

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

Рассмотрена и утверждена на заседании

Ученого совета

факультета радиотехники и

электроники

18 сентября 2020 г.

протокол № 1

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета радиотехники и  
электроники

Небольсин В.А.

«18» сентября 2020 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПРАКТИКИ**

Б2.В.01(У) Технологическая практика

**Направление подготовки** 11.04.04 Электроника и микроэлектроника

**Профиль** Интегральные системы и устройства в микро- и микроэлектронике

**Квалификация выпускника** магистр

**Нормативный период обучения** 2 года / 2 года и 3 м.

**Форма обучения** очная / заочная

**Год начала подготовки** 2020

Автор программы

Винокуров А.А.

Заведующий кафедрой

полупроводниковой

электроники и

микроэлектроники

Руководитель ОПОП

Рембеза С.И.

Рембеза С.И.

Воронеж 2020

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ПРАКТИКИ**

**1.1 Цели практики** – закрепление и углубление теоретических знаний, полученных при изучении естественнонаучных и профессиональных дисциплин. Получение профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, обучение работе с технологическим оборудованием, получение опыта ведения самостоятельной практической работы.

### **1.2 Задачи прохождения практики:**

- изучение методов и средств проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации;
- проведение выбора перспективных материалов, технологических процессов и оборудования производства изделий микроэлектроники;
- выполнение теоретических и экспериментальных исследований в соответствии с поставленными задачами;
- обработка данных с помощью современных средств автоматизации.

## **2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРАКТИКИ**

Вид практики – учебная

Тип практики – технологическая

Форма проведения практики – дискретно

Способ проведения практики – стационарная

Место проведения практики – кафедра полупроводниковой электроники и наноэлектроники ВГТУ.

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

Практика Б2.В.01(У) «Технологическая практика» относится к части блока Б2 учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

## **4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ ПРАКТИКИ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Процесс прохождения практики «Технологическая практика» направлен на формирование следующих компетенций:

**ПК-9:** способность разработки технологического маршрута на изготовление изделий «система в корпусе» на основе технического задания;

**ПК-10:** теоретическая и практическая готовность к применению современных технологических процессов и технологического оборудования на этапах разработки и производства приборов и устройств микро- и наноэлектроники;

**ПК-11:** способность аргументировано идентифицировать новые области исследований, новые проблемы в сфере электроники и наноэлектроники, проектирования, технологии изготовления и применения новых функциональных материалов и устройств.

<b>Код компетенции</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>
ПК-9	<b>знать</b> методическую базу для определения параметров технологических процессов изготовления и тестирования изделий «система в корпусе»;
	<b>уметь</b> выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования;
	<b>владеть</b> навыками настройки высокотехнологичного оборудования в соответствии с правилами настройки и эксплуатации.
ПК-10	<b>знать</b> современные технологические процессы производства изделий твердотельной электроники;
	<b>уметь</b> решать задачи обработки данных с помощью современных средств автоматизации;
	<b>владеть</b> навыками разработки технологических процессов производства изделий микро- и наноэлектроники.
ПК-11	<b>знать</b> современные принципы поиска, хранения, обработки, анализа и применения полученной информации при производстве изделий твердотельной электроники;
	<b>уметь</b> проводить обоснованный выбор перспективных материалов, технологических процессов и оборудования производства изделий микроэлектроники;
	<b>владеть</b> навыками метрологического сопровождения технологических процессов.

## 5. ОБЪЕМ ПРАКТИКИ

Общий объем практики составляет 6 з.е., ее продолжительность – 4 недели.

Форма промежуточной аттестации: зачет с оценкой.

## 6. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ

### 6.1 Содержание разделов практики и распределение трудоемкости по этапам

№ п/п	Наименование этапа	Содержание этапа	Трудоемкость, час
1	Подготовительный этап	Проведение собрания по организации практики. Знакомство с целями, задачами, требованиями к практике и формой отчетности. Распределение заданий. Инструктаж по	10

		охране труда и пожарной безопасности	
2	Практическая работа	Выполнение индивидуальных заданий. Сбор практического материала.	120
3	Подготовка отчета	Обработка материалов практики, подбор и структурирование материала для раскрытия соответствующих тем для отчета. Оформление отчета. Предоставление отчета руководителю.	80
4	Защита отчета	Зачет с оценкой	6
<b>Итого</b>			216

## **7. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ПРАКТИКЕ**

### **7.1 Подготовка отчета о прохождении практики**

Аттестация по итогам практики проводится в виде зачета с оценкой на основе экспертной оценки деятельности обучающегося и защиты отчета. По завершении практики студенты в последний день практики представляют на выпускающую кафедру: дневник практики, включающий в себя отзыв руководителя практики о работе студента в период практики с оценкой уровня и оперативности выполнения им задания по практике, отношения к выполнению программы практики и т.п.; отчет по практике, включающий текстовые, табличные и графические материалы, отражающие решение предусмотренных заданием на практику задач. В отчете приводится анализ поставленных задач; выбор необходимых методов и инструментальных средств для решения поставленных задач; результаты решения задач практики; общие выводы по практике.

Типовая структура отчета:

- 1 титульный лист;
- 2 содержание;
- 3 введение (цель практики, задачи практики);
- 4 практические результаты прохождения практики;
- 5 заключение;
- 6 список использованных источников и литературы;
- 7 приложения (при наличии).

### **7.2 Этап промежуточного контроля знаний**

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 2 семестре для очной формы обучения; в 2 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно».

Компе-	Результаты обучения,	Экспертная	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
--------	----------------------	------------	---------	--------	--------	----------

тенция	характеризующие сформированность компетенции	оценка результатов				
ПК-9	<b>знать</b> методическую базу для определения параметров технологических процессов изготовления и тестирования изделий «система в корпусе»;	2- полное освоение знания 1 – неполное освоение знания 0 – знание не освоено	Более 80% от максимально возможного количества баллов	61%-80% от максимально возможного количества баллов	41%-60% от максимально возможного количества баллов	Менее 41% от максимально возможного количества баллов
	<b>уметь</b> выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования;	2- полное приобретение умения 1 – неполное приобретение умения 0 – умение не приобретено				
	<b>владеть</b> навыками настройки высокотехнологичного оборудования в соответствии с правилами настройки и эксплуатации.	2- полное приобретение владения 1 – неполное приобретение владения 0 – владение не приобретено				
ПК-10	<b>знать</b> современные технологические процессы производства изделий твердотельной электроники;	2- полное освоение знания 1 – неполное освоение знания 0 – знание не освоено	Более 80 % от максимально возможного количества баллов	61 % - 80 % от максимально возможного количества баллов	41 % - 60 % от максимально возможного количества баллов	Менее 41 % от максимально возможного количества баллов
	<b>уметь</b> решать задачи обработки данных с помощью современных средств автоматизации;	2- полное приобретение умения 1 – неполное приобретение умения 0 – умение не приобретено				
	<b>владеть</b> навыками разработки технологических процессов производства изделий микро- и нанoeлектроники.	2- полное приобретение владения 1 – неполное приобретение владения 0 – владение не приобретено				
ПК-11	<b>знать</b> современные принципы поиска, хранения, обработки, анализа и применения полученной информации при производстве изделий твердотельной электроники;	2- полное освоение знания 1 – неполное освоение знания 0 – знание не освоено	Более 80 % от максимально возможного количества баллов	61 % - 80 % от максимально возможного количества баллов	41 % - 60 % от максимально возможного количества баллов	Менее 41% от максимально возможного количества баллов
	<b>уметь</b> проводить обоснованный выбор перспективных материалов, технологических процессов и оборудования производства изделий микроэлектроники;	2- полное приобретение умения 1 – неполное приобретение умения 0 – умение не приобретено				
	<b>владеть</b> навыками метрологического сопровождения технологических процессов.	2- полное приобретение владения 1 – неполное приобретение владения 0 – владение не приобретено				

Экспертная оценка результатов освоения компетенций производится руководителем практики.

## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения практики**

1. Щука А.А. Электроника: учеб. пособие / А.А. Щука; под ред. А.С. Сигова. – СПб: БХВ-Петербург, 2005. – 800 с.
2. Пасынков В.В. Материалы электронной техники: учебник / В.В. Пасынков, В.С. Сорокин. – 6-е изд., стереотип. – СПб. : Лань, 2004 – 368 с.
3. Пасынков В.В. Полупроводниковые приборы: учеб. пособие / В.В. Пасынков, Л.К. Чиркин. – 9-е изд., стереотип. – М.: Лань, 2009. – 480 с.
4. Лозовский В.Н. Нанотехнология в электронике. Введение в специальность: учеб. пособие / В.Н. Лозовский, Г.С. Константинова, С.В. Лозовский. – СПб.: Лань, 2008. – 336 с.
5. Технология, конструкции и методы моделирования кремниевых интегральных микросхем: в 2-х ч. Ч. 1: Технологические процессы изготовления кремниевых интегральных схем и их моделирование / М. А. Королёв и др.; под общей ред. чл.-корр. РАН проф. Ю. А. Чаплыгина. – 3-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 397 с.
6. Малышева И.А. Технология производства интегральных микросхем: учебник / И.А. Малышева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 1991. – 344 с.
7. Черняев В.М. Технология производства интегральных микросхем и микропроцессоров: учебник для вузов / В.Н. Черняев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 1987. – 464 с.
8. Парфенов О.Д. Технология микросхем: учеб. пособие для вузов / О.Д. Парфенов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 318 с.
9. Данилина Т.И. Технология СБИС: учеб. пособие / Т.И. Данилина, В.А. Кагадей. – Томск: ТУСУР, 2007. – 287 с.
10. Энциклопедия технологии полупроводниковых материалов / пер. с англ. Э.П. Домашевской. Т.1: Электронная структура и свойства полупроводников / под ред. К.А. Джексона, В. Шретера. – Воронеж: Водолей, 2004. – 967 с.
11. Готра З.Ю. Технология микроэлектронных устройств: справочник. – М.: Радио и связь, 1991. – 528 с.
12. ГОСТ 2.105-2019. ЕСКД. Общие требования к текстовым документам. – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2019. – 35 с.

### **8.2 Перечень ресурсов сети «Интернет», необходимых для проведения практики**

<https://www.elibrary.ru> – электронная научная библиотека  
Единое окно доступа к информационным ресурсам <http://window.edu.ru>  
<https://old.education.schgeu.ru> – образовательный портал ВГТУ

### **8.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по практике, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

База практики обеспечена необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения и сертифицированными программными и аппаратными средствами защиты информации.

Рабочее место студента для прохождения практики оборудовано аппаратным и программным обеспечением (как лицензионным, так и свободно распространяемым), необходимым для эффективного решения поставленных перед студентом задач и выполнения индивидуального задания. Для защиты (представления) результатов своей работы студенты используют современные средства представления материала аудитории, а именно мультимедиа презентации.

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИКИ**

1. Лабораторное оборудование кафедры полупроводниковой электроники и наноэлектроники.

2. Дисплейный класс, оснащенный компьютерными программами для выполнения расчетов и рабочими местами для самостоятельной подготовки обучающихся с выходом в «Интернет».

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1			
2			
3			