вандер Люгта в частотной плоскости.
9. Акустооптический анализатор спектра с пространственным интегрированием, частотное разрешение.
10. Акустооптический согласованный фильтр, конвольвер.
11. Волоконно-оптические соединители, требования к ним. Неразъемные соединения и разъемы. Основные параметры.
12. Нейтральные оптические разветвители: виды, основные параметры.
13. Спектрально-селективные оптические разветвители: виды, принцип действия, основные параметры.
14. Создание инверсной населенности методом инжекции в полупроводниковом лазере.
15. Структурная схема и принцип функционирования передающего оптоэлектронного модуля (ПОМ).
16. Назначение и типы оптических усилителей, основные характеристики.
17. Коэффициент усиления активной среды в малосигнальном приближении.
18. Фотодиоды волоконно-оптических систем передачи (ВОСП). Основные параметры и характеристики.
19. Чувствительность фотоприемника аналоговых сигналов.

20. Чувствительность фотоприемника цифрового сигнала.
21. Передача сигналов в плезиохронной ВОСП. Структурная схема, формирование и кодирование потока данных, основные характеристики.
22. Синхронная цифровая иерархия (СЦИ) в ВОСП. Структурная схема, организация информационного кадра.
23. ВОСП с волновым уплотнением каналов (WDM). Структурная схема, основные характеристики.
24. Аналоговые и открытые оптические системы передачи информации. Структурные схемы, основные характеристики, область применения.

#### **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.

## **7. 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. Киселев Г.Л. Квантовая и оптическая электроника Издательство "Лань" , 2017. – 316 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/91904#bibliography>.

4. Панов М.Ф., Соломонов А.В. Физические основы фотоники, Издательство "Лань", 2018, 564 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/101835>

5. Игнатов А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника, Издательство "Лань", 2017, 596 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/95150>.

6. Основы нано- и функциональной электроники : учебное пособие / Ю. А. Смирнов, С. В. Соколов, Е. В. Титов. Санкт-Петербург : Лань, 2013. 310 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:727638&theme=FEFU>

## Дополнительная литература

(печатные и электронные издания)

1. Мультиплексорное и усилительное оборудование многоволновых оптических систем передачи [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Е.А. Довольнов [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016.— 156 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72062.html>
2. Глущенко А.Г. Наноматериалы и нанотехнологии [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Глущенко А.Г., Глущенко Е.П.— Электрон. текстовые данные.— Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017.— 269 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/75388.html>
3. Винокуров В.М. Цифровые системы передачи [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Винокуров В.М.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012.— 160 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13999.html>
4. Основы радиооптики : [учебное пособие] / Г. Р. Локшин, Долгопрудный : Интеллект, 2009, 343 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:293686&theme=FEFU>
5. Волоконно-оптические сети и системы связи. Скляров О.К. "Лань". 2016. 268 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/76830>

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

1. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru>
2. Российский портал открытого образования <http://window.edu.ru>
3. Правовая информационная система <http://www.consultant.ru/>
4. Научная электронная библиотека eLIBRARY проект РФФИ [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)
5. Федеральный портал по научной и инновационной деятельности [www.sci-innov.ru](http://www.sci-innov.ru)
6. Электронная библиотека НИЯУ МИФИ [www.library.mephi.ru](http://www.library.mephi.ru)
7. Полнотекстовая база данных ГОСТов, действующих на территории РФ <http://www.vniiki.ru/catalog/gost.aspx>

### 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"> <li>1. Система электронной литографии Raith E-LINE (101400000026344)</li> <li>2. Сверхвысоковакуумная установка MBE system (101400000026343)</li> <li>3. Сверхвысоковакуумная установка PVD module (101400000025715)</li> <li>4. Сверхвысоковакуумная установка Multiprobe (101400000025714)</li> <li>5. Система измерения магнитных свойств со сверхпроводящим магнитом MPMSXL5 EVERCOOL (101400000026043, 101400000025932)</li> <li>6. Установка для комплексного исследования поверхностей и наноструктур в комплекте (101400000025712)</li> <li>7. Photolithography system Suss MicroTech MJB6 (Germany)</li> <li>8. Automated vibrating sample magnetometer LakeShore 7401 with possibility of samples cooling and heating (USA)</li> <li>9. Kerr microscope Evico Magnetics (Germany)</li> <li>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).</li> <li>11. 16 multiprocessor calculation cluster for micromagnetic modeling using MagPar and OOMMF software</li> <li>12. Microsupercomputer with graphic processors for MuMax3 simulations</li> <li>13. Automated four probe station for magnetotransport properties measurements</li> <li>14. Analyzer Agilent for measurement of dynamic properties of magnetic nanostructures (USA)</li> </ol>
Оборудование ИАПУ ДВО РАН	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сверхвысоковакуумная установка поверхностного анализа MULTIPROBE ARUPS «Omicron»: - сканирующая туннельная микроскопия (в диапазоне температур от 40 до 500К), - ультрафиолетовая фотоэлектронная спектроскопии с угловым разрешением</li> <li>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.</li> <li>3. Сверхвысоковакуумная двухкамерная установка «Катунь»: - дифракция отраженных быстрых электронов, - быстродействующий лазерный эллипсометр ЛЭФ-754.</li> <li>4. Сверхвысоковакуумная двухкамерная установка "Riber" DEL-300: - дифракция медленных электронов, - четырехзондовый метод измерения электрического сопротивления.</li> <li>5. Сверхвысоковакуумная двухкамерная установка "Omicron" STM-1: - сканирующая туннельная микроскопия, - сканирующая туннельная</li> </ol>

	<p>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 видеоувелечителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками</p>

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

Составитель проф., д.ф.-м.н.



Саранин А.А.

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 методам анализа структур и средствам обработки  
оптической информации

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 методам анализа структур и средствам  
обработки оптической информации**

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	<b>Высокотемпературная очистка подложки:</b> температура подложки $T_{\text{sub}} = 1250^{\circ}\text{C}$ , количество - 2 раза, суммарное время $t_{\Sigma} \approx 90\text{с}$ .	+
2	<b>Формирование буферного слоя p-Si (2000 Ом см) толщиной 50 нм:</b> 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	<b>Формирование 1-го слоя нанокристаллов GaSb</b> <b>1. Соосаждение Ga и Sb,</b> время осаждения $t_{\text{осажд.}} = 4'30''$ Ga: толщина 4 $\text{ \AA}$ , скорость ( $V_{\text{Ga}} = 0.78 \text{ \AA}/\text{мин}$ ), ток $I_{\text{p}} = 12.6 \text{ А}$ Sb: толщина 4 $\text{ \AA}$ , скорость ( $V_{\text{Sb}} = 0.99 \text{ \AA}/\text{мин}$ ), ток $I_{\text{p}} = 5.5 \text{ А}$	+
4	<b>2. Отжиг смеси Ga-Sb,</b> температура образца $T = 500^{\circ}\text{C}$ (ток $J = 0.435 \text{ А}$ ), время отжига $t = 20 \text{ мин}$	+
5	<b>Формирование слоя прослойки p-Si (2000 Ом см) толщиной 50 нм:</b> 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	<b>Формирование 2-го слоя нанокристаллов GaSb</b> <b>1. Соосаждение Ga и Sb,</b> время осаждения $t_{\text{осажд.}} = 4'30''$ Ga: толщина 4 $\text{ \AA}$ , скорость ( $V_{\text{Ga}} = 0.78 \text{ \AA}/\text{мин}$ ), ток $I_{\text{p}} = 12.6 \text{ А}$ Sb: толщина 4 $\text{ \AA}$ , скорость ( $V_{\text{Sb}} = 0.99 \text{ \AA}/\text{мин}$ ), ток $I_{\text{p}} = 5.5 \text{ А}$	+
7	<b>2. Отжиг смеси Ga-Sb,</b> температура образца $T = 500^{\circ}\text{C}$ (ток $J = 0.435 \text{ А}$ ), время отжига $t = 20 \text{ мин}$	+
8	<b>Формирование покрывающего слоя p-Si (2000 Ом см) толщиной 50 нм:</b> 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	<b>Формирование контактного слоя n-Si (0.001 Ом см) толщиной 300 нм:</b> 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 \_\_\_\_\_