

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор Института физики,
д.ф.-м.н., профессор
С.Б. Вениг
2023 г.



Рабочая программа дисциплины
Технологическая практика


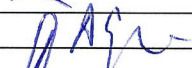

Направление подготовки бакалавриата
11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»

Профиль подготовки бакалавриата
«Микро- и наноэлектроника,
диагностика нано- и биомедицинских систем»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
очная

Саратов,
2023 г.

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Феклистов В.Б.		08.06.23
Председатель НМК	Скрипаль Ан.В.		08.06.23
Заведующий кафедрой	Скрипаль Ал.В.		08.06.23
Специалист Учебного управления			

1. Цели производственной практики

Целью технологической практики является формирование у обучающихся практических навыков и компетенций в сфере проектирования и производства изделий твердотельной электроники СВЧ – диапазона. Формирование навыков регулировки изделий электронной аппаратуры и приборов.

Задачей технологической практики является освоение студентами принципов конструирования твердотельных приборов; методов автоматизированного проектирования основных функциональных узлов СВЧ - изделий; способов монтажа полупроводниковых приборов в схемы и сборки изделий; методов измерения основных электрических параметров СВЧ - изделий.

2. Тип (форма) производственной практики и способ ее проведения

Технологическая практика проводится в форме заводской практики.

Тип практики - технологическая практика. По способу проведения практика является стационарной.

3. Место производственной практики в структуре ООП бакалавриата

Технологическая практика относится к обязательной части блока Б2 «Практика» и проводится у студентов очной формы обучения Института физики СГУ, проходящих подготовку по направлению 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», профиль подготовки «Микро- и наноэлектроника, диагностика нано- и биомедицинских систем», по окончании летней экзаменационной сессии 6 учебного семестра. Практика базируется на ранее приобретенных студентами знаниях по физике, математике, химии, термодинамике и статистической физике, электродинамике сплошных сред, кристаллографии и кристаллофизике, теоретическим основам радиоэлектроники, физике полупроводников и подготавливает студентов к изучению в последующих семестрах таких дисциплин как «Микроэлектроника и наноэлектроника», «Технология материалов и структур электроники», «Твердотельная электроника», а также к выполнению выпускных квалификационных работ.

4. Результаты обучения по практике

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
<p>УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений</p>	<p>1.1_Б.УК-2. Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач.</p> <p>2.1_Б.УК-2. Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений.</p> <p>3.1_Б.УК-2. Решает конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время</p> <p>4.1_Б.УК-2. Публично представляет результаты решения конкретной задачи проекта.</p>	<p>Знать систему электрических параметров, характеризующих изделия электронной техники СВЧ - диапазона, схемы включения активных элементов, методы монтажа активных элементов, технологические приёмы изготовления полупроводниковых приборов;</p> <p>правила формулирования совокупности взаимосвязанных задач, обеспечивающих достижение поставленной цели проекта</p> <p>Уметь пользоваться измерительной аппаратурой, составлять техническое задание на разработку изделия; планировать решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений; решать конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время.</p> <p>Владеть навыками выбора элементной базы, проектирования топологии микрополосковых плат, расчёта электрических параметров изделий, регулировки изделий электронной аппаратуры и приборов; приёмами публичного представления результатов решения конкретной задачи проекта.</p>
<p>УК-8 Способен создавать и поддерживать в</p>	<p>1.1_Б.УК-8. Обеспечивает безопасные и/или</p>	<p>Знать правила и нормы охраны труда и производственной</p>

<p>повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов</p>	<p>комфортные условия труда на рабочем месте. 2.1_Б.УК-8. Выявляет и устраняет проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте. 3.1_Б.УК-8. Осуществляет действия по предотвращению возникновения чрезвычайных ситуаций (природного и техногенного происхождения) на рабочем месте.</p>	<p>санитарии; порядок действий в случае возникновения чрезвычайных ситуаций.</p> <p>Уметь выявлять и устранять проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте.</p> <p>Владеть методикой проведения мероприятий по предотвращению возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного происхождения на рабочем месте.</p>
<p>ОПК-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных</p>	<p>1.1_Б.ОПК-2. Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи. 2.1_Б.ОПК-2. Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки. 3.1_Б.ОПК-2. Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач. 4.1_Б.ОПК-2. Аргументированно выбирает способы и средства измерений и проведения экспериментальных исследований. 5.1_Б.ОПК-2. Способен применять методы обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений.</p>	<p>Знать способы и средства измерений и проведения экспериментальных исследований изделий твердотельной СВЧ-электроники</p> <p>Уметь находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи; рассматривать возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки; формулировать в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Прогнозировать ожидаемые результаты решения выделенных задач</p> <p>Владеть методами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений</p>
<p>ПК-1 Способен</p>	<p>1.1_Б. ПК-1. Осуществляет</p>	<p>Знать порядок настройки и</p>

<p>подготавливать лабораторное оборудование и проводить измерения физических параметров материалов на лабораторном оборудовании</p>	<p>настройку и калибровку измерительной аппаратуры, выбирает необходимые эталоны, контролирует исправность и условия хранения аппаратуры и эталонов. 2.1_Б. ПК-1. Проводит измерение параметров образцов и вносит результаты в протоколы измерений. 3.1_Б. ПК-1. Оценивает достоверность результатов измерений и влияние внешних факторов на процессы измерений.</p>	<p>калибровки измерительной аппаратуры</p> <p>Уметь выбирать необходимые эталоны, контролировать исправность и условия хранения измерительной аппаратуры и эталонов; оценивать достоверность результатов измерений и влияние внешних факторов на процессы измерений; вносить результаты в протоколы измерений</p> <p>Владеть навыками проведения измерений параметров электронных устройств</p>
<p>ПК-2 Способен проводить контроль параметров качества изделий микроэлектроники и анализировать причины брака</p>	<p>1.1_Б. ПК-2. Контролирует параметры формируемых слоев и конструктивных элементов. 2.1_Б. ПК-2. Выявляет и анализирует причины возникновения брака при производстве изделий микроэлектроники. 3.1_Б. ПК-2. Работает с конструкторской и технологической документацией.</p>	<p>Знать основные параметры реализуемых технологических процессов производства изделий твердотельной СВЧ-электроники</p> <p>Уметь контролировать параметры формируемых слоев и конструктивных элементов изделий твердотельной СВЧ-электроники</p> <p>Владеть методикой выявления и анализа технологических факторов, вызывающих погрешности изготовления изделий твердотельной СВЧ-электроники; навыками работы с конструкторской и технологической документацией</p>
<p>ПК-3 Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований в области электроники и наноэлектроники</p>	<p>1.1_Б. ПК-3. Проводит критический анализ современной научно-технической литературы и информационных ресурсов. 2.1_Б. ПК-3. Проводит теоретические и экспериментальные исследования в области электроники и наноэлектроники. 3.1_Б. ПК-3. Обрабатывает и анализирует результаты</p>	<p>Знать методики проведения теоретических и экспериментальных исследований параметров и характеристик узлов и блоков твердотельной СВЧ-электроники</p> <p>Уметь проводить критический анализ современной научно-технической литературы и информационных ресурсов</p> <p>Владеть методикой обработки и</p>

	теоретических и экспериментальных исследований в области электроники и наноэлектроники.	анализа результатов теоретических и экспериментальных исследований в области твердотельной СВЧ-электроники
--	---	--

5. Структура и содержание производственной практики

Общая трудоемкость технологической практики составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Разделы (этапы) практики	Трудоемкость (в часах)	Формы текущего контроля
1	Подготовительный этап	8	Опрос по итогам прохождения инструктажей по технике безопасности и пожарной безопасности
2	Экспериментальный этап	86	Проверка протоколов испытаний
3	Этап обработки и анализа полученной информации	88	Проверка промежуточных результатов обработки полученной информации
4	Этап подготовки отчёта	34	Контроль за ходом написания отчета
	Итого:	216	
	Промежуточная аттестация		Зачёт с оценкой

Содержание практики

1. Подготовительный этап. На данном этапе проводится ознакомление студентов с структурой подразделений АО «НПП «Алмаз» и АО «НПЦ «Алмаз-Фазотрон», в которых будет проходить практика, проводится вводный инструктаж по технике безопасности и правилам пожарной

безопасности на предприятии и первичный инструктаж по технике безопасности непосредственно на рабочих местах практикантов.

2. Экспериментальный этап.

2.1. Ознакомление с системой параметров, характеризующих изделия электронной техники СВЧ – диапазона, этапами разработки технического задания.

2.2. Выбор элементной базы. Ознакомление с методиками измерения электрических параметров элементов.

2.3. Изучение схем построения функциональных узлов, схем включения активных элементов, принципиальной электрической схемы изделия.

2.4. Микрополосковая линия передачи. Гибридная интегральная схема. Методы монтажа корпусных и бескорпусных активных элементов в схему.

2.5. Освоение проектирования топологии микрополосковой платы, программ, используемых при проектировании.

2.6. Освоение технологии изготовления микрополосковых плат и фотошаблонов.

2.7. Освоение технологии изготовления полевого транзистора, монолитной интегральной схемы.

2.8. Освоение методов измерения электрических параметров изделий и регулировки изделий.

3. Этап обработки и анализа полученной информации.

На данном этапе практиканты занимаются обработкой полученных результатов с использованием компьютеров, проводят детальный анализ полученной информации.

4. Этап подготовки отчёта

На данном этапе практиканты оформляют отчёт по итогам прохождения практики, консультируясь с руководителем практики.

Формы проведения производственной практики.

Технологическая практика проводится в форме заводской практики.

Место и время проведения производственной практики

Технологическая практика проводится в производственно-технологических подразделениях АО «НПЦ «Алмаз-Фазотрон» и АО «НПП «Алмаз» после окончания летней экзаменационной сессии 6 семестра в течение 4 недель.

Формы промежуточной аттестации (по итогам практики).

По итогам технологической практики составляется отчёт в письменной форме, проводится его публичная защита. По результатам защиты отчёта в зимнюю сессию 7 семестра выставляется зачёт с оценкой.

6. Образовательные технологии, используемые на производственной практике.

При проведении технологической практики используются следующие образовательные технологии:

- Исследовательские методы в обучении
- Проблемное обучение

При реализации программы практики предусмотрены встречи с известными специалистами и экспертами.

Условия прохождения практики для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья:

Технологическая практика для студентов-инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья проводится с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

Выбор мест и способов прохождения технологической практики для обучающихся инвалидов и лиц с ОВЗ осуществляется с учетом требований их доступности, а также рекомендованных условий и видов труда. В таком случае структура технологической практики адаптируются под конкретные ограничения возможностей здоровья обучающегося и отражается в индивидуальном задании на практику.

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

Самостоятельная работа студентов при прохождении технологической практики проводится в течение всего периода практики и заключается в изучении литературы, поиске информации в Интернете, подготовке к практическим занятиям, подготовке отчета по практике

Контрольные вопросы для проведения текущей аттестации

1 Система параметров, характеризующих изделия электронной техники СВЧ – диапазона. Разработка технического задания.

2 Выбор элементной базы. Измерение электрических параметров элементов.

3 Схемы построения функциональных узлов. Схемы включения активных элементов. Принципиальная электрическая схема изделия.

4 Микророскопическая линия передачи. Гибридная интегральная схема. Методы монтажа корпусных и бескорпусных активных элементов в схему.

5 Проектирование топологии микророскопической платы, программы, используемые при проектировании.

6 Технология изготовления микророскопических плат, фотошаблоны.

7 Технология изготовления полевого транзистора. Монолитная интегральная схема.

8 Методы измерения электрических параметров изделий, регулировка изделий.

8. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1.2 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

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
6	0	0	0	30	0	40	0	70
7	0	0	0	0	0	0	30	30
Итого	0	0	0	30	0	40	30	100

Программа оценивания учебной деятельности студента 6 семестр

Лекции

Не предусмотрены.

Лабораторные занятия

Не предусмотрены.

Практические занятия:

Не предусмотрены.

Самостоятельная работа

Выполнение заданий на самостоятельную работу – от 0 до 30 баллов.

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено.

Другие виды учебной деятельности:

Проведение работ на промышленных технологических установках в соответствии с индивидуальным заданием на практику – от 0 до 40 баллов.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 6 семестр по производственной практике «Технологическая практика» составляет **70** баллов.

7 семестр

Лекции

Не предусмотрены.

Лабораторные занятия

Не предусмотрены.

Практические занятия:

Не предусмотрены.

Самостоятельная работа

Не предусмотрена

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено.

Другие виды учебной деятельности:

Не предусмотрены

Промежуточная аттестация (зачёт с оценкой)

Промежуточная аттестация проводится в форме защиты отчёта по практике. При этом учитывается качество оформления отчёта, выступление студента на защите и ответы на задаваемые вопросы.

При проведении промежуточной аттестации защита на «отлично» / зачтено оценивается от 21 до 30 баллов

защита на «хорошо» / зачтено оценивается от 11 до 20 баллов

защита на «удовлетворительно» / зачтено оценивается от 6 до 10 баллов

защита на «неудовлетворительно» / не зачтено оценивается от 0 до 5 баллов

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 7 семестр по производственной практике «Технологическая практика» составляет **30** баллов.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 6 и 7 семестры по производственной практике «Технологическая практика» составляет **100** баллов.

Таблица 2.2 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по производственной практике «Технологическая практика» в оценку (зачёт с оценкой):

86 - 100 баллов	«отлично»/зачтено
70 - 85 баллов	«хорошо» /зачтено
50 - 69 баллов	«удовлетворительно» /зачтено
меньше 50 баллов	«неудовлетворительно» /не зачтено

Текущие индивидуально набранные студентами баллы доводятся до их сведения 2 раза за время прохождения практики: в конце 2 и 4 недель практики.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение производственной практики

а) литература:

1. Полупроводниковые приборы: учеб. пособие / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин. - 9-е изд., стер. – СПб.; М.; Краснодар : Лань, 2009. – 478 с. **Гриф МО РФ** (В ЗНБ СГУ 134 экз.)
2. Шалимова К. В. Физика полупроводников [**Электронный ресурс**]: учебник. - 4-е изд., стер. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2021. – 384 с. – ЭБС " ЛАНЬ " . — URL: <https://e.lanbook.com/book/167840>
3. Введение в процессы интегральных микро- и нанотехнологий **Т. 1** : Физико-химические основы технологии микроэлектроники / Ю. Д. Чистяков, Ю. П. Райнова. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2010. - 392 с. (В ЗНБ СГУ 15 экз)
4. Ансельм А. И. Введение в теорию полупроводников [**Электронный ресурс**] : учеб. пособие. – М. : Лань, 2016. - 624 с. **Гриф НМС МО РФ**. – ЭБС «ЛАНЬ» . — URL: <https://e.lanbook.com/book/168898>
5. Основы физики полупроводников: учеб. пособие / Г. Г. Зегря, В. И. Перель. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 335 с. **Гриф УМО** (В ЗНБ СГУ 30 экз)
6. Лебедев А.И. Физика полупроводниковых приборов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 487 с. **Гриф УМО** (В ЗНБ СГУ 35 экз)
7. Соколова Ж.М. Микроволновые приборы и устройства [**Электронный ресурс**]: учебное пособие/ Соколова Ж.М. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2009.— 272 с.— ЭБС «IPRbooks» . — URL: <https://www.iprbookshop.ru/13945.html>
8. Соколова Ж.М. Приборы и устройства СВЧ, КВЧ и ГВЧ диапазонов [**Электронный ресурс**]: учебное пособие/ Соколова Ж.М.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем

- управления и радиоэлектроники, 2012.— 283 с. **Гриф УМО ЭБС «IPRbooks»**. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/13961.html>
9. Физика работы полупроводниковых приборов в схемах СВЧ / Д. А. Усанов, А. В. Скрипаль. - Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 1999. – 373 с. (В ЗНБ СГУ 6 экз)
 10. Тяжлов В.С., Посадский В.Н. Проектирование СВЧ-усилителей на GaAs полевых транзисторах: учебно-методическое пособие. — Саратов: Издательство Саратовского университета, 2019. — 36 с. (В ЗНБ СГУ 38 экз.)
 11. Тяжлов, В. С. Проектирование СВЧ-усилителей на GaAs полевых транзисторах [**Электронный ресурс**]: учебно-методическое пособие / В. С. Тяжлов, В. Н. Посадский. — Саратов : Издательство Саратовского университета, 2019. — 36 с. — ЭБС «IPRbooks». — URL: <https://www.iprbookshop.ru/99039.html>, ЭБС «ЛАНЬ». — URL: <https://e.lanbook.com/book/148852>

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Windows XP Prof
2. Антивирус Касперского 6.0 для Windows Workstations
3. Microsoft Office профессиональный 2010
4. MathCad 14.0
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/>
7. Microwave Journal. – Режим доступа: <http://www.mwjjournal.com/Archives/>
8. Проектирование и конструирование СВЧ интегральных устройств. – Режим доступа: <http://www.reflist.ru/doc/3146.shtml>

10. Материально-техническое обеспечение производственной практики

Технологическая практика проводится на предприятиях АО «НПП «Алмаз» и АО «НПЦ «Алмаз-Фазотрон», в научных и производственных подразделениях, оснащённых компьютерной техникой, технологическим и контрольно-испытательным оборудованием, используемым для производства и контроля параметров СВЧ - изделий.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» с учётом профиля

подготовки «Микро- и наноэлектроника, диагностика нано- и биомедицинских систем».

Автор доцент В. Б. Феклистов

Программа одобрена на заседании кафедры физики твердого тела 08.06.2023 г. протокол № 10.