

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Институт физики

УТВЕРЖДАЮ
Директор Института физики,
профессор

С.Б. Вениг

20 21 г.

Программа учебной практики
«Ознакомительная практика»

Направление подготовки
11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»

Профиль подготовки
«Физика и технология твердотельных электронных микро- и наноструктур»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
очная

Саратов,
2021

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	<i>Михайлов А.И.</i>	<i>Михайлов А.И.</i>	17.09.2021
Председатель НМК	Скрипаль Ан.В.	<i>Скрипаль Ан.В.</i>	22.09.2021
Заведующий кафедрой	Михайлов А.И.	<i>Михайлов А.И.</i>	20.09.2021
Специалист Учебно-го управления			

1. Цели учебной практики

Целями учебной практики «Ознакомительная практика» является ознакомление студентов первого курса с организацией производства, с производственными процессами в частности, с наиболее распространёнными технологиями получения материалов электронной промышленности, этапами сборки, тестирования продуктов. Кроме того целью практики является информирование начинающих специалистов о научных направлениях, которые развиваются в университете и его исследовательских лабораториях.

Задачами освоения дисциплины являются:

- усвоение основы организации производства, используемую на предприятии технологию, принципы обучения и повышения квалификации сотрудников;
- знакомство с фундаментальными законами полупроводниковой электроники, принципами функционирования процессов на наноуровне в условиях квантово-размерного ограничения;
- умение взаимодействовать с узкопрофильными специалистами в условиях многозадачности, предлагать свои решения проблемы и последовательно доводить ее до руководства и коллег;
- умение определять ключевые предметы для развития своих профессиональных навыков и ориентироваться на предложения рынка труда;
- овладение навыками составления классификации производственного оборудования и технологических процессов, применения фундаментальных знаний для оценочного расчёта основных параметров процесса, системным подходом к задачам электронной промышленности.

2. Формы учебной ознакомительной практики и способ ее проведения

Учебная практика «Ознакомительная практика» проводится в форме ознакомительных экскурсионных лекций на предприятии электронной промышленности: ОАО НПП «Инжект» и в лабораториях ОНИ «Наноструктур и биосистем» по окончании 2 учебного семестра. Студенты изучают и конспектируют основные составляющие технологического, испытательного и измерительного этапов. Учащиеся проходят ознакомление с перспективными и наиболее развивающимися направлениями, как в мире, так и на конкретном предприятии. Способ проведения учебной практики – стационарная. Тип учебной практики: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности.

3. Место учебной практики в структуре ООП бакалавриата

Учебная ознакомительная практика является обязательной, относится к блоку «Практики» Б2.У.1 и проводится со студентами дневного отделения факультета нано- и биомедицинских технологий СГУ, обучающимися по направлению «Электроника и наноэлектроника» по окончании 2 учебного семестра. Практика базируется на ранее приобретенные студентами умения, навыки и владения, полученные в ходе изучения дисциплины «Введение в специальность» и подготавливает студентов к изучению таких дисциплин, как «Организация и планирование производства», «Основы научно-технического творчества», «Физические основы твердотельной электроники», «Менеджмент и маркетинг в области высоких технологий», «Физика полупроводников», «Твердотельная электроника», «Материалы электронной техники и наноэлектроники».

4. Результаты обучения по практике

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
УК-1. Способен осуществ-	1.1 Б.УК-1. Анализирует	<u>Знать</u> основы организации

<p>лять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</p>	<p>задачу, выделяя ее базовые составляющие. Осуществляет декомпозицию задачи. 2.1_ Б.УК-1. Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи. 3.1_ Б.УК-1. Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки. 4.1_ Б.УК-1. Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки. Отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности. 5.1_ Б.УК-1. Определяет и оценивает практические последствия возможных решений задачи.</p>	<p>производства, используемую на предприятии технологию, принципы обучения и повышения квалификации сотрудников.</p> <p>Уметь ориентироваться на рынке электронной продукции, составлять отчёты по ключевым этапам производственного процесса, применять знание о своих ресурсах и их пределах (личностных, ситуативных, временных и т.д.) для успешного выполнения порученной работы.</p> <p>Владеть навыками составления классификации производственного оборудования и технологических процессов, применения фундаментальных знаний для оценочного расчёта основных параметров процесса, системным подходом к задачам электронной промышленности.</p>
<p>УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)</p>	<p>1.1_ Б.УК-4. Выбирает на государственном и иностранном (-ых) языках коммуникативно приемлемые стиль делового общения, вербальные и невербальные средства взаимодействия с партнерами. 2.1_ Б.УК-4. Использует информационно-коммуникационные технологии при поиске необходимой информации в процессе решения стандартных коммуникативных задач на государственном и иностранном (-ых) языках. 3.1_ Б.УК-4. Ведет деловую переписку, учитывая особенности стилистики официальных и неофициальных писем, социокультурные различия в формате корре-</p>	<p>Знать основные основные термины, относящиеся к производственной тематике, а также шаблоны, помогающие выполнить экспресс-перевод технического текста.</p> <p>Уметь логично, аргументированно формировать собственные суждения и оценки в сфере касающейся современного высокотехнологического производства, грамотно и к месту упоминать технические англоязычные термины электронной промышленности.</p> <p>Владеть навыками ведения</p>

	<p>спонденции на государственном и иностранном (-ых) языках.</p> <p>4.1_ Б.УК-4. Умеет коммуникативно и культурно приемлемо вести устные деловые разговоры на государственном и иностранном (-ых) языках.</p> <p>5.1_ Б.УК-4. Демонстрирует умение выполнять перевод академических и профессиональных текстов с иностранного (-ых) языка (-ов) на государственный язык.</p>	<p>деловой переписки на русском и английском языке, касающейся документации современной электронной промышленности.</p>
<p>УК-5. Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах</p>	<p>1.1_ Б.УК-5. Находит и использует необходимую для саморазвития и взаимодействия с другими информацию о культурных особенностях и традициях различных социальных групп.</p> <p>2.1_ Б.УК-5. Демонстрирует уважительное отношение к историческому наследию и социокультурным традициям различных социальных групп, опирающееся на знание этапов исторического развития России (включая основные события, основных исторических деятелей) в контексте мировой истории и ряда культурных традиций мира (в зависимости от среды и задач образования), включая мировые религии, философские и этические учения.</p> <p>3.1_ Б.УК-5. Умеет недискриминационно и конструктивно взаимодействовать с людьми с учетом их социокультурных особенностей в целях успешного выполнения профессиональных задач и усиления социальной интеграции.</p>	<p>Знать особенности развития и становления человека как личности и специалиста в условиях техносферы, основные принципы организации коллектива в производственном процессе.</p> <p>Уметь находить общий язык с начинающими и опытными специалистами в условиях многозадачности, предлагать свои решения проблемы и последовательно доводить ее до руководства и коллег.</p> <p>Владеть базовыми навыками ведения социокультурного диалога в условиях кратких семинарских занятий и быстрой смены наставников.</p>
<p>УК-6. Способен управлять своим временем, выстраи-</p>	<p>1.1_ Б.УК-6. Применяет знание о своих ресурсах и их</p>	<p>Знать основные принципы</p>

<p>вать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни</p>	<p>пределах (личностных, ситуативных, временных и т.д.) для успешного выполнения порученной работы. 2.1_Б.УК-6. Понимает важность планирования перспективных целей деятельности с учетом условий, средств, личностных возможностей, этапов карьерного роста, временной перспективы развития деятельности и требований рынка труда. 3.1_Б.УК-6. Реализует намеченные цели деятельности с учетом условий, средств, личностных возможностей, этапов карьерного роста, временной перспективы развития деятельности и требований рынка труда. 4.1_Б.УК-6. Критически оценивает эффективность использования времени и других ресурсов при решении поставленных задач, а также относительно полученного результата. 5.1_Б.УК-6. Демонстрирует интерес к учебе и использует предоставляемые возможности для приобретения новых знаний и навыков.</p>	<p>организации рабочего процесса на современном предприятии и понимать необходимость распределения своего времени при совмещении учебы и работы в условиях полного или неполного рабочего дня.</p> <p>Уметь определить ключевые предметы для развития своих профессиональных навыков и ориентироваться на предложения рынка труда.</p> <p>Владеть навыками ведения предпринимательской деятельности, способствующей готовности к разработки и реализации стартап проектов на стадии бизнес-идеи.</p>
<p>ОПК-1. Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности</p>	<p>1.1_Б.ОПК-1. Понимает важность применения фундаментальных законов природы и основных физических и математических законов 2.1_Б.ОПК-1. Аргументированно применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера 3.1_Б.ОПК-1. Использует знания физики и математики при решении конкретных задач инженер-</p>	<p>Знать фундаментальные законы полупроводниковой электронике, принципы функционирования процессов на наноуровне в условиях квантоворазмерного ограничения.</p> <p>Уметь строить зонные диаграммы, иллюстрирующие принцип работы основных полупроводниковых приборов, рассчитывать основные параметры диодов, лазеров и</p>

	ной деятельности	транзисторов. Владеть навыками использования основных объектно ориентированных языков программирования на основе С+ и Python, а также математических пакетов MathCad.
ОПК-3. Владеет методами поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности	1.1_Б.ОПК-3. Использует информационно-коммуникационные технологии при поиске необходимой информации 2.1_Б.ОПК-3. Реализует современные принципы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации 3.1_Б.ОПК-3. Решает задачи обработки данных с помощью современных средств автоматизации. 4.1_Б.ОПК-3. Соблюдает требования информационной безопасности	Знать основные принципы структурирования научных изданий в поисковых системах, этические нормы при использовании результатов других авторов в подготовке своих рефератов или иных видов отчетности касающейся учебного процесса. Уметь отфильтровывать нежелательный контент при поиске необходимой информации, пользоваться современными методами хранения данных во избежание их потери. Владеть способами формирования логично структурированного документа и инструментами распознавания содержания документов в формате невозможном для копирования.
ОПК-4. Способен применять современные компьютерные технологии для подготовки текстовой и конструкторско-технологической документации с учетом требований нормативной документации	1.1_Б.ОПК-4. Использует информационно-коммуникационные технологии при поиске необходимой информации 2.1_Б.ОПК-4. Проектирует решение конкретной задачи, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений 3.1_Б.ОПК-4.	Знать современные интерактивные программные комплексы для выполнения и редактирования текстов, изображений и чертежей. Уметь оценивать соответствие предлагаемых программных пакетов конкретным целям и задачам. Владеть основными мате-

	Применяет современные интерактивные программные комплексы для выполнения и редактирования текстов, изображений и чертежей	математическими и проекторными расчетами для получения начальных условий основных физических процессов в последующий компьютерной обработке.
--	---	--

5. Структура и содержание учебной практики

Общая трудоемкость учебной ознакомительной практики составляет 3 зачетных единиц 108 часов.

№ п/п	Разделы (этапы) практики	Суммарная трудоемкость по всем видам учебной работы на практике, включая самостоятельную работу студентов (в часах)	Формы текущего контроля
1	Введение в практику и техника безопасности	6	Отчёт по технике безопасности
2	Обзор технологий применяемых на производстве	17	Устный отчёт
3	Обзор производственных мощностей	17	Устный отчёт
4	Изучение измерительного участка производства	17	Устный отчёт
5	Изучение тестового участка производства	17	Устный отчёт
6	Работа в исследовательских лабораториях университета	17	Устный отчёт
7	Работа над отчётом по практике	17	Письменный отчёт
	Итого:	108	Зачет

Содержание практики

- 1) Изучение особенностей электронного приборостроения, этапов производственного процесса, технологии получения образцов.
- 2) Знакомство с изготовлением дискретных элементов, последующей сборки их линеек, последующей сборки и монтажа. Знакомство с производством лазеров и лазерных линеек различной мощности и диапазона длин волн.
- 3) Изучение научных направлений исследовательских лабораторий университета на базе ОНИ «Наноструктур и биосистем».

Формы проведения учебной вычислительной практики

Учебная практика «Ознакомительная практика» проводится в форме ознакомительных экскурсионных под руководством и контролем сотрудников предприятия ОАО НПП «Ин-

жент» и ОНИ «Наноструктур и биосистем» СГУ и ответственных за проведение практики преподавателей кафедры физики полупроводников СГУ.

Место и время проведения учебной практики

Учебная практика «Ознакомительная практика» проводится на предприятии электронной промышленности: ОАО НПП «Инжент» и в лабораториях ОНИ «Наноструктур и биосистем» СГУ после окончания 2 семестра ежедневно в течение 2 недель по 6 час.

Формы промежуточной аттестации (по итогам практики)

По итогам учебной ознакомительной практики проводится устный отчет лекторам на предприятиях и в лабораториях, с последующим письменным отчетом на кафедре. Итоговая аттестация проводится в последний день практики. Промежуточная аттестация по ознакомительной практике проводится в ближайшую сессию в форме зачета по результатам подготовки и защиты отчета по практике.

6. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

При прохождении учебной ознакомительной практики используются следующие технологии:

- Лекции и семинары со специалистами
- самостоятельная внеаудиторная работа

Лекционно-семинарская система организации учебного процесса состоит в ознакомлении студентов с оснащением современных лабораторий nanoиндустрии. Студенты знакомятся с различными этапами превращения полупроводниковых гетероструктур в готовые оптоэлектронные компоненты. Они имеют возможность визуально ознакомиться с результатами совместной работы научных сотрудников и инженеров вуза и промышленного предприятия.

Самостоятельная работа сводится к подготовке комплекса устных отчетов по мере прохождения практики для закрепления полученных знаний. После согласования с преподавателем студенты готовят итоговый письменный отчет на одну из предложенных тем.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбор места прохождения практики согласуется с требованием их доступности для данных обучающихся.

Предлагаемые темы лекционных занятий

- 1) Термическое напыление покрытий
- 2) Скрабирование, механическая шлифовка, полировка полупроводниковых пластин
- 3) Фотолитография в микроэлектронике
- 4) Оптические стекла для твердотельных лазеров и их просветление
- 5) Электронная микроскопия и ее возможности
- 6) Фурье-спектроскопия в твердых телах
- 7) Рентгеновская дифрактометрия кристаллических и аморфных объектов

Условия обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья:

- предоставление инвалидам по зрению или слабовидящим возможностей использовать крупноформатные режимы использования мониторов;
- проведение индивидуальных коррекционных консультаций для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья;
- использование индивидуальных графиков обучения и индивидуальных консультаций;
- использование дистанционных образовательных технологий.

7. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов на учебной практике

Самостоятельная работа студентов при прохождении учебной ознакомительной практики проводится в течение всего периода практики и заключается в чтении и изучении литературы, подготовке к письменному отчёту.

Текущая аттестация проводится в форме бесед, индивидуальных консультаций и отчетов о проделанной работе.

Контрольные вопросы для проведения текущей аттестации

1. Дрейфовый и диффузионный токи в полупроводнике. Выражение для плотности полного тока.
2. Контакт металла с полупроводником (КМП). Работа выхода и контактная разность потенциалов. Типы КМП и их зонные модели. Барьер Шоттки. Омический контакт.
3. Этапы производственного процесса
4. Виды технологических мероприятий для подготовки материалов электронной промышленности
5. Какие бывают типы технологий, и в каком случае они применяются
6. Перспективы развития тех или иных видов производства
7. Классификация измерительного оборудования
8. На каких этапах производства необходим контроль и в чём он заключается?
9. Методы компьютерного моделирования применяющиеся в производстве?
10. Перспективные исследования в мире и стране
11. Этап тестирования продукции, способы браковки
12. Физические принципы термического напыления
13. Физические принципы фотолитографии
14. Методы нанесения покрытий
15. Бесконтактные и контактные методы измерений
16. Разрушающие и не разрушающие методы
17. Принципы электронно-зондовой и ионно-зондовой микроскопии
18. Другие виды микроскопии (АСМ, ТМ, ПМ)
19. Экономическая целесообразность и себестоимость продукции

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета во время следующей сессии по итогам защиты отчета по практике.

8. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1. Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности в семестре.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
3	30	0	0	30	0	0	40	100

Программа оценивания учебной деятельности студента

Лекции

Лекции подразумевают форму проведения сходную с семинаром. При этом оценивается как непосредственно присутствие студента на практике, так и его активные действия направленные на получение дополнительной информации – от 0 до 30 баллов.

Практические занятия:

Не предусмотрены

Самостоятельная работа

Анализа полученных результатов, подготовка и защита отчета по практике, выполнение заданий на самостоятельную работу – от 0 до 30 баллов.

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено.

Другие виды учебной деятельности:

Не предусмотрены

Промежуточная аттестация оценивается от 0 до 40 баллов и проводится в 3 семестре в форме зачета на основе защиты отчета по практике.

При проведении промежуточной аттестации в форме зачета:
ответ на «зачтено» оценивается от 25 до 40 баллов;
ответ на «не зачтено» оценивается от 0 до 25 баллов.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента по учебной практике «Ознакомительная практика» при проведении промежуточной аттестации в 3 семестре в форме зачета составляет 100 баллов.

Пересчет полученной студентом суммы баллов по учебной практике «Ознакомительная практика» в зачет осуществляется в соответствии с Таблицей 2.

Таблица 2. Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по практике в зачет

60 баллов и более	«зачтено»
меньше 60 баллов	«не зачтено»

10. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной практики

а) литература:

1. Юрков Н.К. Технология производства электронных средств: учебник. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2014. – 480 с.
2. Киреев В.Ю. Нанотехнологии в микроэлектронике. Нанолитография - процессы и оборудование. Издательский Дом ИНТЕЛЛЕКТ. 2016. – 328 с. (в ЗНБ СГУ 5 экз.)
3. Айхлер Ю., Айхлер Г.И. Лазеры: исполнение, управление, применение. – М.: Техносфера, 2008. – 440 с. (в ЗНБ СГУ 1 экз.)
4. Неволин В.К. Квантовая физика и нанотехнологии. – М.: Техносфера, 2013. – 129 с. (в ЗНБ СГУ 5 экз.)
5. Наноструктуры в электронике и фотонике. Под ред. Рахмана Ф. – М.: Техносфера. 2010. – 344 с. (в ЗНБ СГУ 5 экз.)
6. Лич Р. Инженерные основы измерений нанометровой точности, пер. с англ. Учебное пособие. Издательский Дом ИНТЕЛЛЕКТ. 2012. (в ЗНБ СГУ 30 экз.)
7. Смирнов Ю.А., Соколов С.В., Титов Е.В.. Основы нано- и функциональной электроники. Учебное пособие, 2-е изд., испр. Лань. 2013. (в ЗНБ СГУ 7 экз.)

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. <http://www.nanometr.ru/>
2. <http://ntsr.info/>
3. <http://www.nanonewsnet.ru/>
4. <http://www.rusnanonet.ru/>

5. Зональная научная библиотека им. В.А. Артисевич Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского. – Режим доступа: <http://library.sgu.ru/>
6. Каталог образовательных Интернет-ресурсов. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/window/>

11. Материально-техническое обеспечение учебной практики

Учебная практика «Ознакомительная практика» проводится на предприятии ОАО НПП «Инжект», производящее лазеры и лазерные линейки различной мощности и диапазона длин волн. А также в лабораториях образовательного - научного института «Наноструктур и биосистем», оснащенных ионно-зондовыми приборами, вакуумным напылительным оборудованием, сканирующим электронным микроскопом, микрозондовой лабораторией Integra Spectra.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом Примерной ООП ВО по направлению 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» и профилю «Физика и технология твердотельных электронных микро- и наноструктур».

Автор: Шишкин М.И.

Программа одобрена на заседании кафедры физики полупроводников 22 мая 2019 г., протокол № 6.

Программа актуализирована в 2021г. и одобрена на заседании кафедры физики твердого тела от 20 октября 2021 года, протокол № 2.