

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

"21" 09 2021 г.

Программа производственной практики

**Технологическая практика**

Направление подготовки бакалавриата

11.03.04 «Электроника и микроэлектроника»

Профиль подготовки бакалавриата

«Микро- и микроэлектроника,  
диагностика микро- и биомедицинских систем»

Квалификация (степень) выпускника




Бакалавр

Форма обучения

очная

Саратов,

2021 г.

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватели-разработчики	Посадский В.Н. Тяжлов В.Н.		20.09.21
Председатель НМК	Скрипаль Ан.В.		20.09.21
Заведующий кафедрой	Посадский В.Н.		20.09.21
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><b>УК-2</b> 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><b>1.1_Б.УК-2.</b> Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач.</p> <p><b>2.1_Б.УК-2.</b> Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений.</p> <p><b>3.1_Б.УК-2.</b> Решает конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время</p> <p><b>4.1_Б.УК-2.</b> Публично представляет результаты решения конкретной задачи проекта.</p>	<p><b>Знать</b> 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><b>Уметь</b> 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><b>Владеть</b> 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><b>УК-8</b> Способен создавать и поддерживать в</p>	<p><b>1.1_Б.УК-8.</b> Обеспечивает безопасные и/или</p>	<p><b>Знать</b> 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.  <b>2.1_Б.УК-8.</b> Выявляет и устраняет проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте.  <b>3.1_Б.УК-8.</b> Осуществляет действия по предотвращению возникновения чрезвычайных ситуаций (природного и техногенного происхождения) на рабочем месте.</p>	<p>санитарии;  порядок действий в случае возникновения чрезвычайных ситуаций.    <b>Уметь</b> выявлять и устранять проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте.    <b>Владеть</b> методикой проведения мероприятий по предотвращению возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного происхождения на рабочем месте.</p>
<p><b>ОПК-2</b> Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных</p>	<p><b>1.1_Б.ОПК-2.</b> Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи.  <b>2.1_Б.ОПК-2.</b> Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки.  <b>3.1_Б.ОПК-2.</b> Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач.  <b>4.1_Б.ОПК-2.</b> Аргументированно выбирает способы и средства измерений и проведения экспериментальных исследований.  <b>5.1_Б.ОПК-2.</b> Способен применять методы обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений.</p>	<p><b>Знать</b> способы и средства измерений и проведения экспериментальных исследований изделий твердотельной СВЧ-электроники    <b>Уметь</b> 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    <b>Владеть</b> методами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений</p>
<p><b>ПК-1</b> Способен</p>	<p><b>1.1_Б. ПК-1.</b> Осуществляет</p>	<p><b>Знать</b> 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.  <b>2.1_Б. ПК-1.</b> Проводит измерение параметров образцов и вносит результаты в протоколы измерений.  <b>3.1_Б. ПК-1.</b> Оценивает достоверность результатов измерений и влияние внешних факторов на процессы измерений.</p>	<p>калибровки измерительной аппаратуры</p> <p><b>Уметь</b> 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><b>Владеть</b> навыками проведения измерений параметров электронных устройств</p>
<p><b>ПК-2</b> Способен проводить контроль параметров качества изделий микроэлектроники и анализировать причины брака</p>	<p><b>1.1_Б. ПК-2.</b> Контролирует параметры формируемых слоев и конструктивных элементов.  <b>2.1_Б. ПК-2.</b> Выявляет и анализирует причины возникновения брака при производстве изделий микроэлектроники.  <b>3.1_Б. ПК-2.</b> Работает с конструкторской и технологической документацией.</p>	<p><b>Знать</b> основные параметры реализуемых технологических процессов производства изделий твердотельной СВЧ-электроники</p> <p><b>Уметь</b> контролировать параметры формируемых слоев и конструктивных элементов изделий твердотельной СВЧ-электроники</p> <p><b>Владеть</b> методикой выявления и анализа технологических факторов, вызывающих погрешности изготовления изделий твердотельной СВЧ-электроники; навыками работы с конструкторской и технологической документацией</p>
<p><b>ПК-3</b> Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований в области электроники и наноэлектроники</p>	<p><b>1.1_Б. ПК-3.</b> Проводит критический анализ современной научно-технической литературы и информационных ресурсов.  <b>2.1_Б. ПК-3.</b> Проводит теоретические и экспериментальные исследования в области электроники и наноэлектроники.  <b>3.1_Б. ПК-3.</b> Обрабатывает и анализирует результаты</p>	<p><b>Знать</b> методики проведения теоретических и экспериментальных исследований параметров и характеристик узлов и блоков твердотельной СВЧ-электроники</p> <p><b>Уметь</b> проводить критический анализ современной научно-технической литературы и информационных ресурсов</p> <p><b>Владеть</b> методикой обработки и</p>

	теоретических и экспериментальных исследований в области электроники и нанoeлектроники.	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
	<b>Итого:</b>	<b>216</b>	
	<b>Промежуточная аттестация</b>		<b>Зачёт с оценкой</b>

### 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 адаптируется 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 Микророскоковая линия передачи. Гибридная интегральная схема. Методы монтажа корпусных и бескорпусных активных элементов в схему.

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

6 Технология изготовления микророскоковых 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
<b>Итого</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>40</b>	<b>30</b>	<b>100</b>

### **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».

Авторы:

зав. кафедрой В. Н. Посадский

доцент В. С. Тяжлов

Программа разработана в 2019 году и одобрена на заседании кафедры твердотельной электроники СВЧ на базе АО «НПЦ «Алмаз-Фазотрон» от 03 сентября 2019 года, протокол № 1.

Программа актуализирована в 2021 году и одобрена на заседании кафедры твердотельной электроники СВЧ на базе АО «НПЦ «Алмаз-Фазотрон» от 20 сентября 2021 года, протокол № 2.