



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

Институт наукоёмких технологий и передовых материалов (Школа)



УТВЕРЖДАЮ
Директор Института наукоёмких
технологий и передовых
материалов (Школы)
Огнев А.В.
«27» апреля 2022 г.

СБОРНИК РАБОЧИХ ПРОГРАММ ПРАКТИК

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ
11.03.04 Электроника и наноэлектроника
Программа бакалавриата
Электроника и наноэлектроника

Квалификация выпускника – бакалавр

Форма обучения: *очная*
Нормативный срок освоения программы
(очная форма обучения) *4 года*
Год начала подготовки: *2021*

Владивосток
2022

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ
сборника рабочих программ практик

по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника
Электроника и наноэлектроника

Сборник рабочих программ практик составлен в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19.09.2017 № 927 (с изменениями и дополнениями).

Сборник программ практик включает в себя:

- | | |
|--|----|
| 1. Б2.В.01(У) Учебная практика. Ознакомительная практика | 3 |
| 2. Б2.В.02(П) Производственная практика. Технологическая (проектно-технологическая) практика | 20 |
| 3. Б2.В.03(П) Производственная практика. Научно-исследовательская работа | 44 |
| 4. Б2.В.04(П) Производственная практика. Преддипломная практика | 64 |

Рассмотрена и утверждена на заседании УС Школы естественных наук «05» февраля 2021 г. (протокол № 67-02-04/09)

Рассмотрена и утверждена на заседании УС ДВФУ «04» марта 2021 г. (протокол № 03-21)

Пересмотрена и утверждена на заседании УС Института наукоёмких технологий и передовых материалов (Школы) «24» марта 2022г. (протокол № 67-02-06/05)

Пересмотрена и утверждена на заседании УС ДВФУ «27» апреля 2022 г. (протокол № 06-22)

Руководитель образовательной программы канд. физ.-мат. наук, доцент, профессор Департамента общей и экспериментальной физики


подпись

Крайнова Г. С.

И. о. заместителя директора Института наукоёмких технологий и передовых материалов (Школы) по учебной и воспитательной работе


подпись

Красицкая С.Г.

Директор департамента общей и экспериментальной физики


подпись

Короченцев В. В.



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

Институт наукоёмких технологий и передовых материалов (Школа)



УТВЕРЖДАЮ
Директор Института наукоёмких
технологий и передовых
материалов (Школы)
Огнев А.В.
«27» апреля 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ
Ознакомительная практика
Для направления подготовки
11.03.04 Электроника и наноэлектроника
Программа бакалавриата
Электроника и наноэлектроника**

Владивосток
2022

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ

Целью учебной практики является закрепление и углубление теоретической подготовки обучающихся, практических навыков и компетенций, а также опыта самостоятельной деятельности и приобретение опыта практической работы в соответствии с требованиями и квалификационной характеристикой бакалавра, установленными ФГОС ВО.

2. ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ

Прохождение учебной практики предполагает выполнение следующих задач:

- углубление теоретических знаний обучающихся и их систематизацию;
- получение и развитие первичных прикладных умений и практических навыков по направлению подготовки и профилю подготовки;
- овладение методикой решения конкретных задач;
- развитие навыков самостоятельной работы;
- развитие навыков обработки полученных результатов, анализа и осмысления их с учетом имеющихся литературных данных;
- приобретение навыков участия и самостоятельного проведения научных экспериментов;
- знакомство с научно-исследовательским оборудованием;
- повышение общей и профессиональной эрудиции.

Изученный студентом в ходе практики материал должен способствовать повышению качества знаний, закреплению полученных навыков и уверенности в выборе путей будущего развития своих профессиональных способностей.

3. МЕСТО УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ В СТРУКТУРЕ ОП

Учебная практика является составной частью образовательной программы, представляет собой вид учебных занятий, непосредственно ориентированный на профессионально-практическую подготовку бакалавра, входит в блок Б2 «Практика», в часть, формируемую участниками образовательных отношений, учебного плана (Б2.В.01(У)).

Студент к моменту прохождения учебной практики должен обладать теоретическими знаниями и практическими навыками, полученными в ходе изучения дисциплин обязательной части и части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (модули)» ОП:

- Иностранный язык
- История
- Безопасность жизнедеятельности

- Физическая культура и спорт
- Русский язык в профессиональной коммуникации
- Информатика
- Математический анализ
- Линейная алгебра и аналитическая геометрия
- Дифференциальные уравнения
- Теория вероятностей и математическая статистика
- Неорганическая, органическая и физическая химия
- Механика
- Молекулярная физика
- Электричество и магнетизм
- Оптика и атомная физика
- Введение в специальность: основы научной и проектно-технологической деятельности
- Проект по молекулярной физике
- Материалы электронной техники
- Инженерная и компьютерная графика
- Методы математической физики
- Программирование для физических задач
- Обработка цифровой информации
- Элективные курсы по физической культуре и спорту

Основными принципами логической и содержательно-методической взаимосвязи данной практики с другими частями ОП являются:

- интеграция и междисциплинарное взаимодействие;
- связь теории с практикой;
- готовность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности;
- учет научных интересов студентов;
- деятельностный подход, способствующий формированию активного отношения к приобретению теоретических знаний и практических умений.

Учебная практика направлена на приобретение более углубленных профессиональных умений и навыков, и подготовку к прохождению производственной практики, изучению теоретических и практических дисциплин: «Физика конденсированного состояния», «Теоретические основы электротехники», «Схемотехника», «Кристаллография и кристаллофизика», «Физика полупроводников и низкоразмерных систем», «Наноэлектроника», «Методы исследования наноструктур и наноматериалов», «Процессы на поверхности раздела фаз» / «Электронная структура поверхности твердого тела», «Метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники» и др.

4. ТИПЫ, СПОСОБЫ, МЕСТО И ВРЕМЯ ПРОВЕДЕНИЯ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ

Вид практики – учебная практика.

Тип практики – ознакомительная практика.

Способ проведения – стационарная или выездная.

Форма проведения – концентрированно, путем выделения в графике учебного процесса непрерывного периода учебного времени в неделях для проведения практики на 1-2 курсах: во 2 семестре (3 з.е.) и в 4 семестре (3 з.е.). Трудоемкость по учебному плану 6 зачетных единиц (4 недели), 216 часов.

В соответствии с учебным планом практика проводится в течение двух недель во втором и двух недель в четвертом семестрах обучения после освоения основной образовательной программы (теоретического и практического обучения).

Место проведения практики: департамент общей и экспериментальной физики ИНТиПМ ДВФУ; Отдел физики поверхности, Институт автоматизации и процессов управления (ИАПУ) ДВО РАН.

5. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРОХОЖДЕНИЯ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ

В результате прохождения учебной практики обучающийся должен приобрести следующие универсальные и профессиональные компетенции:

Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Категория (группа) универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
Системное и критическое мышление	УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 определяют методы структурирования библиотек файлов, содержащих различную информацию УК-1.2 выбирает современные методы информационных технологий и программные средства поиска, сбора, обработки, и передачи научной информации для решения стандартных задач УК 1.3 применяет методики поиска, сбора и обработки информации с помощью современных компьютерных технологий, системный подход, современные программные

		<p>средства для решения поставленных задач</p> <p>УК-1.4 осуществляет работу с информационными источниками, научный поиск и анализ информации для решения поставленных задач</p>
<p>Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)</p>	<p>УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни</p>	<p>УК-6.1 формулирует основные принципы самоорганизации и саморазвития; выделяет основные этапы своей образовательной деятельности</p> <p>УК-6.2 планирует собственное время; определяет стратегические, тактические и оперативные задачи</p> <p>УК-6.3 проектирует траекторию личностного и профессионального развития</p>

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения)
<p>УК-1.1 определяют методы структурирования библиотек файлов, содержащих различную информацию</p>	<p>Знает основные методы структурирования библиотек файлов, содержащих различную информацию</p>
	<p>Умеет структурировать полученную информацию, работать с файлами, рационально настраивать файловую структуру, применять физические принципы хранения информации</p>
	<p>Владеет навыками структурирования информации с использованием информационных моделей разного типа, структурирования библиотек файлов для облегчения восприятия и поиска информации, выявления закономерностей</p>
<p>УК-1.2 выбирает современные методы информационных технологий и программные средства поиска, сбора, обработки, и передачи научной информации для решения стандартных задач</p>	<p>Знает основные современные технические и программные средства получения, обработки, хранения и передачи научной информации и способы решения стандартных задач в профессиональной деятельности</p>
	<p>Умеет правильно использовать современные программные средства для решения поставленных задач</p>
	<p>Владеет навыками правильного применения современных методов информационных технологий и программных средств поиска, анализа, систематизации и передачи научной информации для решения стандартных задач</p>
<p>УК 1.3 применяет методики поиска, сбора и обработки информации с помощью современных компьютерных технологий, системный подход, современные программные средства для решения поставленных задач</p>	<p>Знает основные методы поиска, сбора и обработки информации, основы системного анализа</p>
	<p>Умеет осуществлять поиск, обработку и анализ информации с помощью современных программных средств, методов и технологий</p>
	<p>Владеет навыками поиска и сортировки информации, применения современных компьютерных технологий для решения конкретных задач</p>
<p>УК-1.4 осуществляет работу с информационными источниками, научный поиск и анализ информации для решения поставленных задач</p>	<p>Знает основные способы и методы получения информации из современных информационных источников</p>
	<p>Умеет решать задачи поиска и сортировки информации, осуществлять ее анализ и синтез, применять физические</p>

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения)
	принципы хранения информации, обрабатывать данные и создавать документы разных типов для хранения информации
	Владеет навыками использования современных информационных ресурсов при поиске информации в сети интернет, обработки и выбора информации, необходимой для решения поставленных задач
УК-6.1 формулирует основные принципы самоорганизации и саморазвития; выделяет основные этапы своей образовательной деятельности	Знает особенности самоорганизации и саморазвития личности; сущность образовательной деятельности
	Умеет определять основные принципы самоорганизации и саморазвития
	Владеет навыками формулировки этапов своей образовательной деятельности
УК-6.2 планирует собственное время; определяет стратегические, тактические и оперативные задачи	Знает особенности стратегических, тактических и оперативных задач; специфику программы образовательной деятельности
	Умеет планировать собственное время
	Владеет навыками создания программы образовательной деятельности
УК-6.3 проектирует траекторию личностного и профессионального развития	Знает особенности личностного и профессионального развития; сущность траектории развития личности
	Умеет выделять этапы личностного и профессионального развития
	Владеет навыками проектирования личностного и профессионального развития

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Научно-исследовательский	ПК-1 Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	ПК-1.1 использует методики построения физических и математических моделей устройств и установок электроники и нанoeлектроники
		ПК-1.2 работает с контрольно-измерительным оборудованием, используемым в нанoeлектронике
		ПК-1.3 применяет средства программирования и компьютерного моделирования при проектировании приборов, схем, установок электроники и нанoeлектроники

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения)
ПК-1.1 использует методики построения физических и математических моделей устройств и установок электроники и нанoeлектроники	Знает методики построения физических и математических моделей устройств и установок электроники и нанoeлектроники
	Умеет строить физические и математические модели узлов, блоков, устройств, установок электроники и нанoeлектроники
	Владеет навыками построения физических и математических моделей устройств и установок электроники и нанoeлектроники
ПК-1.2 работает с контрольно-	Знает виды контрольно-измерительного оборудования,

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения)
измерительным оборудованием, используемым в нанoeлектронике	используемого в нанoeлектронике
	Умеет работать с контрольно-измерительным оборудованием, используемым в нанoeлектронике, получать достоверные экспериментальные данные
	Владеет навыками работы с контрольно-измерительным оборудованием, используемым в нанoeлектронике
ПК-1.3 применяет средства программирования и компьютерного моделирования при проектировании приборов, схем, установок электроники и нанoeлектроники	Знает средства программирования, и компьютерного моделирования, используемые при проектировании приборов, схем, установок электроники и нанoeлектроники
	Умеет использовать методы и средства программирования, и компьютерного моделирования при проектировании приборов, схем, установок электроники и нанoeлектроники
	Владеет навыками программирования и компьютерного моделирования для решения поставленной задачи

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ, В ТОМ ЧИСЛЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ

№ п/п	Этапы практики	Виды работ на практике, в том числе практическая подготовка и самостоятельная работа студентов	Трудоемкость (в часах)	Форма текущего контроля
Второй семестр				
1	Инструктаж по технике безопасности	Ознакомительная лекция. Работа с литературой	6	Устный опрос (УО-1)
2	Разработка исследовательского задания	Ознакомительная лекция. Работа с литературой.	22	Отчет
3	Работа на лабораторном оборудовании	Ознакомительная лекция. Работа на лабораторном оборудовании.	52	Отчет
4	Подготовка отчета по практике	Работа с литературой. Написание отчета	28	Отчет итоговый
Итого второй семестр			108 час.	
Четвертый семестр				
5	Инструктаж по технике безопасности	Ознакомительная лекция. Работа с литературой	6	Устный опрос (УО-1)
6	Разработка исследовательского задания	Ознакомительная лекция. Работа с литературой.	22	Отчет
7	Работа на лабораторном оборудовании	Ознакомительная лекция. Работа на лабораторном оборудовании.	52	Отчет
8	Подготовка отчета по практике	Работа с литературой. Написание отчета	28	Отчет итоговый
Итого четвертый семестр			108 час.	
ИТОГО			216 часов	

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ НА УЧЕБНОЙ ПРАКТИКЕ

Самостоятельная работа студента является одной из форм проведения практики и организуется с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умения работать с различными видами информации, умения справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей студентов;
- формирования таких качеств личности, как ответственность и организованность, самостоятельность мышления, способность к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации.

Учебно-методическим обеспечением самостоятельной работы студентов на учебной практике являются:

- учебная литература по освоенным ранее профильным дисциплинам;
- методические разработки для студентов, определяющие порядок прохождения и содержание учебной практики.

В ходе самостоятельной работы происходит усвоение учебного материала, его расширение, формирование умения работать с различными видами информации, развитие аналитических способностей, навыков контроля и планирования времени. Самостоятельную работу студентов-бакалавров 1, 2 курсов можно определить, как целенаправленную самостоятельную деятельность. Выделяют три уровня самостоятельной работы в период учебной практики:

1. Первый уровень – это дословное и преобразующее воспроизведение информации.
2. Второй уровень – это самостоятельные работы по образцу.
3. Третий – самостоятельные работы.

Различные виды самостоятельных работ студентов: самостоятельная работа по овладению новыми знаниями, закреплению и систематизации полученных знаний (чтение текста учебника, дополнительной литературы; конспектирование текста; составление библиографии; работа со справочниками); самостоятельная работа обучающихся по формированию практических умений (решение поставленных задач и упражнений; выполнение расчетно-графических работ; анализ результатов выполненных исследований по рассматриваемым проблемам; проведение и представление мини-исследования в виде отчета).

8. ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ (ПО ИТОГАМ ПРАКТИКИ)

Аттестация по учебной практике проводится руководителем практики от департамента по результатам оценки всех форм работы студента.

Оценка по практике приравнивается к оценкам по теоретическому обучению и учитывается при подведении итогов общей успеваемости студентов. Студенты, не выполнившие программу практики по уважительной причине, имеют право пройти практику вторично. Студенты, не выполнившие программу практики без уважительной причины, считаются не выполнившими учебную программу и отчисляются из университета как имеющие академическую задолженность в порядке, предусмотренном Уставом ДВФУ.

По итогам учебной практики представляется отчет, который защищается на собеседовании с преподавателем с выставлением зачета с оценкой. Оценка по практике выставляется руководителем практики в электронной ведомости в день промежуточной аттестации.

Типовые задания по учебной практике:

1. Принцип работы атомно-силового микроскопа
2. Принцип работы сканирующего туннельного микроскопа (СТМ)
3. Физические принципы и аппаратура СТМ
4. Основные режимы работы СТМ
5. Дифракция медленных электронов
6. Принцип работы и устройство растрового электронного микроскопа
7. Оптическая накачка твердотельных лазеров
8. Коэффициент полезного действия оптической накачки
9. Неодимовые лазерные среды со стехиометрическим составом; малогабаритные твердотельные лазеры с диодной накачкой
10. Механизмы создания инверсной населенности в газовых средах; основные типы атомарных, ионных и молекулярных газовых лазеров
11. Эффективность преобразования энергии при различных механизмах накачки в газовых средах.
12. Формирование пучков лазерного излучения в плоско-параллельных, устойчивых и неустойчивых резонаторах

Оформление отчёта по практике

Отчет по учебной практике отражает выполнение индивидуального задания. Отчет оформляется на бумаге формата А4 (210 x 297 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 страницы работы должны иметь сквозную нумерацию, включая Приложение.

Отчет должен быть иллюстрирован таблицами, графиками, схемами, рисунками. Цифровой материал должен оформляться 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 порядковой нумерацией в пределах всего текста отчета. 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 через тире. Рисунки (чертежи, графики, схемы, компьютерные распечатки, диаграммы, фотоснимки) следует располагать в работе непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице.

Рекомендации по содержанию отчета

Во введении необходимо описать цели и задачи практики, дать краткую характеристику места практики. Далее описываются этапы выполнения работ в соответствии с индивидуальным заданием. Заключение отражает достигнутые результаты, 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.

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, владеет терминологическим аппаратом, умеет объяснять сущность явлений, процессов, 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, владеет терминологическим аппаратом, 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, обнаруживает недостаточное умение давать аргументированные ответы и приводить примеры. Допускается несколько ошибок в содержании ответа, неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.
«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не выполнил программу практики, не умеет использовать теоретические знания при выполнении задания по практике, обнаруживает незнание процессов изучаемой предметной области, основных вопросов теории, неумение давать аргументированные ответы, не ответил на основные вопросы во время защиты практики. Допущены серьезные ошибки в содержании отчета; незнание современной проблематики изучаемой области.

Текущий контроль за работой студентов осуществляется во время проведения аудиторных занятий, проверки промежуточной отчетности по выполненным индивидуальным заданиям.

Промежуточный контроль осуществляется после успешного прохождения студентами текущего контроля в виде зачета с оценкой в последний день срока практики. Защита учебной практики предусматривает устное выступление по изучаемой теме (утвержденной в индивидуальном задании) с подготовкой и представлением доклада и презентации по результатам проделанной работы. Необходимым допуском на защиту является представление на проверку итогового отчета, который включает в себя разработанную математическую модель, элементы информационных технологий, программные продукты. Студент должен показать полное знание проблемы, продемонстрировать свободную ориентацию в проблематике предметной области, знание понятий и терминологии, ответить на дополнительные вопросы, отчитаться о выполнении всех видов работ, предусмотренных индивидуальным планом практики. Контроль за прохождением студентами учебной практики выполняется руководителем учебной практики от департамента.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ

Основная литература

1. Игнатов, А. Н. Классическая электроника и нанoeлектроника : учеб. пособие [Электронный ресурс] / А. Н. Игнатов [и др.]. - 3-е изд., стер. - Москва : ФЛИНТА, 2017. - 728 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1032535> – Режим доступа: по подписке
2. Игнатов, А. Н. Нанoeлектроника. Состояние и перспективы развития : учеб. пособие [Электронный ресурс] / А. Н. Игнатов. - 2-е изд., стер. - Москва : ФЛИНТА, 2017. - 360 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1032533> – Режим доступа: по подписке
3. Игнатов, А. Н. Оптоэлектроника и нанофотоника [Электронный ресурс] / А. Н. Игнатов. – М.: Издательство «Лань», 2017. - 596 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/95150>
4. Космин, В. В. Основы научных исследований (Общий курс) : учебное пособие [Электронный ресурс] / В. В. Космин. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2021. - 238 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1245074> – Режим доступа: по подписке
5. Раков, Э. Г. Неорганические наноматериалы : учебное пособие [Электронный ресурс] / Э. Г. Раков. - 3-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 480 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/135513> - Режим доступа: для авториз. пользователей
6. Рыжонков, Д. И. Наноматериалы : учебное пособие [Электронный ресурс] / Д. И. Рыжонков, В. В. Лёвина, Э. Л. Дзидзигури ; художник С. Инфантэ. - 6-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2021. - 368 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/176410> - Режим доступа: для авториз. пользователей
7. Смирнов, В. И. Физические основы нанотехнологий и наноматериалы : учебное пособие [Электронный ресурс] / В. И. Смирнов. - Ульяновск : УлГТУ, 2017. - 240 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/165058> - Режим доступа: для авториз. пользователей
8. Филиппов, В. В. Физические основы нанoeлектроники : учебное пособие [Электронный ресурс] / В. В. Филиппов. - Липецк : Липецкий ГПУ, 2018. - 160 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/115011> - Режим доступа: для авториз. пользователей
9. Щука, А. А. Нанoeлектроника : учебное пособие [Электронный ресурс] / А. А. Щука ; под ред. А. С. Сигова. — 5-е изд., электрон. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 345 с. — (Нанотехнологии). – URL:

<https://znanium.com/catalog/product/1094369> – Режим доступа: по подписке

10. Юсупов, А. Р. Материалы и методы нанотехнологий : учебное пособие [Электронный ресурс] / А. Р. Юсупов, Д. В. Кондратьев. - Уфа : БГПУ имени М. Акмуллы, 2020. - 99 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/170438> - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

1. Акципетров, О. А. Нелинейная оптика кремния и кремниевых наноструктур : монография [Электронный ресурс] / О. А. Акципетров, И. М. Баранова, К. Н. Евтюхов. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2012. - 544 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/5255> - Режим доступа: для авториз. пользователей; А 447 538.9 ЕК NB DVFU: - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:704478&theme=FEFU>

2. Анализ поверхности методами оже- и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии / под ред. Д. Бриггса, М. П. Сиха ; пер. с англ. А. М. Гофман и др. - М.: Мир, 1987 - 598 с. А 64 535 ЕК NB DVFU: Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:114965&theme=FEFU>

3. Барыбин А.А. Физико-технологические основы макро-, микро- и нанoeлектроники: учебное пособие для вузов / А. А. Барыбин, В. И. Томилин, В. И. Шаповалов ; под общ. ред. А. А. Барыбина. - Москва : Физмат-лит, 2011. - 783 с. - Режим доступа: <https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:675441&theme=FEFU>

4. Валянский, С. И. Наноматериалы: Ленгмюровские пленки : учебное пособие [Электронный ресурс] / С. И. Валянский, Е. К. Наими. - Москва : МИСИС, 2014. - 188 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/69761> - Режим доступа: для авториз. пользователей; - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks56568&theme=FEFU>

5. Введение в физику поверхности / К. Оура, В. Г. Лифшиц, А. А. Саранин и др. - М.: Наука, 2006 - 490 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:248486&theme=FEFU>

6. Витязь, П. А. Основы нанотехнологий и наноматериалов: учебное пособие / П. А. Витязь. - Минск: Высшая школа, 2010. - 302 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20108.html>

7. Вудраф, Д. Современные методы исследования поверхности / Д. Вудраф, Т. Делчар.; пер. с англ. Е. Ф. Шека. - М.: Мир, 1989. - 568 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:27376&theme=FEFU>

8. Головин, Ю. И. Основы нанотехнологий [Электронный ресурс] / Ю. И. Головин. - Москва : Машиностроение, 2012. - 656 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/5793> - Режим доступа: для авториз. пользователей.

9. Гусев, А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии : учебное пособие [Электронный ресурс] / А. И. Гусев. - 2-е изд., испр. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 416 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2173> - Режим доступа: для авториз. пользователей

10. Игнатов, А. Н. Оптоэлектроника и нанофотоника [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. Н. Игнатов. - СПб. : Лань, 2011. - 539 с. - URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=684 - Режим доступа: для авториз. пользователей

11. Кожухар, В. М. Основы научных исследований [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.М. Кожухар. - М.: Дашков и К, 2013. - 216 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=415587>

12. Малышев, К. В. Наноматериалы для радиоэлектронных средств. : методические указания [Электронный ресурс] / К. В. Малышев, Е. А. Скороходов, В. М. Башков. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, [б. г.]. - Часть 1 : Подготовка сканирующего туннельного микроскопа к диагностике и модификации наноматериалов: Методические указания к лабораторным работам по курсу «Наноматериалы для радиоэлектронных средств» - 2007. - 44 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/58379> - Режим доступа: для авториз. пользователей

13. Мирошников, М. М. Теоретические основы оптико-электронных приборов : учебное пособие [Электронный ресурс] / М. М. Мирошников. - 3-е изд., испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 704 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/167830> - Режим доступа: для авториз. пользователей

14. Нанoeлектроника: теория и практика : учебник [Электронный ресурс] / В. Борисенко, А. Воробьева, А. Л. Данилюк, Е. Уткина. - 5-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 369 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/151562> - Режим доступа: для авториз. пользователей

15. Основы нанотехнологии : учебник [Электронный ресурс] / Н. Т. Кузнецов, В. М. Новоторцев, В. А. Жабрев, В. И. Марголин ; художник И. Е. Марев. - 3-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2021. - 400 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/176415> - Режим доступа: для авториз. пользователей

16. Основы физики поверхности полупроводников: учебное пособие / В. Г. Лифшиц. - Владивосток: Дальневосточный государственный

университет, Институт автоматизации и процессов управления ДВО РАН, 1999.

- Режим доступа:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:679722&theme=FEFU>

17. Ремпель, А. А. Материалы и методы нанотехнологий : учебное пособие [Электронный ресурс] / А. А. Ремпель, А. А. Валеева. - Екатеринбург : УрФУ, 2015. - 136 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/99097> - Режим доступа: для авториз. пользователей

18. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия твердых тел: теория и практика; учебное пособие / И. С. Осьмушко, В. И. Вовна, В. В. Короченцев. - Владивосток: Дальневосточный федеральный университет. 2010. - 42 с. - Режим доступа:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:301195&theme=FEFU>

19. Старостин, В. В. Материалы и методы нанотехнологий : учебное пособие [Электронный ресурс] / В. В. Старостин. - 3-е изд. (эл.). - Москва : Лаборатория знаний, 2012. - 431 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/8688> - Режим доступа: для авториз. пользователей

20. Ткалич, В. Л. Физические основы наноэлектроники : учебное пособие [Электронный ресурс] / В. Л. Ткалич, А. В. Макеева, Е. Е. Оборина. - Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2011. - 83 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/40883> - Режим доступа: для авториз. пользователей

21. Хокс, П. Электронная оптика и электронная микроскопия / пер. с англ. И. Ф. Анаскина, А. М. Розенфельда. - М.: Мир, 1974. - 319 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:324823&theme=FEFU>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

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

9. Научная библиотека ДВФУ <http://www.dvfu.ru/web/library/nb1>

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
2. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
3. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки <http://diss.rsl.ru/>
4. Электронная библиотека ФИРЭ <https://fireras.su/biblio/?tag=%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0>
5. Электронные базы данных EBSCO <http://search.ebscohost.com/>
6. Справочные данные по оже-электронной спектроскопии: <http://silicon.dvo.ru/>
7. Популярно о нанотехнологиях <http://www.nanonewsnet.ru/>

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса, а также для проведения простых расчетов и построения графиков может использоваться стандартное программное обеспечение компьютерных учебных классов (Windows, Microsoft Office 365, Microsoft Office Professional Plus 2019, Microsoft Teams).

Свободно распространяемое программное обеспечение:

Adobe Reader DC 2015.020 - пакет программ для просмотра электронных публикаций в формате PDF: http://www.images.adobe.com/content/dam/acom/en/legal/licenses-terms/pdf/PlatformClients_PC_WWEULA-en_US-20150407_1357.pdf ;

IrfanView 4.42 - пакет программ для просмотра (воспроизведения) графических, видео- и аудиофайлов: <http://www.irfanview.com/eula.htm> ;

Python - система программирования - динамический интерактивный объектно-ориентированный язык программирования: <https://python.ru.uptodown.com/windows/download> ;

Scilab 5.5.2 –система - язык программирования высокого уровня, рассчитанный на научные расчеты: <http://www.scilab.org/scilab/license>;

WhiteStarUML 5.8.6 –программный инструмент моделирования UML, полученный из StarUML, совместимый с Windows 7-10: <https://github.com/StevenTCramer/WhiteStarUml/blob/master/staruml/deploy/License.txt/>

WinDjView 2.0.2 – программа для просмотра электронных публикаций в формате DJV и DjVu: <https://windjview.sourceforge.io/ru/> Производитель

атомно-силовых микроскопов и их различных модификаций:

<http://www.ntmdt.ru/>

Профессиональная ГИС «Панорама»

<https://gisinfo.ru/download/download.htm>

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ

Учебная практика студентов проходит в центре коллективного пользования «Дальневосточный центр диагностики поверхности твердых тел» Отдела физики поверхности Института автоматизации и процессов управления Дальневосточного отделения Российской Академии Наук с использованием оборудования:

1. Сверхвысоковакуумная установка поверхностного анализа MULTIPROBE ARUPS «Omicron»: - сканирующая туннельная микроскопия (в диапазоне температур от 40 до 500К), - ультрафиолетовая фотоэлектронная спектроскопия 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 установка для молекулярно пучковой эпитаксии, оборудованная эффузионными ячейками Кнудсена (производства Dr. Erbell) и дифрактометром быстрых электронов Specs RHD-30.

4. Комплексная установка для исследования поверхности твердых тел DEL-300.

5. Сканирующий туннельный микроскоп VT UHV STM.

6. Сканирующий туннельный микроскоп Multiprobe Compact.

7. Установка для исследования поверхности твердых тел SIENTA R3000 ARPES.

8. Низкотемпературный сканирующий туннельный микроскоп USM 1500.

9. Установка для исследования поверхности твердых тел ADES-2.

10. Комплексная сверхвысоковакуумная установка Compact.

11. Сканирующий атомно-силовой микроскоп SOLVER P-47.

12. ИК Фурье-спектрометр VERTEX80v, Hyperion1000.

Составитель: Крайнова Г. С., профессор департамента общей и экспериментальной физики ИНТиПМ ДВФУ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

**«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)**

Институт наукоёмких технологий и передовых материалов (Школа)



УТВЕРЖДАЮ
Директор Института наукоёмких
технологий и передовых
материалов (Школы)
Огнев А.В.
«27» апреля 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ
Технологическая (проектно-технологическая) практика
Для направления подготовки
11.03.04 Электроника и нанoeлектроника
Программа бакалавриата
Электроника и нанoeлектроника**

Владивосток
2022

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ. ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ (ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ) ПРАКТИКИ

Целями производственной практики являются:

- закрепление знаний в области электроники и микроэлектроники, полученных в ходе теоретического изучения общих и специальных дисциплин по выбранному направлению;
- приобретение и совершенствование студентами профессиональных навыков и умений, закрепляющих полученные теоретические знания;
- отработка практических умений и навыков, которые будут использоваться в дальнейшем в профессиональной деятельности;
- получение навыков работы с современным оборудованием, применяемым в отрасли;
- развитие у студентов навыков ведения исследований, нахождение эффективных методов решения задач в области создания, развития и сопровождения программного обеспечения;
- приобретение навыков представлять итоги проделанной работы в виде отчетов, статей, оформленных в соответствии с имеющимися требованиями, с привлечением современных средств редактирования и печати.

2. ЗАДАЧИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ. ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ (ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ) ПРАКТИКИ.

Задачами производственной практики являются:

- закрепление и проверка на практике массива теоретических знаний, полученных в ходе обучения на предыдущих этапах;
- получение новых и совершенствование уже имеющихся навыков работы с различным, в том числе новейшим оборудованием, применяемым для производства и изучения объектов и структур электроники и микроэлектроники;
- отработка навыков поиска научной и нормативной информации по изучаемой проблеме;
- формирование способности самостоятельно ставить, планировать этапы и достигать цели научного исследования;
- получение навыков презентации научных отчетов, докладов; публикации научных материалов, тезисов, статей в отечественных и зарубежных изданиях различного уровня;
- приобретение навыков обработки массивов данных, получаемых в результате проведения эксперимента в режиме реального времени;

- сбор конкретного предметного материала для выполнения итоговой квалификационной работы;
- применение навыков для измерения параметров и тестирования материалов электроники и нанoeлектроники;
- создание условий для практического применения знаний в области проектирования и создания наноструктур и наноматериалов;
- формирование информационной компетентности с целью успешной работы в профессиональной сфере деятельности;
- обеспечение успеха дальнейшей профессиональной карьеры.

3. МЕСТО ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ. ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ (ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ) ПРАКТИКИ В СТРУКТУРЕ ОП

Производственная практика непосредственно ориентирована на профессионально-практическую подготовку бакалавра, входит в блок Б2 «Практика», в часть, формируемую участниками образовательных отношений, учебного плана (Б2.В.02(П)) программы бакалавриата.

Студент к моменту прохождения производственной практики должен обладать теоретическими знаниями и практическими навыками, полученными в ходе изучения дисциплин обязательной части и части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» ОП:

- Иностранный язык
- История
- Философия
- Безопасность жизнедеятельности
- Физическая культура и спорт
- Русский язык в профессиональной коммуникации
- Экономика
- Добровольческая деятельность и волонтерское движение
- Правоведение
- Информатика
- Математический анализ
- Линейная алгебра и аналитическая геометрия
- Дифференциальные уравнения
- Теория вероятностей и математическая статистика
- Неорганическая, органическая и физическая химия
- Механика
- Молекулярная физика
- Электричество и магнетизм
- Оптика и атомная физика

- Физика атомного ядра и элементарных частиц
 - Физика конденсированного состояния
 - Электродинамика
 - Квантовая теория
 - Термодинамика и статистическая физика
 - Введение в специальность: основы научной и проектно-технологической деятельности
 - Проект по молекулярной физике
 - Проект по основам электроники
 - Научно-исследовательский проект
 - Материалы электронной техники
 - Физические основы электроники
 - Теоретические основы электротехники
 - Схемотехника
 - Инженерная и компьютерная графика
 - Методы математической физики
 - Программирование для физических задач
 - Обработка цифровой информации
 - Тензорный и векторный анализ
 - Элективные курсы по физической культуре
 - Кристаллография и кристаллофизика
 - Физика полупроводников и низкоразмерных систем
 - Физика магнитных явлений
 - Основы технологии электронной компонентной базы
 - Нанoeлектроника
 - Методы исследования наноструктур / Кристаллическая структура поверхности твердых тел
 - Физико-химия нанокластеров и наноструктур / Кинетические явления в наноструктурах
 - Зондовые нанотехнологии в электронике. Основы нанолитографии / Физика сверхбыстродействующих транзисторов для интегральных схем
 - Процессы на поверхности раздела фаз / Электронная структура поверхности твердого тела
 - Оптические и транспортные свойства наноструктур / Процессы в низкоразмерных наноструктурах
 - Метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники.
- Основными принципами логической и содержательно-методической взаимосвязи данной практики с другими частями ОП являются:
- интеграция и междисциплинарное взаимодействие;
 - связь теории с практикой;

- научность, предполагающая соответствие выбранных методов исследования уровню современной науки;
- учет научных интересов студентов;
- деятельностный подход, способствующий формированию активного отношения к приобретению теоретических знаний и практических умений.

4. ТИПЫ, СПОСОБЫ, МЕСТО И ВРЕМЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ. ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ (ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ) ПРАКТИКИ

Вид практики – производственная практика.

Тип практики – технологическая (проектно-технологическая) практика.

Способ проведения – стационарная или выездная.

Форма проведения – концентрированно, путем выделения в графике учебного процесса непрерывного периода учебного времени в неделях для проведения практики в 7 семестре на 4 курсе (трудоемкость по учебному плану 3 зачетные единицы, 108 академических часов).

Время проведения производственной практики в соответствии с учебным планом в течение двух недель в седьмом семестре обучения после освоения основной образовательной программы (теоретического и практического обучения).

Места проведения практики:

- Департамент общей и экспериментальной физики ИНТиПМ ДВФУ;
- Кафедры/департаменты Школ/Институтов Дальневосточного федерального университета;
- Институт автоматизации и процессов управления ДВО РАН;
- Дальневосточный геологический институт ДВО РАН;
- Тихоокеанский океанологический институт ДВО РАН.

5. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРОХОЖДЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ. ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ (ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ) ПРАКТИКИ

В результате прохождения данной производственной практики обучающийся должен приобрести следующие универсальные и профессиональные компетенции:

Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Разработка и реализация проектов	УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной	УК-2.1 определяет круг задач в рамках поставленной цели, определяет связи

	цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	между ними УК-2.2 планирует реализацию задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)	УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1 формулирует основные принципы самоорганизации и саморазвития; выделяет основные этапы своей образовательной деятельности УК-6.2 планирует собственное время; определяет стратегические, тактические и оперативные задачи УК-6.3 проектирует траекторию личностного и профессионального развития

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения)
УК-2.1 определяет круг задач в рамках поставленной цели, определяет связи между ними	Знает какой круг задач необходимо выполнить в рамках поставленных целей и их взаимосвязь
	Умеет определять круг задач в рамках поставленной цели, определять связь между ними
	Владеет навыками вывода задач из поставленной цели, определения связи между ними
УК-2.2 планирует реализацию задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм	Знает требования к реализации задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм
	Умеет планировать реализацию задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и
	Владеет навыками планирования реализации задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм
УК-6.1 формулирует основные принципы самоорганизации и саморазвития; выделяет основные этапы своей образовательной деятельности	Знает особенности самоорганизации и саморазвития личности; сущность образовательной деятельности
	Умеет определять основные принципы самоорганизации и саморазвития
	Владеет навыками формулировки этапов своей образовательной деятельности
УК-6.2 планирует собственное время; определяет стратегические, тактические и оперативные задачи	Знает особенности стратегических, тактических и оперативных задач; специфику программы образовательной деятельности
	Умеет планировать собственное время
	Владеет навыками создания программы образовательной деятельности

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения)
УК-6.3 проектирует траекторию личностного и профессионального развития	Знает особенности личностного и профессионального развития; сущность траектории развития личности
	Умеет выделять этапы личностного и профессионального развития
	Владеет навыками проектирования личностного и профессионального развития

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Производственно-технологический	ПК-3 Способен выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электроники и нанoeлектроники	ПК-3.1 осуществляет оценку соответствия наноматериалов и наноструктур требованиям технологических инструкций, технической и нормативной документации по проведению измерений их параметров
		ПК-3.2 осуществляет настройку высокотехнологичного оборудования производства материалов и изделий нанoeлектроники в соответствии с правилами настройки и эксплуатации
		ПК-3.3 проводит подготовку к проведению процесса модификации свойств наноматериалов и наноструктур в соответствии с технической и эксплуатационной документацией
	ПК-4 Способен организовывать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники	ПК-4.1 применяет методическую базу измерений параметров технологических процессов и тестирования продукта производства
		ПК-4.2 осуществляет поверку, настройку и калибровку электронной измерительной аппаратуры
		ПК-4.3 обеспечивает метрологическое сопровождение технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники
Сервисно-эксплуатационный	ПК-5 Способен к сервисному обслуживанию измерительного, диагностического, технологического	ПК-5.1 соблюдает правила эксплуатации технологического оборудования
		ПК-5.2 осуществляет диагностику неполадок и частичный ремонт измерительного, диагностического, технологического оборудования

	оборудования	ПК-5.3 проводит мониторинг диагностического, технологического оборудования
	ПК-6 Способен осуществлять регламентную проверку технического состояния оборудования, его профилактический осмотр и текущий ремонт	ПК-6.1 производит расчет срока службы расходных материалов и технологических систем
		ПК-6.2 формирует заявки на приобретение расходных материалов
		ПК-6.3 осуществляет настройку объектов инфраструктуры чистых производственных помещений

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения)
ПК-3.1 осуществляет оценку соответствия наноматериалов и наноструктур требованиям технологических инструкций, технической и нормативной документации по проведению измерений их параметров	Знает принципы получения наноматериалов и наноструктур, методы измерения их параметров
	Умеет осуществлять оценочные расчеты характеристик наноматериалов и наноструктур
	Владеет навыками оценки соответствия наноматериалов и наноструктур требованиям технологических инструкций, технической и нормативной документации по проведению измерений их параметров
ПК-3.2 осуществляет настройку высокотехнологичного оборудования производства материалов и изделий нанoeлектроники в соответствии с правилами настройки и эксплуатации	Знает принципы работы высокотехнологичного оборудования производства материалов и изделий нанoeлектроники
	Умеет осуществлять настройку высокотехнологичного оборудования производства материалов и изделий нанoeлектроники
	Владеет навыками настройки и эксплуатации высокотехнологичного оборудования производства материалов и изделий нанoeлектроники в соответствии с правилами
ПК-3.3 проводит подготовку к проведению процесса модификации свойств наноматериалов и наноструктур в соответствии с технической и эксплуатационной документацией	Знает принципы модификации свойств наноматериалов и наноструктур
	Умеет осуществлять подготовку к процессу модификации свойств наноматериалов и наноструктур
	Владеет навыками проведения процессов модификации свойств наноматериалов и наноструктур в соответствии с технической и эксплуатационной документацией
ПК-4.1 применяет методическую базу измерений параметров технологических процессов и тестирования продукта производства	Знает методическую базу измерений параметров технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники
	Умеет измерять параметры технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники
	Владеет навыками измерения параметров

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения)
	технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники
ПК-4.2 осуществляет поверку, настройку и калибровку электронной измерительной аппаратуры	Знает принципы учета видов и объемов производственных работ по проверке, настройке и калибровке электронной измерительной аппаратуры
	Умеет осуществлять поверку, настройку и калибровку электронной измерительной аппаратуры
	Владеет навыками настройки высокотехнологичного оборудования в соответствии с правилами настройки и эксплуатации
ПК-4.3 обеспечивает метрологическое сопровождение технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники	Знает принципы технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники
	Умеет осуществлять метрологическое сопровождение технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники
	Владеет навыками метрологического сопровождения технологических процессов
ПК-5.1 соблюдает правила эксплуатации технологического оборудования	Знает принципы работы и правила эксплуатации технологического оборудования
	Умеет использовать нормативные данные эксплуатации технологического оборудования
	Владеет навыками использования технологического оборудования в соответствии с правилами эксплуатации
ПК-5.2 осуществляет диагностику неполадок и частичный ремонт измерительного, диагностического, технологического оборудования	Знает принципы работы измерительного, диагностического, технологического оборудования
	Умеет осуществлять диагностику неполадок и частичный ремонт измерительного, диагностического, технологического оборудования
	Владеет навыками сервисного обслуживания измерительного, диагностического, технологического оборудования
ПК-5.3 проводит мониторинг диагностического, технологического оборудования	Знает методы мониторинга измерительного, диагностического и технологического оборудования, используемого в области электроники и микроэлектроники
	Умеет проводить работы по мониторингу измерительного, диагностического и технологического оборудования
	Владеет навыками мониторинга диагностического, технологического оборудования, используемого в области электроники и микроэлектроники
ПК-6.1 производит расчет срока службы расходных материалов и технологических систем	Знает принципы конструирования технологических систем и регламентированные сроки службы расходных материалов
	Умеет проводить оценочные расчеты срока службы расходных материалов и технологических систем
	Владеет навыками расчета срока службы расходных

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения)
	материалов и технологических систем
ПК-6.2 формирует заявки на приобретение расходных материалов	Знает правила и нормы использования расходных материалов
	Умеет подготавливать документацию на приобретение расходных материалов
	Владеет навыками формирования заявок на приобретение расходных материалов
ПК-6.3 осуществляет настройку объектов инфраструктуры чистых производственных помещений	Знает принципы проектирования чистых производственных помещений
	Умеет проводить аттестацию чистых производственных помещений
	Владеет навыками настройки объектов инфраструктуры чистых производственных помещений

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ, В ТОМ ЧИСЛЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ

№ п/п	Этапы практики	Виды работ на практике, в том числе практическая подготовка и самостоятельная работа студентов	Трудоемкость (в часах)	Форма текущего контроля
1	Подготовительный этап	Инструктаж по технике безопасности (ТБ). Постановка целей и задач практики. Составление календарного плана-графика. Проверка календарного плана-графика. Планирование и организация распорядка рабочего дня на время прохождения практики.	4	Отчет
2	Основной этап	Работа на научно-исследовательских установках и оборудовании: выбор объектов, подготовка образцов, анализ структуры различными способами. Проверка корректности полученной информации на каждом этапе. Представление собранных материалов научному руководителю. Обработка экспериментальных данных; анализ и интерпретация полученных результатов.	90	Отчет
3	Итоговый этап – аттестация	Подготовка и составление отчета. Защита отчета по практике в форме презентации, доклада или индивидуального собеседования с руководителем по результатам практики	14	Итоговый отчет
ИТОГО			108 часов	

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ НА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКЕ. ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ (ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ) ПРАКТИКЕ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов на производственной практике определяется выбранной темой исследования

и конкретным заданием, полученным от научного руководителя, и включает изучение теоретического материала по тематике производственной практики с подготовкой обзора по данной теме и выполнение конкретной практической задачи:

1. Текущая самостоятельная работа студентов:

- поиск литературы и электронных источников информации по заданной теме;
- изучение темы индивидуального задания на производственную практику.

2. Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа направлена на развитие интеллектуальных умений, комплекса универсальных и профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала студентов и заключается в:

- поиске, анализе, структурировании и презентации информации;
- анализе статистических и фактических материалов по заданной теме, проведении расчетов, составлении отчетов на основе заданных параметров.

3. Контроль самостоятельной работы студентов.

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателя.

Основопологающей целью прохождения производственной практики у студентов направления 11.03.04 Электроника и наноэлектроника является систематизация полученных знаний, формирование навыков самостоятельной работы с учебной и научной литературой, а также развитие практических навыков работы с вычислительной техникой и прикладным программным обеспечением, повышение общей и профессиональной эрудиции обучающегося. При выходе на практику на первом установочном занятии каждому студенту выдается индивидуальное задание на практику, в котором описаны и детально пояснены каждый этап практики, включая объем и содержание работ, календарный план, формы промежуточной и текущей аттестации.

Самостоятельная работа студента (согласно индивидуальному заданию) включает:

- 1) исследование проблематики выбранной предметной области;
- 2) выполнение индивидуального задания;
- 3) анализ полученных результатов, их интерпретация и корректировка планов исследования.

Кратко рассмотрим содержание каждого этапа.

1) Этап изучение проблематики выбранной предметной области включает в себя:

1.1 изучение проблемы с целью выявления основных факторов, влияющих на особенности технологии получения и исследования материалов для наноэлектроники, определения соответствующих параметров, позволяющих получить / исследовать объект;

1.2 аналитический обзор литературных источников, анализ и сравнение их между собой;

1.3 систематизация и обобщение всего накопленного материала.

2) Этап выполнения индивидуального практического задания предполагает выполнение следующих работ:

2.1 знакомство с методами и инструментальными средствами, применяемыми в области электроники и наноэлектроники;

2.2 освоение на практике методов формирования различных структур с заданными свойствами на имеющихся установках;

2.3 проведение реального исследовательского проекта, выполняемого студентом в рамках утвержденной темы научного исследования.

3) Этап, связанный с анализом полученных результатов, предполагает изучение методов решения поставленной задачи, сравнение полученных результатов с результатами в опубликованных источниках. Одним из важнейших начальных этапов является литературный обзор современного состояния проблематики предметной области.

Обучающиеся на данном этапе самостоятельно работают с литературными источниками – учебными и научными изданиями (учебники, справочные издания, монографии, статьи в научных журналах и сборниках тематических научных конференций, электронные учебники, статьи и материалы, размещенные на официальных Интернет-ресурсах).

Основная работа на третьем этапе – анализ полученных результатов, их интерпретация и корректировка планов исследования.

Заключительная часть – подготовка отчета о проделанной работе с анализом полученных результатов и выводов.

8. ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ (ПО ИТОГАМ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ)

Аттестация по производственной практике проводится руководителем практики от департамента или комиссией от департамента по результатам оценки всех форм работы студента.

Оценка по практике приравнивается к оценкам по теоретическому обучению и учитывается при подведении итогов общей успеваемости студентов. Студенты, не выполнившие программу практики по уважительной причине, имеют право пройти практику вторично. Студенты, не выполнившие программу практики без уважительной причины, считаются не

выполнившими учебную программу и отчисляются из университета как имеющие академическую задолженность в порядке, предусмотренном Уставом ДВФУ.

По итогам производственной практики представляется отчет, который защищается на собеседовании с преподавателем или на заседании комиссии от департамента с выставлением зачета с оценкой. Оценка по практике выставляется руководителем практики в электронной ведомости в день промежуточной аттестации.

Поскольку производственная практика подразумевает также закрепление теоретического материала по различным курсам, примерный перечень типовых вопросов составлен по некоторым разделам освоенных дисциплин. Данные и сходные по тематике вопросы могут быть заданы на защите отчета по практике.

Типовые вопросы по практике:

1. Объяснить кристаллическую структуру кремния и способы получения монокристаллического кремния.

2. Выделить и описать основные этапы процесса подготовки пластин, начиная от слитка кремния и заканчивая пластиной.

3. Изложить химическую реакцию окисления и описать рост оксида на кремнии.

4. Описать многослойную металлизацию. Обсудить приемлемые характеристики тонкой пленки. Назвать и проанализировать три стадии роста пленки.

5. Объяснить основные понятия фотолитографии, включая обзор процессов, поколения критических размеров, световой спектр, разрешение и допуски процесса.

6. Привести и обсудить восемь важных параметров травления. Дать примеры применения сухого травления диэлектриков, кремния и металла.

7. Объяснить цель и применение легирования в производстве СБИС. Обсудить важность дозы и спектра в ионной имплантации.

8. Объяснить основные характеристики КМОП-технологии, в том числе полевого транзистора и КМОП-инвертора.

9. Перечислить и описать шесть категорий металлов, используемые в производстве СБИС. Обсудить требования производительности и дать приложения для каждой категории металла.

10. Назвать и описать пять различных типов загрязнений чистой комнаты, и обсудить проблемы, связанные с каждым типом загрязнения.

11. Классификация нанобъектов: Молекулярные кластеры. Газовые безлигандные кластеры. Источники излучения кластеров. Массспектрометры

и детектирование кластеров.

12. Структура поверхности и межфазных границ раздела.

13. Классификация нанообъектов: Коллоидные кластеры. Твердотельные нанокластеры и наноструктуры.

14. Поверхность твердых тел: Примесные атомы на поверхности.

15. Классификация нанообъектов: Матричные нанокластеры и супрамолекулярные наноструктуры.

16. Атомные и молекулярные орбитали.

17. Классификация нанообъектов: Кластерные кристаллы и фуллериты.

18. Роль границ раздела фаз в формировании свойств наноматериалов.

19. Классификация нанообъектов: Компактированные наносистемы и нанокompозиты.

20. Поверхность твердых тел: Электронные и магнитные свойства поверхности.

21. Разновидности наноматериалов и нанотехнологий.

22. Наночастица. Технологии испарения-конденсации и плазмохимический синтез.

23. Наночастица. Механохимический, детонационный и электровзрывной синтез.

24. Фуллерены. Виды производных фуллеренов. Возгонка графита с последующей десублимацией.

25. Фуллерены. Виды производных фуллеренов. Пиролиз углеводородов.

26. Углеродные нанотрубки. Электролитический синтез.

27. Углеродные нанотрубки. Каталитический синтез. Возгонка графита.

28. Заполненные углеродные нанотрубки. Неуглеродные нанотрубки.

29. Методы формирования нанопленок. Пленки Лэнгмюра-Блоджетт.

30. Нанопроволоки. Вискеры. Методы формирования.

31. Создание высокоплотных массивов наноразмерных островков полупроводниковых силицидов переходных металлов на монокристаллическом кремнии.

32. Влияние ориентации подложки и предварительно сформированных поверхностных реконструкций на формирование высокоплотных массивов наноразмерных островков полупроводниковых силицидов переходных металлов.

33. Формирование зарощенных кремнием массивов островков полупроводниковых силицидов железа и хрома, сформированных на поверхности монокристаллического кремния.

34. Создание многопериодных нанокомпозитов со встроенными нанокристаллитами полупроводниковых силицидов в кремниевой матрице.

35. Определение параметров фундаментальных межзонных переходов нанокомпозитов с нанокристаллитами одного и двух полупроводниковых силицидов. Метод оптической спектроскопии.

36. Ионная имплантация и постимплантационная обработка для формирования наноструктур со встроенными кристаллитами полупроводниковых силицидов.

37. Механизмы переноса носителей заряда при низких и высоких температурах в нанокомпозитах со встроенными нанокристаллитами полупроводниковых силицидов.

38. Термоэлектрические свойства нанокомпозитных материалов. Селективное легирование термоэлектриков.

39. Люминесцентные свойства светодиодов на основе кремния со встроенными нанокристаллитами полупроводникового дисилицида железа.

40. Фото спектральные свойства диодов на основе полупроводниковых нанокомпозитов. Расширение спектрального диапазона чувствительности.

41. Спонтанное и вынужденное излучение.

42. Принцип работы лазера.

43. Инверсия населенностей.

44. Пороговые условия лазерной генерации.

45. Основные свойства лазерных пучков.

46. Типы лазеров.

47. Понятие о ширине линии и времени релаксации.

48. Однородное и неоднородное уширение линии.

49. Насыщение поглощения и усиления: стационарный и нестационарный случаи.

50. Релаксация и безызлучательные переходы.

51. Понятие усиления, принципы усиления сигналов.

52. Назначение усилительных устройств и области их применения.

53. Классификация усилителей.

54. Функциональный состав усилительных устройств. Основные показатели.

55. Параметры: входные и выходные данные, коэффициенты усиления по току, напряжению, мощности. Динамический диапазон, коэффициент частотных искажений.

56. Энергетические параметры усилителей.

57. Характеристики: амплитудная, амплитудно-частотная, переходная.

58. Понятие о нормированных и логарифмических характеристиках.

59. Нелинейные искажения.

60. Усилитель как четырехполюсник. Параметры усилителей в системах "Y", "H", "Z" параметров.

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, владеет терминологическим аппаратом, умеет объяснять сущность явлений, процессов, 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, владеет терминологическим аппаратом, 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, обнаруживает недостаточное умение давать аргументированные ответы и приводить примеры. Допускается несколько ошибок в содержании ответа, неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.
«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не выполнил программу практики, не умеет использовать теоретические знания при выполнении задания по практике, обнаруживает незнание процессов изучаемой предметной области, основных вопросов теории, неумение давать аргументированные ответы, не ответил на основные вопросы во время защиты практики. Допущены серьезные ошибки в содержании отчета; незнание современной проблематики изучаемой области.

Текущий контроль за работой студентов осуществляется во время проведения собеседований, проверки промежуточной отчетности по выполненным индивидуальным заданиям.

Промежуточный контроль осуществляется после успешного прохождения студентами текущего контроля в виде зачета с оценкой на заседании комиссии от департамента. Защита производственной практики предусматривает устное выступление по изучаемой теме (утвержденной в индивидуальном задании) с подготовкой и представлением доклада и презентации по результатам проделанной работы. Необходимым допуском на защиту является представление на проверку итогового отчета, который включает в себя методику работы на научно-исследовательском

оборудовании, представление результатов исследования, выводы. Студент должен показать полное знание проблемы, продемонстрировать свободную ориентацию в проблематике предметной области, знание понятий и терминологии, ответить на дополнительные вопросы, отчитаться о выполнении всех видов работ, предусмотренных индивидуальным планом практики.

Отчет по практике должен содержать:

- титульный лист;
- содержание (наименование разделов, страницы);
- введение;
- основную часть отчета (изложение материала по разделам);
- заключение (рассматриваются условия, в которых проходила практика, имевшие место недостатки, а также предложения по улучшению практики);
- список использованных источников;
- необходимые приложения.

Защита отчета

Подготовленный к защите и подписанный руководителем отчет по практике и отзыв руководителя представляется председателю комиссии во время защиты. Без представления отзыва руководителя и подписанного руководителем отчета студент к защите практики не допускается.

Окончательная оценка практики определяется комиссией департамента на основании результатов защиты практики в комиссии. При определении оценки комиссия принимает во внимание:

- отзыв руководителя от организации;
- качество содержания и оформления отчета и иллюстративного материала;
- качество доклада;
- качество ответов студента на вопросы в процессе дискуссии.

В процессе защиты студент должен показать, что основные результаты получены им лично. Если в процессе защиты комиссия не получает подтверждения наличия у студентов знаний и навыков, необходимых для выполнения данной работы, то она может выставить оценку «неудовлетворительно» даже при хорошем уровне самой работы.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ

Основная литература

1. Ефимов, И. Е. Основы микроэлектроники : учебник [Электронный ресурс] / И. Е. Ефимов, И. Я. Козырь. - 3-е изд. - Санкт-Петербург : Лань,

2021. - 384 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/167727> - Режим доступа: для авториз. пользователей

2. Игнатов, А. Н. Классическая электроника и наноэлектроника : учеб. пособие [Электронный ресурс] / А. Н. Игнатов [и др.]. - 3-е изд., стер. - Москва : ФЛИНТА, 2017. - 728 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1032535> – Режим доступа: по подписке

3. Игнатов, А. Н. Наноэлектроника. Состояние и перспективы развития : учеб. пособие [Электронный ресурс] / А. Н. Игнатов. - 2-е изд., стер. - Москва : ФЛИНТА, 2017. - 360 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1032533> – Режим доступа: по подписке

4. Космин, В. В. Основы научных исследований (Общий курс) : учебное пособие [Электронный ресурс] / В. В. Космин. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2021. - 238 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1245074> – Режим доступа: по подписке

5. Раков, Э. Г. Неорганические наноматериалы : учебное пособие [Электронный ресурс] / Э. Г. Раков. - 3-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 480 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/135513> - Режим доступа: для авториз. Пользователей

6. Родионов, Ю. А. Технологические процессы в микро- и наноэлектронике : учебное пособие [Электронный ресурс] / Ю. А. Родионов. - Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 352 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/124695> - Режим доступа: для авториз. пользователей

7. Рыжонков, Д. И. Наноматериалы : учебное пособие [Электронный ресурс] / Д. И. Рыжонков, В. В. Лёвина, Э. Л. Дзидзигури ; художник С. Инфантэ. - 6-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2021. - 368 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/176410> - Режим доступа: для авториз. Пользователей

8. Тимофеев, В. Б. Оптическая спектроскопия объемных полупроводников и наноструктур : учебное пособие [Электронный ресурс] / В. Б. Тимофеев. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 512 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/168751> - Режим доступа: для авториз. пользователей

9. Щука, А. А. Наноэлектроника : учебное пособие [Электронный ресурс] / А. А. Щука ; под ред. А. С. Сигова. — 5-е изд., электрон. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 345 с. — (Нанотехнологии). — URL: <https://znanium.com/catalog/product/1094369> – Режим доступа: по подписке

10. Юсупов, А. Р. Материалы и методы нанотехнологий : учебное пособие [Электронный ресурс] / А. Р. Юсупов, Д. В. Кондратьев. - Уфа :

БГПУ имени М. Акмуллы, 2020. - 99 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/170438> - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

1. Акципетров, О. А. Нелинейная оптика кремния и кремниевых наноструктур : монография [Электронный ресурс] / О. А. Акципетров, И. М. Баранова, К. Н. Евтюхов. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2012. - 544 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/5255> - Режим доступа: для авториз. пользователей; А 447 538.9 ЕК НВ DVFU: - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:704478&theme=FEFU>

2. Барыбин А.А. Физико-технологические основы макро-, микро- и наноэлектроники: учебное пособие для вузов / А. А. Барыбин, В. И. Томилин, В. И. Шаповалов ; под общ. ред. А. А. Барыбина. - Москва : Физмат-лит, 2011. - 783 с. - Режим доступа: <https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:675441&theme=FEFU>

3. Валянский, С. И. Наноматериалы: Ленгмюровские пленки : учебное пособие [Электронный ресурс] / С. И. Валянский, Е. К. Наими. - Москва : МИСИС, 2014. - 188 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/69761> - Режим доступа: для авториз. пользователей; - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks56568&theme=FEFU>

4. Васильев, В. Ю. Технология тонких пленок для микро- и наноэлектроники : учебное пособие [Электронный ресурс] / В. Ю. Васильев. - Новосибирск : НГТУ, 2019. - 107 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/152159> - Режим доступа: для авториз. пользователей

5. Воротынцев, В. М. Базовые технологии микро- и наноэлектроники : учебное пособие [Электронный ресурс] / В. М. Воротынцев, В. Д. Скупов. - Москва : Проспект, 2017. - 519 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/150495> - Режим доступа: для авториз. пользователей

6. Введение в микроэлектронику : учебное пособие [Электронный ресурс] / Ю. А. Гатчин, В. Л. Ткалич, А. С. Виволанцев, Е. А. Дудников. - Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2010. - 114 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/40882> - Режим доступа: для авториз. пользователей

7. Головин, Ю. И. Основы нанотехнологий [Электронный ресурс] / Ю. И. Головин. - Москва : Машиностроение, 2012. - 656 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/5793> - Режим доступа: для авториз. пользователей.

8. Громов, Д. Г. Металлизация ультрабольших интегральных схем: учебное пособие / Д. Г. Громов. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. -

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:277417&theme=FEFU>

9. Гусев, А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии : учебное пособие [Электронный ресурс] / А. И. Гусев. - 2-е изд., испр. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 416 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2173> - Режим доступа: для авториз. Пользователей

10. Драгунов, В. П. Микро- и наноэлектроника. Учебное пособие для ВУЗов [Электронный ресурс] / В. П. Драгунов, Д. И. Остертак. - Новосибирск: НГТУ, 2012. - 38 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45107.html>

11. Драгунов, В. П. Микро- и наноэлектроника: Сборник задач и примеры их решения : учебное пособие [Электронный ресурс] / В. П. Драгунов, Д. И. Остертак. - Новосибирск : НГТУ, 2015. - 50 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/118132> - Режим доступа: для авториз. пользователей

12. Кожухар, В. М. Основы научных исследований [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.М. Кожухар. - М.: Дашков и К, 2013. - 216 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=415587>

13. Наноэлектроника: теория и практика : учебник [Электронный ресурс] / В. Борисенко, А. Воробьева, А. Л. Данилюк, Е. Уткина. - 5-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 369 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/151562> - Режим доступа: для авториз. пользователей

14. Основы нанотехнологии : учебник [Электронный ресурс] / Н. Т. Кузнецов, В. М. Новоторцев, В. А. Жабрев, В. И. Марголин ; художник И. Е. Марев. - 3-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2021. - 400 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/176415> - Режим доступа: для авториз. Пользователей

15. Прокофьева, Н. И. Физические эффекты нанотехнологий : учебное пособие [Электронный ресурс] / Н. И. Прокофьева, Л. А. Грибов. - Москва : МИСИ – МГСУ, 2013. - 100 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/73625> - Режим доступа: для авториз. пользователей

16. Рамбиди, Н. Г. Физические и химические основы нанотехнологий : учебное пособие [Электронный ресурс] / Н. Г. Рамбиди, А. В. Берёзкин. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 456 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2291> - Режим доступа: для авториз. пользователей

17. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия твердых тел: теория и практика; учебное пособие / И. С. Осьмушко, В. И. Вовна, В. В. Короченцев. - Владивосток: Дальневосточный федеральный университет.

2010. - 42 с. - Режим доступа:
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:301195&theme=FEFU>

18. Суздаев, И. П. Нанотехнология. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И. П. Суздаев. – М.: Либроком, 2013. - 592 с. - Режим доступа:
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:242083&theme=FEFU>

19. Технологические аспекты / [М.В.Акуленок, В.М.Андреев, Д.А.Громов и др.]. – Т. 2 // Введение в процессы интегральных микро - и нанотехнологий: учебное пособие для вузов: в 2 т / под общ. ред. Ю. Н. Коркишко. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010-2011. - Нанотехнологии. – 2011. – 253 с. Режим доступа:
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:298095&theme=FEFU>

20. Технология СБИС : в 2 кн.: кн. 1 / К. Пирс, А. Адамс, Л. Кац и др.; пер. с англ. В. М. Звероловлева и др. - М.: Мир, 1986. - 404 с. - Режим доступа: <https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:782237&theme=FEFU>

21. Технология СБИС в 2 кн. : кн. 2/ [К. Могэб, Д. Фрейзер, У. Фичтнер и др.] ; пер. с англ. В. Н. Лейкина [и др.] ; под ред. С. Зи. - Москва : Мир, 1986. - 453 с. – Режим доступа:
<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:782259&theme=FEFU>

22. Физико-химические основы технологии микроэлектроники / Ю. Д. Чистяков, Ю. П. Райнова. – Т. 1 // Введение в процессы интегральных микро - и нанотехнологий: учебное пособие для вузов: в 2 т / под общ. ред. Ю. Н. Коркишко. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010-2011. - (Нанотехнологии). – 392 с. – Режим доступа:
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:298095&theme=FEFU>

23. Хокс, П. Электронная оптика и электронная микроскопия / пер. с англ. И. Ф. Анаскина, А. М. Розенфельда. - М.: Мир, 1974. - 319 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:324823&theme=FEFU>

24. Щелкачѳв, Н. М. Электрический ток в наноструктурах: кулоновская блокада и квантовые точечные контакты: Учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / Н.М. Щелкачѳв, Я.В. Фоминов. - М.: МФТИ, 2010. - 39 с. <http://window.edu.ru/resource/539/73539>

25. Banqiu Wu, Ajay Kumar, and Sharma Pamarthy. High aspect ratio silicon etch: A review. - J. Appl. Phys. 108, 051101, 2010. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1063/1.3474652>

26. Pulsed Laser Deposition of Thin Films: Applications-Led Growth of Functional Materials. Robert Eason. ISBN: 978-0-471-44709-2. - 682 pages. Copyright # 2007 John Wiley & Sons, Inc – Режим доступа: <http://www.fulviofrisone.com/attachments/article/466/Pulsed%20Laser%20Deposi>

[tion%20Of%20Thin%20Films%20-%20R%20Eason%20\(Wiley,%202007\)%20Ww.pdf](#)

27. Xiuling Li. Metal assisted chemical etching for high aspect ratio nanostructures: A review of characteristics and applications in photovoltaics. Current Opinion in Solid State and Materials Science 16, 71 (2012). – Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.cossms.2011.11.002>

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
5. Федеральный портал по научной и инновационной деятельности www.sci-innov.ru
6. Электронная библиотека НИЯУ МИФИ www.library.mephi.ru
7. Полнотекстовая база данных ГОСТов, действующих на территории РФ <http://www.vniiki.ru/catalog/gost.aspx>
8. Научная библиотека ДВФУ <http://www.dvfu.ru/web/library/nb1>

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
2. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
3. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки <http://diss.rsl.ru/>
4. Электронная библиотека ФИРЭ <https://fireras.su/biblio/?tag=%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0>
5. Электронная библиотека Европейского математического общества <https://www.emis.de/>
6. Электронные базы данных EBSCO <http://search.ebscohost.com/>
7. Интернет-библиотека образовательных изданий <http://www.iqlib.ru/>
8. Словарь нанотерминов <http://www.nanonewsnet.ru>
9. Нанотехнологии в России <http://www.nanorf.ru>

10. Российский электронный наножурнал http://elementy.ru/nauchno-populyarnaya_biblioteka/431265/Nanotekhnologiya_nanonauka_i_nanoobekt_y_chno_znachit_nano

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса, а также для проведения простых расчетов и построения графиков может использоваться стандартное программное обеспечение компьютерных учебных классов (Windows, Microsoft Office 365, Microsoft Office Professional Plus 2019, Microsoft Teams).

Свободно распространяемое программное обеспечение:

Adobe Reader DC 2015.020 - пакет программ для просмотра электронных публикаций в формате PDF: http://www.images.adobe.com/content/dam/acom/en/legal/licenses/terms/pdf/PlatformClients_PC_WWEULA-en_US-20150407_1357.pdf ;

IrfanView 4.42 - пакет программ для просмотра (воспроизведения) графических, видео- и аудиофайлов: <http://www.irfanview.com/eula.htm> ;

Python - система программирования - динамический интерактивный объектно-ориентированный язык программирования: <https://python.ru.uptodown.com/windows/download> ;

Scilab 5.5.2 –система - язык программирования высокого уровня, рассчитанный на научные расчеты: <http://www.scilab.org/scilab/license>;

WhiteStarUML 5.8.6 – программный инструмент моделирования UML, полученный из StarUML, совместимый с Windows 7-10: <https://github.com/StevenTCramer/WhiteStarUml/blob/master/staruml/deploy/License.txt/>

WinDjView 2.0.2 – программа для просмотра электронных публикаций в формате DJV и DjVu: <https://windjview.sourceforge.io/ru/> Производитель атомно-силовых микроскопов и их различных модификаций: <http://www.ntmdt.ru/>

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ

Производственная практика студентов проходит с использованием оборудования:

1. Сверхвысоковакуумная установка поверхностного анализа MULTIPROBE ARUPS «Omicron»: - сканирующая туннельная микроскопия

(в диапазоне температур от 40 до 500K), - ультрафиолетовая фотоэлектронная спектроскопии с угловым разрешением.

2. Сверхвысоковакуумная двухкамерная установка “Omicron” STM VT-25: - сканирующая туннельная микроскопия (в диапазоне температур от 77 до 700 K) - электронная оже-спектроскопия, - дифракция медленных электронов.

3. Сверхвысоковакуумная установка для молекулярно пучковой эпитаксии, оборудованная эффузионными ячейками Кнудсена (производства Dr. Erbelle) и дифрактометром быстрых электронов Specs RHD-30.

4. Комплексная установка для исследования поверхности твердых тел DEL-300.

5. Сканирующий туннельный микроскоп VT UHV STM.

6. Сканирующий туннельный микроскоп Multiprobe Compact.

7. Установка для исследования поверхности твердых тел SIENTA R3000 ARPES.

8. Низкотемпературный сканирующий туннельный микроскоп USM 1500.

9. Установка для исследования поверхности твердых тел ADES-2.

10. Комплексная сверхвысоковакуумная установка Compact .

11. Сканирующий атомно-силовой микроскоп SOLVER P-47.

12. ИК Фурье-спектрометр VERTEX80v, Hyperion1000.

13. Photolithography system Suss MicroTech MJB6 (Germany).

Составитель: Крайнова Г.С., профессор департамента общей и экспериментальной физики ИНТиПМ ДВФУ

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

Институт наукоёмких технологий и передовых материалов (Школа)

 УТВЕРЖДАЮ
Директор Института наукоёмких
технологий и передовых
материалов (Школы)
Огнев А.В.
«27» апреля 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ
Научно-исследовательская работа
Для направления подготовки
11.03.04 Электроника и наноэлектроника
Программа бакалавриата
Электроника и наноэлектроника**

Владивосток
2022

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ. НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ

Целями научно-исследовательской работы являются:

- получение студентами практических навыков и компетенций по видам профессиональной деятельности;
- сбор материалов для выполнения исследования;
- развитие у студентов интереса к научно-исследовательской работе, привитие им навыков ведения исследований, нахождение эффективных методов решения исследовательских задач.

2. ЗАДАЧИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ. НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ

Задачами производственной практики являются:

- развитие навыков формулирования и решения задач, возникающих в ходе научно-исследовательской деятельности и требующих углубленных профессиональных знаний;
- развитие навыков обработки полученных результатов, анализа и осмысления их с учетом имеющихся данных;
- получение практических навыков представления итогов проделанной работы в виде отчетов;
- сбор, анализ и обобщение фактического и теоретического материала с целью его использования в НИР, при выполнении курсового проектирования и выпускных квалификационных работ;
- подготовка публикаций по тематике научно-исследовательских работ;
- подготовка научных докладов для выступления на конференциях, научных семинарах, форумах;
- публичная защита выполненной работы.

3. МЕСТО ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ. НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ В СТРУКТУРЕ ОП

Производственная практика непосредственно ориентирована на профессионально-практическую подготовку бакалавра, входит в блок Б2 «Практика», в часть, формируемую участниками образовательных отношений, учебного плана (Б2.В.03(П)) программы бакалавриата.

Студент к моменту прохождения производственной практики должен обладать теоретическими знаниями и практическими навыками, полученными в ходе изучения дисциплин обязательной части и части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» ОП:

- Иностранный язык

- История
 - Философия
 - Безопасность жизнедеятельности
 - Физическая культура и спорт
 - Русский язык в профессиональной коммуникации
 - Экономика
 - Добровольческая деятельность и волонтерское движение
 - Правоведение
 - Информатика
 - Математический анализ
 - Линейная алгебра и аналитическая геометрия
 - Дифференциальные уравнения
 - Теория вероятностей и математическая статистика
 - Неорганическая, органическая и физическая химия
 - Механика
 - Молекулярная физика
 - Электричество и магнетизм
 - Оптика и атомная физика
 - Физика атомного ядра и элементарных частиц
 - Физика конденсированного состояния
 - Электродинамика
 - Квантовая теория
 - Введение в специальность: основы научной и проектно-технологической деятельности
 - Проект по молекулярной физике
 - Проект по основам электроники
 - Материалы электронной техники
 - Физические основы электроники
 - Теоретические основы электротехники
 - Схемотехника
 - Инженерная и компьютерная графика
 - Методы математической физики
 - Программирование для физических задач
 - Обработка цифровой информации
 - Тензорный и векторный анализ
 - Элективные курсы по физической культуре
 - Кристаллография и кристаллофизика
 - Физика полупроводников и низкоразмерных систем
 - Нанoeлектроника
 - Методы исследования наноструктур и наноматериалов /
- Кристаллическая структура поверхности твердых тел

– Процессы на поверхности раздела фаз / Электронная структура поверхности твердого тела

– Метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники.

Основными принципами логической и содержательно-методической взаимосвязи данной практики с другими частями ОП являются:

- интеграция и междисциплинарное взаимодействие;
- связь теории с практикой;
- научность, предполагающая соответствие выбранных методов исследования уровню современной науки;
- учет научных интересов студентов;
- деятельностный подход, способствующий формированию активного отношения к приобретению теоретических знаний и практических умений.

4. ТИПЫ, СПОСОБЫ, МЕСТО И ВРЕМЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ. НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ

Вид практики – производственная практика.

Тип практики – научно-исследовательская работа.

Способ проведения – стационарная или выездная.

Форма проведения – научно-исследовательская работа проводится на 3 курсе концентрированно, путем выделения в графике учебного процесса непрерывного периода учебного времени в неделях для проведения практики в 6 семестре (трудоемкость по учебному плану 6 зачетных единиц, 216 академических часов).

Время проведения производственной практики: в соответствии с учебным планом в течение двух недель в шестом семестре обучения после освоения основной образовательной программы (теоретического и практического обучения).

Места проведения практики:

- Департамент общей и экспериментальной физики ИНТиПМ ДВФУ;
- Кафедры/департаменты Школ/Институтов Дальневосточного федерального университета;
- Институт автоматизации и процессов управления ДВО РАН;
- Дальневосточный геологический институт ДВО РАН;
- Тихоокеанский океанологический институт ДВО РАН.

5. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРОХОЖДЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ. НАУЧНО-

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ

В результате прохождения данной производственной практики обучающийся должен приобрести следующие универсальные и профессиональные компетенции:

Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)	УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1 формулирует основные принципы самоорганизации и саморазвития; выделяет основные этапы своей образовательной деятельности УК-6.2 планирует собственное время; определяет стратегические, тактические и оперативные задачи УК-6.3 проектирует траекторию личностного и профессионального развития

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения)
УК-6.1 формулирует основные принципы самоорганизации и саморазвития; выделяет основные этапы своей образовательной деятельности	Знает особенности самоорганизации и саморазвития личности; сущность образовательной деятельности
	Умеет определять основные принципы самоорганизации и саморазвития
	Владеет навыками формулировки этапов своей образовательной деятельности
УК-6.2 планирует собственное время; определяет стратегические, тактические и оперативные задачи	Знает особенности стратегических, тактических и оперативных задач; специфику программы образовательной деятельности
	Умеет планировать собственное время
	Владеет навыками создания программы образовательной деятельности
УК-6.3 проектирует траекторию личностного и профессионального развития	Знает особенности личностного и профессионального развития; сущность траектории развития личности
	Умеет выделять этапы личностного и профессионального развития
	Владеет навыками проектирования личностного и профессионального развития

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
-----------	--	--

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Научно-исследовательский	ПК-1 Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	ПК-1.1 использует методики построения физических и математических моделей устройств и установок электроники и нанoeлектроники
		ПК-1.2 работает с контрольно-измерительным оборудованием, используемым в нанoeлектронике
		ПК-1.3 применяет средства программирования и компьютерного моделирования при проектировании приборов, схем, установок электроники и нанoeлектроники
	ПК-2 Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения	ПК-2.1 выбирает методики проведения исследований параметров и характеристик устройств и установок электроники и нанoeлектроники
		ПК-2.2 проводит экспериментальные исследования характеристик приборов, схем, устройств электроники и нанoeлектроники
		ПК-2.3 готовит научно-технические отчеты, публикации по результатам выполненных исследований

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения)
ПК-1.1 использует методики построения физических и математических моделей устройств и установок электроники и нанoeлектроники	Знает методики построения физических и математических моделей устройств и установок электроники и нанoeлектроники
	Умеет строить физические и математические модели узлов, блоков, устройств, установок электроники и нанoeлектроники
	Владеет навыками построения физических и математических моделей устройств и установок электроники и нанoeлектроники
ПК-1.2 работает с	Знает виды контрольно-измерительного оборудования,

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения)
контрольно-измерительным оборудованием, используемым в нанoeлектронике	используемого в нанoeлектронике
	Умеет работать с контрольно-измерительным оборудованием, используемым в нанoeлектронике, получать достоверные экспериментальные данные
	Владеет навыками работы с контрольно-измерительным оборудованием, используемым в нанoeлектронике
ПК-1.3 применяет средства программирования и компьютерного моделирования при проектировании приборов, схем, установок электроники и нанoeлектроники	Знает средства программирования, и компьютерного моделирования, используемые при проектировании приборов, схем, установок электроники и нанoeлектроники
	Умеет использовать методы и средства программирования, и компьютерного моделирования при проектировании приборов, схем, установок электроники и нанoeлектроники
	Владеет навыками программирования и компьютерного моделирования для решения поставленной задачи
ПК-2.1 выбирает методики проведения исследований параметров и характеристик устройств электроники и нанoeлектроники	Знает возможные методики проведения исследований различных параметров и характеристик устройств электроники и нанoeлектроники
	Умеет выбирать методики для проведения конкретных исследований устройств нанoeлектроники
	Владеет навыками выбора методик для проведения исследований конкретных характеристик и параметров устройств нанoeлектроники для получения достоверных результатов
ПК-2.2 проводит экспериментальные исследования характеристик приборов, схем, устройств электроники и нанoeлектроники	Знает методики проведения экспериментальных исследований характеристик приборов, схем, устройств электроники и нанoeлектроники
	Умеет проводить исследования характеристик приборов, схем, устройств электроники и нанoeлектроники
	Владеет методами и навыками проведения исследования характеристик приборов, схем, устройств электроники и нанoeлектроники
ПК-2.3 готовит научно-технические отчеты, публикации по результатам выполненных исследований	Знает требования оформления научно-технических отчетов, публикаций по результатам выполненных исследований
	Умеет составлять и оформлять научно-технические отчеты, готовить публикации по результатам выполненных исследований с учетом существующих требований
	Владеет навыками подготовки научно-технических отчетов, публикаций по результатам выполненных исследований в соответствии с предъявляемыми требованиями

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ, В ТОМ ЧИСЛЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ

№ п/п	Этапы практики	Виды работ на практике, в том числе практическая подготовка и самостоятельная работа студентов	Трудоемкость (в часах)	Форма текущего контроля
1	Организационный этап	Инструктаж по технике безопасности, получение направления, индивидуального задания, программы и методических указаний. Проверка календарного плана-графика. Ознакомительные лекции. Знакомство с местом прохождения практики	4	Собеседование
2	Основной этап	Осуществление научно-исследовательских работ в рамках научно-исследовательских тем департамента (сбор, анализ научно-теоретического материала, сбор эмпирических данных, интерпретация экспериментальных и эмпирических данных); выполнение научно-исследовательских видов деятельности в рамках грантов, осуществляемых в департаменте; осуществление самостоятельного исследования по актуальной проблеме в рамках выпускной квалификационной работы; ведение библиографической работы с привлечением современных информационных технологий	90	Индивидуальное задание
3	Экспериментальный этап	Изучение, обработка, систематизация, определение достаточности и достоверности результатов научно-исследовательского материала по выбранной теме	100	Дневник практики
4	Заключительный этап – аттестация	Завершение работы по выполнению индивидуальных заданий; представление итогов проделанной работы в виде отчетов, рефератов, статей, оформленных в соответствии с имеющимися требованиями; самоанализ процесса формирования профессиональных компетенций. Составление и защита отчета по практике	22	Итоговый отчет
ИТОГО			216 часов	

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ НА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКЕ. НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов на производственной практике определяется выбранной темой исследования и конкретным заданием, полученным от научного руководителя, и включает изучение теоретического материала по тематике производственной практики с подготовкой обзора по данной теме и выполнение конкретной практической задачи.

1. Текущая самостоятельная работа студентов:

- поиск литературы и электронных источников информации по заданной теме;

- изучение темы индивидуального задания на производственную практику;

2. Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа направлена на развитие интеллектуальных умений, комплекса универсальных и профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала студентов и заключается в:

- поиске, анализе, структурировании и презентации информации;
- анализе статистических и фактических материалов по заданной теме, проведении расчетов, составлении отчетов на основе заданных параметров.

3. Контроль самостоятельной работы студентов.

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателя.

Основопологающей целью прохождения производственной практики, научно-исследовательской работы у студентов направления 11.03.04 Электроника и наноэлектроника является систематизация полученных знаний, формирование навыков самостоятельной работы с учебной и научной литературой, а также развитие практических навыков работы с высокотехнологичным научно-исследовательским оборудованием, повышение общей и профессиональной эрудиции обучающегося. При выходе на практику на первом установочном занятии каждому студенту выдается в печатном виде индивидуальное задание на практику, в котором описан и детально пояснен каждый этап практики, включая объем и содержание работ, календарный план, формы промежуточной и текущей аттестации.

Самостоятельная работа студента (согласно индивидуальному заданию) включает:

- 1) исследование проблематики выбранной предметной области;
- 2) выполнение индивидуального задания;
- 3) анализ полученных результатов, их интерпретация и корректировка планов исследования.

Кратко рассмотрим содержание каждого этапа.

- 1) Этап изучения проблематики выбранной предметной области включает в себя:

- 1.1 изучение проблемы с целью выявления методов исследования и анализа структур, материалов, приборов электроники и наноэлектроники в соответствии с индивидуальным заданием;

1.2 аналитический обзор литературных источников, анализ и сравнение их между собой;

1.3 систематизация и обобщение всего накопленного материала.

2) Этап выполнения индивидуального практического задания предполагает выполнение следующих работ:

2.1 формулировка постановки задачи на основе анализа разобранных и изученных методов решения аналогичных исследовательских и прикладных задач;

2.2 обзор экспериментальных, расчетных, модельных методов;

2.3 разработка методики решения поставленной задачи с анализом / обоснованием предполагаемого результата исследований.

3) Этап, связанный с анализом полученных результатов, предполагает представление полученных результатов исследования в форме таблиц, графиков и пр., сравнение полученных результатов с результатами в опубликованных источниках.

Одним из важнейших начальных этапов является литературный обзор современного состояния проблематики предметной области.

Обучающиеся на данном этапе самостоятельно работают с литературными источниками – учебными и научными изданиями (учебники, справочные издания, монографии, статьи в научных журналах и сборниках тематических научных конференций, электронные учебники, статьи и материалы, размещенные на официальных Интернет-ресурсах).

Основная работа на третьем этапе – анализ полученных результатов, их интерпретация и корректировка планов исследования.

Заключительная часть – подготовка отчета о проделанной работе с анализом полученных результатов и выводов.

8. ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ (ПО ИТОГАМ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ)

Аттестация по производственной практике проводится руководителем практики от департамента или комиссией от департамента по результатам оценки всех форм работы студента.

Оценка по практике приравнивается к оценкам по теоретическому обучению и учитывается при подведении итогов общей успеваемости студентов. Студенты, не выполнившие программу практики по уважительной причине, имеют право пройти практику вторично. Студенты, не выполнившие программу практики без уважительной причины, считаются не выполнившими учебную программу и отчисляются из университета как

имеющие академическую задолженность в порядке, предусмотренном Уставом ДВФУ.

По итогам производственной практики представляется отчет, который защищается на собеседовании с преподавателем или на заседании комиссии от департамента с выставлением зачета с оценкой. Оценка по практике выставляется руководителем практики в электронной ведомости в день промежуточной аттестации.

Типовые примеры заданий по практике:

- Знакомство с высоковакуумной установкой, операция загрузки/выгрузки образцов, напыление наноструктур.
- Исследование магнитных свойств полученных наноструктур.
- Знакомство с комплексом для получения спиннингованных лент, получение ленты заданного состава.
- Рентгеноструктурное исследование полученных лент.
- Проведение контролируемой кристаллизации полученных лент для создания консолидированного наноматериала.
- Рентгеноструктурное исследование кристаллизованной ленты и анализ результатов.
- Составление отчета, написание статьи и составление презентации доклада по получению и исследованию напыленных нанокристаллических структур.

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, владеет терминологическим аппаратом, умеет объяснять сущность явлений, процессов, 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, владеет терминологическим аппаратом, 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, обнаруживает недостаточное умение давать

	аргументированные ответы и приводить примеры. Допускается несколько ошибок в содержании ответа, неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.
«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не выполнил программу практики, не умеет использовать теоретические знания при выполнении задания по практике, обнаруживает незнание процессов изучаемой предметной области, основных вопросов теории, неумение давать аргументированные ответы, не ответил на основные вопросы во время защиты практики. Допущены серьезные ошибки в содержании отчета; незнание современной проблематики изучаемой области.

Текущий контроль за работой студентов осуществляется во время проведения собеседований, проверки промежуточной отчетности по выполненным индивидуальным заданиям.

Защита производственной практики предусматривает устное выступление по изучаемой теме (утвержденной в индивидуальном задании) с подготовкой и представлением доклада и презентации по результатам проделанной работы. Необходимым допуском на защиту является представление на проверку итогового отчета. Студент должен показать полное знание проблемы, продемонстрировать свободную ориентацию в проблематике предметной области, знание понятий и терминологии, ответить на дополнительные вопросы, отчитаться в выполнении всех видов работ, предусмотренных индивидуальным планом практики.

Отчет по практике должен содержать:

- титульный лист;
- содержание (наименование разделов, страницы);
- введение;
- основную часть отчета (изложение материала по разделам);
- заключение (рассматриваются условия, в которых проходила практика, имевшие место недостатки, а также предложения по улучшению практики);
- список использованных источников;
- необходимые приложения.

Защита отчета

Подготовленный к защите и подписанный руководителем отчет по практике и отзыв руководителя представляется председателю комиссии во время защиты. Без представления отзыва руководителя и подписанного руководителем отчета студент к защите практики не допускается.

Окончательная оценка по производственной практике определяется на основании результатов защиты. При определении оценки принимаются во внимание:

- отзыв руководителя от организации;
- качество содержания и оформления отчета и иллюстративного материала;
- качество доклада;
- качество ответов студента на вопросы в процессе дискуссии.

В процессе защиты студент должен показать, что основные результаты получены им лично. Если в процессе защиты не получено подтверждение наличия у студентов знаний и навыков, необходимых для выполнения данной работы, то оценка может быть «неудовлетворительно» даже при хорошем уровне самой работы.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ

Основная литература

1. Игнатов, А. Н. Классическая электроника и наноэлектроника : учеб. пособие [Электронный ресурс] / А. Н. Игнатов [и др.]. - 3-е изд., стер. - Москва : ФЛИНТА, 2017. - 728 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1032535> – Режим доступа: по подписке
2. Игнатов, А. Н. Наноэлектроника. Состояние и перспективы развития : учеб. пособие [Электронный ресурс] / А. Н. Игнатов. - 2-е изд., стер. - Москва : ФЛИНТА, 2017. - 360 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1032533> – Режим доступа: по подписке
3. Космин, В. В. Основы научных исследований (Общий курс) : учебное пособие [Электронный ресурс] / В. В. Космин. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2021. - 238 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1245074> – Режим доступа: по подписке
4. Раков, Э. Г. Неорганические наноматериалы : учебное пособие [Электронный ресурс] / Э. Г. Раков. - 3-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 480 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/135513> - Режим доступа: для авториз. Пользователей
5. Рыжонков, Д. И. Наноматериалы : учебное пособие [Электронный ресурс] / Д. И. Рыжонков, В. В. Лёвина, Э. Л. Дзидзигури ; художник С. Инфантэ. - 6-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2021. - 368 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/176410> - Режим доступа: для авториз. Пользователей

6. Тимофеев, В. Б. Оптическая спектроскопия объемных полупроводников и наноструктур : учебное пособие [Электронный ресурс] / В. Б. Тимофеев. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 512 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/168751> - Режим доступа: для авториз. пользователей

7. Щука, А. А. Нанoeлектроника : учебное пособие [Электронный ресурс] / А. А. Щука ; под ред. А. С. Сигова. — 5-е изд., электрон. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 345 с. — (Нанотехнологии). — URL: <https://znanium.com/catalog/product/1094369> – Режим доступа: по подписке

8. Юсупов, А. Р. Материалы и методы нанотехнологий : учебное пособие [Электронный ресурс] / А. Р. Юсупов, Д. В. Кондратьев. - Уфа : БГПУ имени М. Акмуллы, 2020. - 99 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/170438> - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

1. Барыбин А.А. Физико-технологические основы макро-, микро- и нанoeлектроники: учебное пособие для вузов / А. А. Барыбин, В. И. Томилин, В. И. Шаповалов ; под общ. ред. А. А. Барыбина. - Москва : Физмат-лит, 2011. - 783 с. - Режим доступа: <https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:675441&theme=FEFU>

2. Беркин, А. Б. Физические основы вакуумной техники [Электронный ресурс] / А. Б. Беркин, А. И. Василевский. - Новосибирск : НГТУ, 2014. - 84 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/546221> – Режим доступа: по подписке

3. Бялик, А. Д. Материалы электронной техники. Полупроводники. Проводниковые материалы. Магнитные материалы : учебное пособие [Электронный ресурс] / А. Д. Бялик, Р. П. Дикарева, Т. С. Романова. - Новосибирск : НГТУ, 2017. - 99 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/118106> - Режим доступа: для авториз. пользователей

4. Валянский, С. И. Наноматериалы: Ленгмюровские пленки : учебное пособие [Электронный ресурс] / С. И. Валянский, Е. К. Наими. - Москва : МИСИС, 2014. - 188 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/69761> - Режим доступа: для авториз. пользователей; - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks56568&theme=FEFU>

5. Васильев, В. Ю. Технология тонких пленок для микро- и нанoeлектроники : учебное пособие [Электронный ресурс] / В. Ю. Васильев. - Новосибирск : НГТУ, 2019. - 107 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/152159> - Режим доступа: для авториз. пользователей

6. Воротынцев, В. М. Базовые технологии микро- и нанoeлектроники : учебное пособие [Электронный ресурс] / В. М. Воротынцев, В. Д. Скупов. - Москва : Проспект, 2017. - 519 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/150495> - Режим доступа: для авториз. пользователей

7. Герман-Галкин, С. Г. Виртуальные лаборатории полупроводниковых систем в среде Matlab-Simulink : учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / С. Г. Герман-Галкин. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 448 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/169382> - Режим доступа: для авториз. пользователей

8. Головин, Ю. И. Основы нанотехнологий [Электронный ресурс] / Ю. И. Головин. - Москва : Машиностроение, 2012. - 656 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/5793> - Режим доступа: для авториз. пользователей.

9. Громов, Д. Г. Металлизация ультрабольших интегральных схем: учебное пособие / Д. Г. Громов. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. - 277с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:277417&theme=FEFU>

10. Гусев, А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии : учебное пособие [Электронный ресурс] / А. И. Гусев. - 2-е изд., испр. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 416 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2173> - Режим доступа: для авториз. Пользователей

11. Зебрев, Г. И. Физические основы кремниевой нанoeлектроники : учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / Г. И. Зебрев. - 4-е изд., электрон. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 243 с. - (Нанотехнологии). - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1094365> – Режим доступа: по подписке; - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/4585.html>

12. Кожухар, В. М. Основы научных исследований [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.М. Кожухар. - М.: Дашков и К, 2013. - 216 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=415587>

13. Колокольцев, С. Н. Углеродные материалы. Свойства, технологии, применения: Учебное пособие [Электронный ресурс] / С. Н. Колокольцев. - Долгопрудный : Интеллект, 2012. - 296 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/365087> – Режим доступа: по подписке

14. Лозовский, В. Н. Нанотехнологии в электронике. Введение в специальность : учебное пособие [Электронный ресурс] / В. Н. Лозовский, С. В. Лозовский. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 332 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/113943> - Режим доступа: для авториз. пользователей

15. Нанoeлектроника: теория и практика : учебник [Электронный ресурс] / В. Борисенко, А. Воробьева, А. Л. Данилюк, Е. Уткина. - 5-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 369 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/151562> - Режим доступа: для авториз. Пользователей

16. Неволин, В. К. Зондовые нанотехнологии в электронике : монография [Электронный ресурс] / В. К. Неволин. - 2-е изд., испр. - Москва : Техносфера, 2014. - 176 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/73521> - Режим доступа: для авториз. пользователей

17. Основы нанотехнологии : учебник [Электронный ресурс] / Н. Т. Кузнецов, В. М. Новоторцев, В. А. Жабрев, В. И. Марголин ; художник И. Е. Марев. - 3-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2021. - 400 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/176415> - Режим доступа: для авториз. пользователей

18. Основы стандартизации, метрологии и сертификации: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям стандартизации, сертификации и метрологии (200400), направлениям экономики (080100) и управления (080500) [Электронный ресурс] / А.В. Архипов [и др.] ; под ред. В.М. Мишина. - М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2017.- 447 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1028741> – Режим доступа: по подписке

19. Прокофьева, Н. И. Физические эффекты нанотехнологий : учебное пособие [Электронный ресурс] / Н. И. Прокофьева, Л. А. Грибов. - Москва : МИСИ – МГСУ, 2013. - 100 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/73625> - Режим доступа: для авториз. пользователей

20. Рамбиди, Н. Г. Физические и химические основы нанотехнологий : учебное пособие [Электронный ресурс] / Н. Г. Рамбиди, А. В. Берёзкин. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 456 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2291> - Режим доступа: для авториз. пользователей

21. Ремпель, А. А. Материалы и методы нанотехнологий : учебное пособие [Электронный ресурс] / А. А. Ремпель, А. А. Валеева. - Екатеринбург : УрФУ, 2015. - 136 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/99097> - Режим доступа: для авториз. пользователей

22. Рогов, В. А. Технология конструкционных материалов. Нанотехнологии : учебник для вузов [Электронный ресурс] / В. А. Рогов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: : Издательство Юрайт, 2020. — 190 с. Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/451888>

23. Склярова, Е. А. Компьютерное моделирование физических явлений [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е. А. Склярова, В. М.

Малютин. - Томск: Томский политехнический университет, 2012. - 152 с. -
Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/5748&book_id=34668

24. Старостин, В. В. Материалы и методы нанотехнологий : учебное пособие [Электронный ресурс] / В. В. Старостин. - 3-е изд. (эл.). - Москва : Лаборатория знаний, 2012. - 431 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/8688> -
Режим доступа: для авториз. пользователей

25. Суздаев, И. П. Нанотехнология. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И. П. Суздаев. – М.: Либроком, 2013. - 592 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:242083&theme=FEFU>

26. Технологические аспекты / [М.В.Акуленок, В.М.Андреев, Д.А.Громов и др.]. – Т. 2 // Введение в процессы интегральных микро - и нанотехнологий: учебное пособие для вузов: в 2 т / под общ. ред. Ю. Н. Коркишко. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010-2011. - Нанотехнологии. – 2011. – 253 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:298095&theme=FEFU>

27. Тупик, Н. В. Компьютерное моделирование [Электронный ресурс] : учебное пособие [Электронный ресурс] / Н. В. Тупик. - Саратов: Вузовское образование, 2013. - 230 с. - 2227-8397. - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/5748&book_id=13016

28. Физико-химические основы технологии микроэлектроники / Ю. Д. Чистяков, Ю. П. Райнова. – Т. 1 // Введение в процессы интегральных микро - и нанотехнологий: учебное пособие для вузов: в 2 т / под общ. ред. Ю. Н. Коркишко. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010-2011. - (Нанотехнологии). – 392 с. – Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:298095&theme=FEFU>

29. Филимонова, Н. И. Методы исследования микроэлектронных и нанозлектронных материалов и структур: сканирующая зондовая микроскопия. Часть 1 [Электронный ресурс] / Н. И. Филимонова, Б. Б. Кольцов. - Новосибирск : НГТУ, 2013. - 134 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/546601> – Режим доступа: по подписке.

30. Щелкачѳв, Н. М. Электрический ток в наноструктурах: кулоновская блокада и квантовые точечные контакты: Учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / Н.М. Щелкачѳв, Я.В. Фоминов. - М.: МФТИ, 2010. - 39 с. <http://window.edu.ru/resource/539/73539>

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
5. Федеральный портал по научной и инновационной деятельности www.sci-innov.ru
6. Электронная библиотека НИЯУ МИФИ www.library.mephi.ru
7. Полнотекстовая база данных ГОСТов, действующих на территории РФ <http://www.vniiki.ru/catalog/gost.aspx>
8. Научная библиотека ДВФУ <http://www.dvfu.ru/web/library/nb1>

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
2. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
3. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки <http://diss.rsl.ru/>
4. Электронная библиотека ФИРЭ <https://fireras.su/biblio/?tag=%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0>
5. Электронная библиотека Европейского математического общества <https://www.emis.de/>
6. Электронные базы данных EBSCO <http://search.ebscohost.com/>
7. Интернет-библиотека образовательных изданий <http://www.iqlib.ru/>
8. Словарь нанотерминов <http://www.nanonewsnet.ru>
9. Нанотехнологии в России <http://www.nanorf.ru>
10. Российский электронный наножурнал http://elementy.ru/nauchno-populyarnaya_biblioteka/431265/Nanotekhnologiya_nanonauka_i_nanoobekt_y_chno_znachit_nano

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса, а также для проведения простых расчетов и построения графиков может использоваться стандартное программное обеспечение компьютерных учебных классов (Windows, Microsoft Office 365, Microsoft Office Professional Plus 2019, Microsoft Teams).

Свободно распространяемое программное обеспечение:

Adobe Reader DC 2015.020 - пакет программ для просмотра электронных публикаций в формате PDF:
[http://www.images.adobe.com/content/dam/acom/en/legal/licenses-terms/pdf/PlatformClients_PC_WWEULA-en_US-20150407_1357.pdf](http://www.images.adobe.com/content/dam/acom/en/legal/licenses/terms/pdf/PlatformClients_PC_WWEULA-en_US-20150407_1357.pdf) ;

IrfanView 4.42 - пакет программ для просмотра (воспроизведения) графических, видео- и аудиофайлов: <http://www.irfanview.com/eula.htm> ;

Python - система программирования - динамический интерактивный объектно-ориентированный язык программирования:
<https://python.ru.uptodown.com/windows/download> ;

Scilab 5.5.2 –система - язык программирования высокого уровня, рассчитанный на научные расчеты: <http://www.scilab.org/scilab/license>;

WhiteStarUML 5.8.6 – программный инструмент моделирования UML, полученный из StarUML, совместимый с Windows 7-10:
<https://github.com/StevenTCramer/WhiteStarUml/blob/master/staruml/deploy/License.txt/>

WinDjView 2.0.2 – программа для просмотра электронных публикаций в формате DJV и DjVu: <https://windjview.sourceforge.io/ru/> Производитель атомно-силовых микроскопов и их различных модификаций:
<http://www.ntmdt.ru/>

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ

Производственная практика студентов проходит с использованием оборудования:

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 установка для молекулярно пучковой эпитаксии, оборудованная эффузионными ячейками Кнудсена (производства Dr. Erbell) и дифрактометром быстрых электронов Specs RHD-30.

4. Комплексная установка для исследования поверхности твердых тел DEL-300.

5. Сканирующий туннельный микроскоп VT UHV STM.
6. Сканирующий туннельный микроскоп Multiprobe Compact.
7. Установка для исследования поверхности твердых тел SIENTA R3000 ARPES.
8. Низкотемпературный сканирующий туннельный микроскоп USM 1500.
9. Установка для исследования поверхности твердых тел ADES-2.
10. Комплексная сверхвысоковакуумная установка Compact .
11. Сканирующий атомно-силовой микроскоп SOLVER P-47.
12. ИК Фурье-спектрометр VERTEX80v, Hyperion1000.
13. Photolithography system Suss MicroTech MJB6 (Germany).

Составитель: Крайнова Г.С., профессор департамента общей и экспериментальной физики ИНТиПМ ДВФУ



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

Институт наукоёмких технологий и передовых материалов (Школа)



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ
Преддипломная практика
Для направления подготовки**

**11.03.04 Электроника и нанoeлектроника
Программа бакалавриата
Электроника и нанoeлектроника**

Владивосток
2022

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ. ПРЕДДИПЛОМНОЙ ПРАКТИКИ

Целями преддипломной практики являются:

- обобщение профессиональных знаний, полученных студентами в процессе обучения, и формирование практических навыков ведения самостоятельной научной работы;
- приобретение опыта в исследовании актуальной научной проблемы, а также подбор необходимых материалов для выполнения выпускной квалификационной работы.

2. ЗАДАЧИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ. ПРЕДДИПЛОМНОЙ ПРАКТИКИ

Задачами производственной преддипломной практики являются:

- анализ исследований по теме выпускной квалификационной работы (ВКР), работа с научной литературой, принципы научного исследования, методы научного исследования, средства научного исследования и т.д.;
- выбор методов решения проблемы - методология, технология исследования, стратегия исследования и т.д.;
- освоение методик (экспериментальных, теоретических) научных исследований;
- сбор необходимого материала для подготовки выпускной квалификационной работы (ВКР).

3. МЕСТО ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ. ПРЕДДИПЛОМНОЙ ПРАКТИКИ В СТРУКТУРЕ ОП

Производственная практика непосредственно ориентирована на профессионально-практическую подготовку бакалавра, входит в блок Б2 «Практика», в часть, формируемую участниками образовательных отношений, учебного плана (Б2.В.04(П)) программы бакалавриата.

Преддипломная практика проводится после освоения всех дисциплин теоретической подготовки и прохождения практик: учебной практики (ознакомительной практики), производственных практик (технологической (проектно-технологической) практики и научно-исследовательской работы).

Для освоения преддипломной практики обучающиеся должны получить в результате освоения предшествующих частей образовательной программы (ОП) базовые теоретические знания, навыки практической работы на научно-исследовательском оборудовании, описания проводимых работ и результатов исследования.

Прохождение преддипломной практики направлено на подготовку выпускной квалификационной работы.

Основными принципами логической и содержательно-методической взаимосвязи данной практики с другими частями ОП являются:

- интеграция и междисциплинарное взаимодействие;
- связь теории с практикой;
- научность, предполагающая соответствие выбранных методов исследования уровню современной науки;
- учет научных интересов студентов;
- деятельностный подход, способствующий формированию активного отношения к приобретению теоретических знаний и практических умений.

4. ТИПЫ, СПОСОБЫ, МЕСТО И ВРЕМЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ. ПРЕДДИПЛОМНОЙ ПРАКТИКИ

Вид практики – производственная практика.

Тип практики – преддипломная практика.

Способ проведения – стационарная или выездная.

Форма проведения – концентрированно, путем выделения в графике учебного процесса непрерывного периода учебного времени в неделях для проведения практики в 8 семестре на 4 курсе (трудоемкость по учебному плану 6 зачетных единиц).

Время проведения производственной практики: в соответствии с учебным планом в течение четырех недель в восьмом семестре обучения после освоения основной образовательной программы (теоретического и практического обучения).

Места проведения практики: преддипломная практика проводится в ДВФУ, на базе лабораторий департамента общей и экспериментальной физики ИНТиПМ ДВФУ, лабораторий Отдела физики поверхности Института автоматизации и процессов управления (ИАПУ) Дальневосточного отделения Российской академии наук (ДВО РАН).

Практика может проводиться в организациях, с которыми заключены договоры о сотрудничестве, а также в структурных подразделениях Университета. Допускается возможность (по согласованию с руководителем образовательной программы) направления на практику в индивидуальном порядке обучающихся, желающих пройти практику в организациях по собственному выбору, если эти организации соответствуют требованиям Положения ДВФУ о практиках.

5. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ

ПРОХОЖДЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ. ПРЕДДИПЛОМНОЙ ПРАКТИКИ

В результате прохождения данной производственной практики обучающийся должен приобрести следующие профессиональные компетенции:

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Научно-исследовательский	ПК-1 Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	ПК-1.1 использует методики построения физических и математических моделей устройств и установок электроники и нанoeлектроники
		ПК-1.2 работает с контрольно-измерительным оборудованием, используемым в нанoeлектронике
		ПК-1.3 применяет средства программирования и компьютерного моделирования при проектировании приборов, схем, установок электроники и нанoeлектроники
	ПК-2 Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения	ПК-2.1 выбирает методики проведения исследований параметров и характеристик устройств и установок электроники и нанoeлектроники
		ПК-2.2 проводит экспериментальные исследования характеристик приборов, схем, устройств электроники и нанoeлектроники
		ПК-2.3 готовит научно-технические отчеты, публикации по результатам выполненных исследований
Производственно-технологический	ПК-3 Способен выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электроники и	ПК-3.1 осуществляет оценку соответствия наноматериалов и наноструктур требованиям технологических инструкций, технической и нормативной документации по проведению измерений их параметров
		ПК-3.2 осуществляет настройку

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
	нанозлектроники	высокотехнологичного оборудования производства материалов и изделий нанозлектроники в соответствии с правилами настройки и эксплуатации
	ПК-4 Способен организовывать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники	ПК-3.3 проводит подготовку к проведению процесса модификации свойств наноматериалов и наноструктур в соответствии с технической и эксплуатационной документацией
		ПК-4.1 применяет методическую базу измерений параметров технологических процессов и тестирования продукта производства
		ПК-4.2 осуществляет поверку, настройку и калибровку электронной измерительной аппаратуры ПК-4.3 обеспечивает метрологическое сопровождение технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники
Сервисно-эксплуатационный	ПК-5 Способен к сервисному обслуживанию измерительного, диагностического, технологического оборудования	ПК-5.1 соблюдает правила эксплуатации технологического оборудования
		ПК-5.2 осуществляет диагностику неполадок и частичный ремонт измерительного, диагностического, технологического оборудования
		ПК-5.3 проводит мониторинг диагностического, технологического оборудования
	ПК-6 Способен осуществлять регламентную проверку технического состояния оборудования, его профилактический осмотр и текущий ремонт	ПК-6.1 производит расчет срока службы расходных материалов и технологических систем
ПК-6.2 формирует заявки на приобретение расходных материалов		
ПК-6.3 осуществляет настройку объектов инфраструктуры чистых производственных помещений		

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения)
ПК-1.1 использует методики построения физических и	Знает методики построения физических и математических моделей устройств и установок

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения)
математических моделей устройств и установок электроники и наноэлектроники	электроники и наноэлектроники
	Умеет строить физические и математические модели узлов, блоков, устройств, установок электроники и наноэлектроники
	Владеет навыками построения физических и математических моделей устройств и установок электроники и наноэлектроники
ПК-1.2 работает с контрольно-измерительным оборудованием, используемым в наноэлектронике	Знает виды контрольно-измерительного оборудования, используемого в наноэлектронике
	Умеет работать с контрольно-измерительным оборудованием, используемым в наноэлектронике, получать достоверные экспериментальные данные
	Владеет навыками работы с контрольно-измерительным оборудованием, используемым в наноэлектронике
ПК-1.3 применяет средства программирования и компьютерного моделирования при проектировании приборов, схем, установок электроники и наноэлектроники	Знает средства программирования, и компьютерного моделирования, используемые при проектировании приборов, схем, установок электроники и наноэлектроники
	Умеет использовать методы и средства программирования, и компьютерного моделирования при проектировании приборов, схем, установок электроники и наноэлектроники
	Владеет навыками программирования и компьютерного моделирования для решения поставленной задачи
ПК-2.1 выбирает методики проведения исследований параметров и характеристик устройств и установок электроники и наноэлектроники	Знает возможные методики проведения исследований различных параметров и характеристик устройств электроники и наноэлектроники
	Умеет выбирать методики для проведения конкретных исследований устройств наноэлектроники
	Владеет навыками выбора методик для проведения исследований конкретных характеристик и параметров устройств наноэлектроники для получения достоверных результатов
ПК-2.2 проводит экспериментальные исследования характеристик приборов, схем, устройств электроники и наноэлектроники	Знает методики проведения экспериментальных исследований характеристик приборов, схем, устройств электроники и наноэлектроники
	Умеет проводить исследования характеристик приборов, схем, устройств электроники и наноэлектроники
	Владеет методами и навыками проведения исследования характеристик приборов, схем, устройств электроники и наноэлектроники
ПК-2.3 готовит научно-технические отчеты, публикации по результатам выполненных исследований	Знает требования оформления научно-технических отчетов, публикаций по результатам выполненных исследований
	Умеет составлять и оформлять научно-технические отчеты, готовить публикации по результатам выполненных исследований с учетом существующих

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения)
	<p>требований</p> <p>Владеет навыками подготовки научно-технических отчетов, публикаций по результатам выполненных исследований в соответствии с предъявляемыми требованиями</p>
ПК-3.1 осуществляет оценку соответствия наноматериалов и наноструктур требованиям технологических инструкций, технической и нормативной документации по проведению измерений их параметров	<p>Знает принципы получения наноматериалов и наноструктур, методы измерения их параметров</p> <p>Умеет осуществлять оценочные расчеты характеристик наноматериалов и наноструктур</p> <p>Владеет навыками оценки соответствия наноматериалов и наноструктур требованиям технологических инструкций, технической и нормативной документации по проведению измерений их параметров</p>
ПК-3.2 осуществляет настройку высокотехнологичного оборудования производства материалов и изделий нанoeлектроники в соответствии с правилами настройки и эксплуатации	<p>Знает принципы работы высокотехнологичного оборудования производства материалов и изделий нанoeлектроники</p> <p>Умеет осуществлять настройку высокотехнологичного оборудования производства материалов и изделий нанoeлектроники</p> <p>Владеет навыками настройки и эксплуатации высокотехнологичного оборудования производства материалов и изделий нанoeлектроники в соответствии с правилами</p>
ПК-3.3 проводит подготовку к проведению процесса модификации свойств наноматериалов и наноструктур в соответствии с технической и эксплуатационной документацией	<p>Знает принципы модификации свойств наноматериалов и наноструктур</p> <p>Умеет осуществлять подготовку к процессу модификации свойств наноматериалов и наноструктур</p> <p>Владеет навыками проведения процессов модификации свойств наноматериалов и наноструктур в соответствии с технической и эксплуатационной документацией</p>
ПК-4.1 применяет методическую базу измерений параметров технологических процессов и тестирования продукта производства	<p>Знает методическую базу измерений параметров технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники</p> <p>Умеет измерять параметры технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники</p> <p>Владеет навыками измерения параметров технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники</p>
ПК-4.2 осуществляет поверку, настройку и калибровку электронной измерительной аппаратуры	<p>Знает принципы учета видов и объемов производственных работ по проверке, настройке и калибровке электронной измерительной аппаратуры</p> <p>Умеет осуществлять поверку, настройку и калибровку электронной измерительной аппаратуры</p> <p>Владеет навыками настройки высокотехнологичного оборудования в соответствии с правилами настройки и эксплуатации</p>

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения)
ПК-4.3 обеспечивает метрологическое сопровождение технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники	Знает принципы технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники
	Умеет осуществлять метрологическое сопровождение технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники
	Владеет навыками метрологического сопровождения технологических процессов
ПК-5.1 соблюдает правила эксплуатации технологического оборудования	Знает принципы работы и правила эксплуатации технологического оборудования
	Умеет использовать нормативные данные эксплуатации технологического оборудования
	Владеет навыками использования технологического оборудования в соответствии с правилами эксплуатации
ПК-5.2 осуществляет диагностику неполадок и частичный ремонт измерительного, диагностического, технологического оборудования	Знает принципы работы измерительного, диагностического, технологического оборудования
	Умеет осуществлять диагностику неполадок и частичный ремонт измерительного, диагностического, технологического оборудования
	Владеет навыками сервисного обслуживания измерительного, диагностического, технологического оборудования
ПК-5.3 проводит мониторинг диагностического, технологического оборудования	Знает методы мониторинга измерительного, диагностического и технологического оборудования, используемого в области электроники и наноэлектроники
	Умеет проводить работы по мониторингу измерительного, диагностического и технологического оборудования
	Владеет навыками мониторинга диагностического, технологического оборудования, используемого в области электроники и наноэлектроники
ПК-6.1 производит расчет срока службы расходных материалов и технологических систем	Знает принципы конструирования технологических систем и регламентированные сроки службы расходных материалов
	Умеет проводить оценочные расчеты срока службы расходных материалов и технологических систем
	Владеет навыками расчета срока службы расходных материалов и технологических систем
ПК-6.2 формирует заявки на приобретение расходных материалов	Знает правила и нормы использования расходных материалов
	Умеет подготавливать документацию на приобретение расходных материалов
	Владеет навыками формирования заявок на приобретение расходных материалов
ПК-6.3 осуществляет настройку объектов инфраструктуры	Знает принципы проектирования чистых производственных помещений

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения)
чистых производственных помещений	Умеет проводить аттестацию чистых производственных помещений
	Владеет навыками настройки объектов инфраструктуры чистых производственных помещений

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ, В ТОМ ЧИСЛЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ

№ п/п	Этапы практики	Виды работ на практике, в том числе практическая подготовка и самостоятельная работа студентов	Трудоемкость (в часах)	Форма текущего контроля
1	Организационный этап	Инструктаж по технике безопасности, получение направления, индивидуального задания, программы и методических указаний. Проверка календарного плана-графика.	4	Собеседование
2	Основной этап	Выполнение заданий по производственной преддипломной практике. Проведение конкретного исследовательского проекта, выполняемого студентом в рамках утвержденной темы научного исследования по направлению обучения и темы выпускной квалификационной работы, в соответствии с планом подготовки ВКР	90	Индивидуальное задание
3	Экспериментальный этап	Изучение, обработка, систематизация материала, определение достаточности и достоверности результатов исследования	100	Дневник практики
4	Заключительный этап – аттестация	Разработка отчета, включающего в себя материалы, характеризующие результаты выполнения заданий. Защита отчета по практике	22	Итоговый отчет
ИТОГО			216 часов	

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ НА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКЕ. ПРЕДДИПЛОМНОЙ ПРАКТИКЕ

В рамках самостоятельной работы обучаемые осуществляют сбор материалов, их обработку и анализ в соответствии с задачами утвержденной темы научного исследования по направлению обучения и темы выпускной квалификационной работы (ВКР), в соответствии с планом подготовки ВКР.

При освоении методов экспериментальных и теоретических исследований, моделирования сред и материалов электроники и наноэлектроники рекомендуется использовать методологический аппарат учебных дисциплин «Основы технологии электронной компонентной базы», «Материалы электронной техники», «Физика конденсированного состояния», «Физико-химия нанокластеров и наноструктур», «Процессы получения наночастиц и наноматериалов. Нанотехнологии», «Синтез и свойства

наноструктурированных материалов» / «Технология создания нанокластеров и наноструктур», «Зондовые нанотехнологии в электронике. Основы нанолитографии» / «Физика сверхбыстродействующих транзисторов для интегральных схем», «Физика и технология квантовых приборов» / «Сканирующие зондовые микроскопы. Литографические методы в электронике», «Физика эпитаксиальных и наноструктурированных пленок» / «Критические явления в конденсированном состоянии», «Методы исследования наноструктур и наноматериалов» / «Кристаллическая структура поверхности твердых тел», «Физика магнитных явлений», а также источники основной и дополнительной литературы, Интернет-ресурсы и др.

На этапе обработки информации и подготовки отчета по практике необходимо учитывать требования и рекомендации к отчету по практике.

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателя.

При выходе на практику на первом установочном занятии каждому студенту выдается в печатном виде индивидуальное задание на практику, в котором описан и детально пояснен каждый этап практики, включая объем и содержание работ, календарный план, формы промежуточной и текущей аттестации.

8. ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ (ПО ИТОГАМ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ)

Аттестация по производственной практике проводится руководителем практики от департамента или комиссией от департамента по результатам оценки всех форм работы студента.

Оценка по практике приравнивается к оценкам по теоретическому обучению и учитывается при подведении итогов общей успеваемости студентов. Студенты, не выполнившие программу практики по уважительной причине, имеют право пройти практику вторично. Студенты, не выполнившие программу практики без уважительной причины, считаются не выполнившими учебную программу и отчисляются из университета как имеющие академическую задолженность в порядке, предусмотренном Уставом ДВФУ.

По итогам производственной практики представляется отчет, который защищается на собеседовании с преподавателем или на заседании комиссии от департамента с выставлением зачета с оценкой. Практикант выступает с 5-10 минутным устным докладом (с обязательной презентацией) по защите отчета и отвечает на заданные вопросы.

Оценка по практике выставляется руководителем практики в электронной ведомости в день промежуточной аттестации.

Типовые примеры вопросов и заданий по практике:

1. Оптоэлектронные полупроводниковые приборы. Термоэлектрические приборы.
2. Основные характеристики КМОП-технологии, в том числе полевого транзистора и КМОП-инвертора.
3. Термическое окисление как физико-технологический процесс формирования интегральных схем.
4. Диффузия как основной механизм формирования интегральных схем.
5. Роль ионной имплантации в физико-технологическом процессе формирования интегральных схем.
6. Методы осаждения пленок, основные характеристики. Тонкопленочная терминология.
7. Фотолитографический процесс – от паровой обработки до мягкого прогрева.
8. Методы литографии для наноразмерных структур. Резисты для оптической литографии и нанолитографии. Методы зондовой нанолитографии.
9. Сканирующие зондовые микроскопы. Сканирующий туннельный микроскоп.
10. Атомно-силовая микроскопия.
11. Зондовые нанотехнологии в электронике. Атомные и кластерные манипуляции. Углеродные наноструктуры.

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, владеет терминологическим аппаратом, умеет объяснять сущность явлений, процессов, 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, владеет терминологическим аппаратом, 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, обнаруживает недостаточное умение давать аргументированные ответы и приводить примеры. Допускается несколько ошибок в содержании ответа, неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.
«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не выполнил программу практики, не умеет использовать теоретические знания при выполнении задания по практике, обнаруживает незнание процессов изучаемой предметной области, основных вопросов теории, неумение давать аргументированные ответы, не ответил на основные вопросы во время защиты практики. Допущены серьезные ошибки в содержании отчета; незнание современной проблематики изучаемой области.

Текущий контроль за работой студентов осуществляется во время проведения собеседований, проверки промежуточной отчетности по выполненным индивидуальным заданиям.

Проведение исследований при прохождении практики включает выполнение заданий общей и специальной (индивидуальной) частей по вопросам подготовки выпускной квалификационной работы:

- анализ исследований по теме ВКР - принципы проектирования, методы проектирования, средства проектирования, стадии жизненного цикла и т.д.;
- выбор методов решения проблемы - методология, технология эксперимента, стратегия эксперимента, теоретическое обоснование и т.д.;
- формирование цели и задач в рамках преддипломной практики.

Специальная (индивидуальная) часть задания по производственной преддипломной практике включает проведение конкретного исследовательского проекта, выполняемого студентом в рамках утвержденной темы научного исследования по направлению обучения и темы выпускной квалификационной работы, в соответствии с планом подготовки ВКР.

Защита производственной практики предусматривает устное выступление по изучаемой теме (утвержденной в индивидуальном задании) с подготовкой и представлением доклада и презентации по результатам проделанной работы. Необходимым допуском на защиту является

представление на проверку итогового отчета. Студент должен показать полное знание проблемы, продемонстрировать свободную ориентацию в проблематике предметной области, знание понятий и терминологии, ответить на дополнительные вопросы, отчитаться в выполнении всех видов работ, предусмотренных индивидуальным планом практики.

Перечень предоставляемых документов и приложений, порядок составления отчета.

Пакет отчетных документов о прохождении практики включает следующие документы:

- бланк направления на практику (при прохождении практики в сторонней организации);
- дневник практиканта;
- текстовый отчет;
- характеристику, составленную руководителем практики от организации или структурного подразделения ДВФУ в случае, когда практика проводится на базе университета;
- индивидуальное задание, включающее мероприятия по плану проведения исследовательского проекта, выполняемого студентом в рамках утвержденной темы научного исследования по направлению обучения и темы выпускной квалификационной работы.

Когда практика проводится на базе организации, документы (бланк направления на практику, характеристика руководителя практики от организации) должны быть заверены подписью руководителя и печатью организации.

Дневник практики включает перечень и краткое описание ежедневных видов работ, выполненных студентом во время практики в соответствии с календарным планом прохождения практики:

ДНЕВНИК ПРАКТИКАНТА

(заполняется ежедневно)

Дата	Рабочее место	Краткое содержание выполняемых работ	Отметки руководителя

Отчет по практике включает: краткую характеристику места практики (организации), цели и задачи практики, описание деятельности, выполняемой в процессе прохождения практики, краткое описание результатов работы в соответствии с заданиями, достигнутые результаты, анализ возникших проблем и варианты их устранения, собственную оценку уровня своей профессиональной подготовки по итогам практики, список использованных источников (печатные издания и электронные ресурсы -

учебники, пособия, справочники, стандарты, отчеты, Интернет-ресурсы и т.п.), приложения (документы или материалы, вынесенные из основной части отчета, носящие иллюстративный характер).

Отчет оформляется в соответствии с требованиями к оформлению письменных работ, выполняемых студентами ДВФУ.

Отчет по практике представляется в печатном виде (титульный лист - по установленной форме) и в электронном виде (файл отчета, включая титульный лист).

Защита отчета

Подготовленный к защите и подписанный руководителем отчет по практике и отзыв руководителя представляется во время защиты. Без представления отзыва руководителя и подписанного руководителем отчета студент к защите практики не допускается.

Окончательная оценка по производственной практике определяется на основании результатов защиты. При определении оценки принимаются во внимание:

- отзыв руководителя от организации;
- качество содержания и оформления отчета и иллюстративного материала;
- качество доклада;
- качество ответов студента на вопросы в процессе дискуссии.

В процессе защиты студент должен показать, что основные результаты получены им лично. Если в процессе защиты не получено подтверждение наличия у студентов знаний и навыков, необходимых для выполнения данной работы, то оценка может быть «неудовлетворительно» даже при хорошем уровне самой работы.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ

Основная литература

1. Дубровский, В. Г. Теоретические основы технологии полупроводниковых наноструктур : учебное пособие [Электронный ресурс] / В. Г. Дубровский. - Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2019. - 225 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/136562> - Режим доступа: для авториз. пользователей

2. Игнатов, А. Н. Классическая электроника и наноэлектроника : учеб. пособие [Электронный ресурс] / А. Н. Игнатов [и др.]. - 3-е изд., стер. -

Москва : ФЛИНТА, 2017. - 728 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1032535> – Режим доступа: по подписке

3. Космин, В. В. Основы научных исследований (Общий курс) : учебное пособие [Электронный ресурс] / В. В. Космин. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2021. - 238 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1245074> – Режим доступа: по подписке

4. Рыжонков, Д. И. Наноматериалы : учебное пособие [Электронный ресурс] / Д. И. Рыжонков, В. В. Лёвина, Э. Л. Дзидзигури ; художник С. Инфантэ. - 6-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2021. - 368 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/176410> - Режим доступа: для авториз. пользователей

5. Смирнов, В. И. Физические основы нанотехнологий и наноматериалы : учебное пособие [Электронный ресурс] / В. И. Смирнов. - Ульяновск : УлГТУ, 2017. - 240 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/165058> - Режим доступа: для авториз. пользователей

6. Смирнов, Ю. А. Физические основы электроники : учебное пособие [Электронный ресурс] / Ю. А. Смирнов, С. В. Соколов, Е. В. Титов. - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 560 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/168522> - Режим доступа: для авториз. пользователей

7. Тимофеев, В. Б. Оптическая спектроскопия объемных полупроводников и наноструктур : учебное пособие [Электронный ресурс] / В. Б. Тимофеев. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 512 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/168751> - Режим доступа: для авториз. пользователей

8. Щука, А. А. Нанoeлектроника : учебное пособие [Электронный ресурс] / А. А. Щука ; под ред. А. С. Сигова. — 5-е изд., электрон. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 345 с. — (Нанотехнологии). – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1094369> – Режим доступа: по подписке

9. Юсупов, А. Р. Материалы и методы нанотехнологий : учебное пособие [Электронный ресурс] / А. Р. Юсупов, Д. В. Кондратьев. - Уфа : БГПУ имени М. Акмуллы, 2020. - 99 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/170438> - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

1. Барыбин, А. А. Электроника и микроэлектроника. Физико-технологические основы : учебное пособие [Электронный ресурс] / А. А.

- Барыбин. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 424 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2105> - Режим доступа: для авториз. пользователей
2. Бобылев, Ю. Н. Физические основы электроники: Учебное пособие / Ю. Н. Бобылев. - М.: Изд-во Московского государственного горного университета, 2005. - 290 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:359536&theme=FEFU>
3. Бонч-Бруевич, В. Л. Физика полупроводников / В. Л. Бонч-Бруевич, С. Г. Калашников. - М.: Наука, 1990. - 685 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:30032&theme=FEFU>
4. Бормонтов, Е. Н. Моделирование зонной структуры полупроводников: Учебное пособие по лекционному курсу «Физика полупроводников» / Е. Н. Бормонтов, Г. В. Быкадорова, А. Е. Гаврилов. - Воронеж: Изд-во ВГУ, 2003. - 33 с. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/241/40241>
5. Бялик, А. Д. Материалы электронной техники. Полупроводники. Проводниковые материалы. Магнитные материалы : учебное пособие [Электронный ресурс] / А. Д. Бялик, Р. П. Дикарева, Т. С. Романова. - Новосибирск : НГТУ, 2017. - 99 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/118106> - Режим доступа: для авториз. пользователей
6. Васильев, В. Ю. Технология тонких пленок для микро- и нанoeлектроники : учебное пособие [Электронный ресурс] / В. Ю. Васильев. - Новосибирск : НГТУ, 2019. - 107 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/152159> - Режим доступа: для авториз. пользователей
7. Воротынцев, В. М. Базовые технологии микро- и нанoeлектроники : учебное пособие [Электронный ресурс] / В. М. Воротынцев, В. Д. Скупов. - Москва : Проспект, 2017. - 519 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/150495> - Режим доступа: для авториз. пользователей
8. Григорьев, Ф. И. Осаждение тонких пленок из низкотемпературной плазмы и ионных пучков в технологии микроэлектроники: Учебное пособие / Ф. И. Григорьев. - М.: Моск. гос. ин-т электроники и математики, 2006. - 36 с. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/783/76783>
9. Ефремов, А. М. Вакуумно-плазменные процессы и технологии: Учебное пособие / А. М. Ефремов, В. И. Светцов, В. В. Рыбкин. - Иваново: ГОУ ВПО Иван. гос. хим.-технол. ун-т, 2006. - 260 с. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/529/69529>
10. Каменская, А. В. Основы технологии материалов микроэлектроники [Электронный ресурс] / А. В. Каменская. - Новосибирск :

НГТУ, 2010. - 96 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/546218> – Режим доступа: по подписке

11. Материаловедение : учебное пособие [Электронный ресурс] / Д. А. Болдырев, С. В. Давыдов, Л. И. Попова, М. Н. Тюрков. - Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 424 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/148345> - Режим доступа: для авториз. пользователей

12. Нанотехнологии в физике. Изучение структурных типов углеродных нанотрубок: учебно-методическое пособие / сост.: Л.А. Битюцкая, Е.С. Машкина, Е.Н. Бормонтов. - Воронеж : ЛОП ВГУ, Воронеж. гос. ун-т, 2006. - 38 с. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/528/73528>

13. Нанoeлектроника: теория и практика : учебник [Электронный ресурс] / В. Борисенко, А. Воробьева, А. Л. Данилюк, Е. Уткина. - 5-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 369 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/151562> - Режим доступа: для авториз. Пользователей

14. Основы нанотехнологии : учебник [Электронный ресурс] / Н. Т. Кузнецов, В. М. Новоторцев, В. А. Жабрев, В. И. Марголин ; художник И. Е. Марев. - 3-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2021. - 400 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/176415> - Режим доступа: для авториз. пользователей

15. Перлин, Е. Ю. Физика твердого тела. Оптика полупроводников, диэлектриков, металлов : учебное пособие [Электронный ресурс] / Е. Ю. Перлин, Т. А. Вартамян, А. В. Федоров. - Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2008. - 216 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/43431> - Режим доступа: для авториз. пользователей

16. Плотников, В. П. Физика проводников и диэлектриков. Учебное пособие [Электронный ресурс] / В. П. Плотников. - Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2006. - 80 с. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/782/21782>

17. Ремпель, А. А. Материалы и методы нанотехнологий : учебное пособие [Электронный ресурс] / А. А. Ремпель, А. А. Валеева. - Екатеринбург : УрФУ, 2015. - 136 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/99097> - Режим доступа: для авториз. пользователей

18. Рогов, В. А. Технология конструкционных материалов. Нанотехнологии : учебник для вузов [Электронный ресурс] / В. А. Рогов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: : Издательство Юрайт, 2020. — 190 с. Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/451888>

19. Рудской, А. И. Нанотехнологии в металлургии [Электронный ресурс] / А. И. Рудской. - СПб.: Наука, СанктПетербургский

государственный политехнический университет, 2007. - 185 с. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/788/73788>

20. Старостин, В. В. Материалы и методы нанотехнологий : учебное пособие [Электронный ресурс] / В. В. Старостин. - 3-е изд. (эл.). - Москва : Лаборатория знаний, 2012. - 431 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/8688> - Режим доступа: для авториз. пользователей

21. Теплухин, Г. Н. Материаловедение: учебное пособие [Электронный ресурс] / Г. Н. Теплухин, В. Г. Теплухин, И. В. Теплухина. - СПб., ГОУ ВПО СПбГТУРП, 2010. - 169 с. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/152/76152>

22. Толмачев, В. В. Физические основы электроники. Учебное пособие [Электронный ресурс] / В. В. Толмачев, Ф. В. Скрипник. - М.: Регулярная и хаотическая динамика, 2011. - 496 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16656>

23. Физико-химические основы технологии микроэлектроники / Ю. Д. Чистяков, Ю. П. Райнова. – Т. 1 // Введение в процессы интегральных микро - и нанотехнологий: учебное пособие для вузов: в 2 т / под общ. ред. Ю. Н. Коркишко. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010-2011. - (Нанотехнологии). – 392 с. – Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:298095&theme=FEFU>

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
5. Федеральный портал по научной и инновационной деятельности www.sci-innov.ru
6. Электронная библиотека НИЯУ МИФИ www.library.mephi.ru
7. Полнотекстовая база данных ГОСТов, действующих на территории РФ <http://www.vniiki.ru/catalog/gost.aspx>
8. Научная библиотека ДВФУ <http://www.dvfu.ru/web/library/nb1>

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>

2. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
3. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки <http://diss.rsl.ru/>
4. Электронная библиотека ФИРЭ <https://fireras.su/biblio/?tag=%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0>
5. Электронная библиотека Европейского математического общества <https://www.emis.de/>
6. Электронные базы данных EBSCO <http://search.ebscohost.com/>
7. Базы данных по физике поверхности полупроводников <http://silicon.dvo.ru/>
8. Интернет-библиотека образовательных изданий <http://www.iqlib.ru/>
9. Нанотехнологии в России <http://www.nanorf.ru>
10. Российский электронный наножурнал http://elementy.ru/nauchno-populyarnaya_biblioteka/431265/Nanotekhnologiya_nanonauka_i_nanoobekty_chno_znachit_nano
11. Ежемесячный междисциплинарный теоретический и прикладной научно-технический журнал «Нано- и микросистемная техника» <http://www.microsystems.ru/>
12. Журнальный портал ФТИ им. А.Ф. Иоффе <http://www.ioffe.ru/journals/>

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса, а также для проведения простых расчетов и построения графиков может использоваться стандартное программное обеспечение компьютерных учебных классов (Windows, Microsoft Office 365, Microsoft Office Professional Plus 2019, Microsoft Teams).

Свободно распространяемое программное обеспечение:

Adobe Reader DC 2015.020 - пакет программ для просмотра электронных публикаций в формате PDF: http://www.images.adobe.com/content/dam/acom/en/legal/licenses/terms/pdf/PlatformClients_PC_WWEULA-en_US-20150407_1357.pdf ;

IrfanView 4.42 - пакет программ для просмотра (воспроизведения) графических, видео- и аудиофайлов: <http://www.irfanview.com/eula.htm> ;

Python - система программирования - динамический интерактивный объектно-ориентированный язык программирования: <https://python.ru.uptodown.com/windows/download> ;

Scilab 5.5.2 –система - язык программирования высокого уровня, рассчитанный на научные расчеты: <http://www.scilab.org/scilab/license>;

WhiteStarUML 5.8.6 – программный инструмент моделирования UML, полученный из StarUML, совместимый с Windows 7-10: <https://github.com/StevenTCramer/WhiteStarUml/blob/master/staruml/deploy/License.txt/>

WinDjView 2.0.2 – программа для просмотра электронных публикаций в формате DJV и DjVu: <https://windjview.sourceforge.io/ru/> Производитель атомно-силовых микроскопов и их различных модификаций: <http://www.ntmdt.ru/>

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ

Преддипломная практика проводится на базе департамента общей и экспериментальной физики ИНТиПМ ДВФУ, в лабораториях и компьютерных аудиториях ИНТиПМ (корпус L кампуса ДВФУ), оснащенных компьютерами классами и мультимедийными (презентационными) системами, с подключением к корпоративной компьютерной сети ДВФУ и сети Интернет. При прохождении практики используется библиотечный фонд научной библиотеки ДВФУ, электронные библиотечные системы (ЭБС), заключившие договор с ДВФУ.

Производственная практика студентов проходит с использованием оборудования:

1. Сверхвысоковакуумная установка поверхностного анализа MULTIPROBE ARUPS «Omicron»: - сканирующая туннельная микроскопия (в диапазоне температур от 40 до 500К), - ультрафиолетовая фотоэлектронная спектроскопия 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 установка для молекулярно пучковой эпитаксии, оборудованная эффузионными ячейками Кнудсена (производства Dr. Erbelle) и дифрактометром быстрых электронов Specs RHD-30.

4. Комплексная установка для исследования поверхности твердых тел DEL-300.

5. Сканирующий туннельный микроскоп VT UHV STM.

6. Сканирующий туннельный микроскоп Multiprobe Compact.

7. Установка для исследования поверхности твердых тел SIENTA R3000 ARPES.
8. Низкотемпературный сканирующий туннельный микроскоп USM 1500.
9. Установка для исследования поверхности твердых тел ADES-2.
10. Комплексная сверхвысоковакуумная установка Compact .
11. Сканирующий атомно-силовой микроскоп SOLVER P-47.
12. ИК Фурье-спектрометр VERTEX80v, Hyperion1000.
13. Photolithography system Suss MicroTech MJB6 (Germany).

При прохождении производственной преддипломной практики на предприятиях используется программное и техническое обеспечение базовых производственных предприятий и организаций.

Составитель: Крайнова Г.С., профессор департамента общей и экспериментальной физики ИНТиПМ ДВФУ