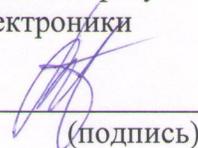


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)

«УТВЕРЖДАЮ»

Председатель Ученого совета факультета радиотехники и электроники

проф. Небольсин В.А.



(подпись)

2016 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

Технологическая практика

(наименование дисциплины по учебному плану ООП)

для направления подготовки (специальности): 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника
(код, наименование)

Профиль подготовки (специализация): Микроэлектроника и твердотельная электроника
(название профиля, магистерской программы, специализации по УП)

Форма обучения очная Срок обучения нормативный

Кафедра полупроводниковой электроники и нанoeлектроники
(наименование кафедры-разработчика УМКД)

УМКД разработал: Меньшикова Т.Г., к.ф.-м.н.
(Ф.И.О., ученая степень авторов разработки)

Рассмотрено и одобрено на заседании методической комиссии ФРТЭ
(наименование факультета)

Протокол № 5 от «22» 01 2016 г.

Председатель методической комиссии Москаленко А.Г.
(Ф.И.О)



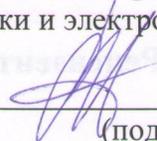
Воронеж 2016 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
 ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 (ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)

«УТВЕРЖДАЮ»

Председатель Ученого совета факультета радиотехники и электроники

проф. Небольсин В.А.



(подпись)

2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Технологическая практика»

(наименование дисциплины (модуля) по УП)

Закреплена за кафедрой: полупроводниковой электроники и наноэлектроники

Направление подготовки (специальности): 11.03.04 Электроника и наноэлектроника
 (код, наименование)

Профиль: «Микроэлектроника и твердотельная электроника»
 (название профиля по УП)

Часов по УП: 162; Часов по РПД: 162;

Часов по УП (без учета часов на экзамены): 162; Часов по РПД: 162;

Часов на самостоятельную работу по УП: 0

Часов на самостоятельную работу по РПД: 117 (72 %)

Общая трудоемкость в ЗЕТ: 4,5;

Виды контроля в семестрах (на курсах): Экзамены - 0; Зачеты – 0; Зачеты (с оценкой) - 4;

Курсовые проекты - 0; Курсовые работы - 0.

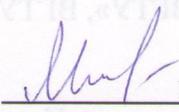
Форма обучения: очная;

Срок обучения: нормативный.

Распределение часов дисциплины по семестрам

Вид занятий	№ семестров, число учебных недель в семестрах																		
	1 / 18		2 / 18		3 / 18		4 / 18		5 / 18		6 / 18		7 / 18		8 / 12		Итого		
	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	
Лекции								24											24
Лабораторные																			
Практические							21												21
Ауд. занятия							162	45											162 45
Сам. работа							117												117
Итого							162	162											162 162

Сведения о ФГОС, в соответствии с которым разработана рабочая программа дисциплины (модуля) – 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника». Утвержден приказом Министерства образования Российской Федерации от 12 марта 2015 г. №218.

Программу составил:  к.ф.-м.н. Меньшикова Т.Г.
(подпись, ученая степень, ФИО)

Рецензент(ы): Коваленко П.Ю., к.т.н., зам. гл. инженера АО «ВЗПП-С»

Рабочая программа дисциплины составлена на основании учебного плана подготовки бакалавров по направлению 11.03.04 “Электроника и наноэлектроника”, профиль “Микроэлектроника и твердотельная электроника”.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры полупроводниковой электроники и наноэлектроники

протокол № 9 от 16.07 2016 г.

Зав. кафедрой ППЭНЭ  С.И. Рембеза

Вид з/к-т	№ семестров, время учебных занятий в семестрах											
	1/18	2/18	3/18	4/18	5/18	6/18	7/18	8/18	9/18	10/18	11/18	12/18
Лекции				24								
Лабораторные												
Примерные				21								
Авт. занятия				48	162							
Сам. работа				117								
Итого				162	162							162

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Целью практики является формирование системы знаний по технологии производства полупроводниковых приборов и интегральных схем, изучение промышленного оборудования.
1.2	Для достижения цели ставятся задачи:
1.2.1	освоение студентами процесса основных технологических процессов в производстве полупроводниковых приборов и ИС;
1.2.2	ознакомление с промышленным оборудованием основных технологических операций.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Цикл (раздел) ООП: Б2	код дисциплины в УП: Б2.П.1
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося	
Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь базовую подготовку по дисциплинам	
Б1.Б.7	Химия
Б1.В.ОД.8	Физическая химия материалов и процессов электронной техники
Б1.В.ОД.9	Основы научных исследований и техника эксперимента
Б1.В.ОД.11	Введение в электронику и нанoeлектронику
2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее	
Б1.Б.19	Основы технологии электронной компонентной базы
Б1.В.ОД.13	Технология материалов электронной техники
Б1.В.ОД.17	Технология изделий электроники и нанoeлектроники

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПК-7	способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности
ПКВ-1	способностью владеть современными методами расчета и проектирования микроэлектронных приборов и устройств твердотельной электроники, способностью к восприятию, разработке и критической оценке новых способов их проектирования
ПКВ-2	готовностью к применению современных технологических процессов и технологического оборудования на этапах разработки и производства микроэлектронных приборов и устройств твердотельной электроники

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	современные тенденции развития технологий в области микро- и нанoeлектроники (ОПК-7);
3.1.2	этапы технологического процесса изготовления изделий микро- и нанoeлектроники (ПКВ-1);
3.1.3	основные требования по технике безопасности при работе на производстве (ОПК-7)
3.1.4	общие сведения о базовых технологических операциях (ОПК-7);
3.2	Уметь:
3.2.1	осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования приборов и устройств различного функционального назначения (ПКВ-1);
3.2.2	организовывать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники (ПКВ-1);
3.2.3	разрабатывать базовые технологические операции в производстве ИС (ПКВ-1);
3.3	Владеть:
3.3.1	навыками сбора, обработки, анализа и систематизации отечественной и зарубежной научно-технической информации по тематике исследования в области микро- и нанoeлектроники (ПКВ-2);
3.3.2	навыками анализа и систематизации результатов исследований, представлять материалы в виде отчетов, публикаций, презентаций (ПКВ-2);
3.3.3	навыками работы с основным технологическим оборудованием (ПКВ-2).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ

Общая трудоемкость учебной практики составляет 4,5 зачетные единицы, 162 часов.

Практика проводится согласно заключенным договорам с производственными предприятиями, научно-производственными организациями и учреждениями базового профиля.

Практика проводится на ведущих предприятиях и в организациях г. Воронежа:

- Воронежский завод полупроводниковых приборов – Сборка (ВЗПП-С);
- Воронежский завод полупроводниковых приборов – Микрон (ВЗПП-М);
- Научно-производственное объединение «РиФ».

За время практики обучающийся должен получить представление об организации производственного процесса на предприятии либо в его подразделении. При прохождении практики в подразделениях, связанных с производством продукции, обучающемуся следует детально ознакомиться с организацией производства, технологическими процессами и используемым оборудованием, методами управления качеством. В случае прохождения практики в учреждении обучающемуся следует изучить программное обеспечение, используемое при проектировании изделий.

№ п/п	Разделы (этапы) практики	Виды работы на практике, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Всего часов	Формы текущего контроля
		лекции	экскурсии	научно-исследоват. работа	самостоят. работа		
1	Инструктаж по технике безопасности	3			4	7	отчет
2	Механическая обработка полупроводниковых материалов	2	2	2	4	10	Отчет
3	Литографические процессы в производстве ИМС	2	2	2	4	10	Отчет
4	Получение изолирующих слоев	2	2	2	4	10	Отчет
5	Получение диффузионных р-п переходов	2	2	2	4	10	Отчет
6	Промышленное оборудование	2	1		4	7	Отчет
7	Ионная имплантация в кремний	2	2	2	4	10	Отчет
8	Особенности микро и нанотехнологии	3			4	7	Отчет
9	Экспериментальная часть	3			35	38	Отчет
10	Подготовка отчета, сдача зачета	3			50	53	отчет, зачет
Итого		24	11	10	117	162	

План-график проведения технологической практики

№ недели	№ п/п	Виды работ студентов и организационных мероприятий	Аудиторных занятий час.
1	1	Организационное собрание. Инструктаж по технике безопасности. Цели и задачи практики.	3
	2	Основные задачи и виды механической обработки полупроводников. Методы резания полупроводниковых слитков на пластины и кристаллы (лекция). Демонстрация образцов. Работа над отчетом.	3
	3	Сравнительная характеристика различных методов резания. Шлифование пластин. Механизмы шлифования. Основные характеристики процесса шлифования. Основные характеристики процесса полирования. Демонстрация образцов. Работа над отчетом. Экскурсия на участок механической обработки.	3

	4	Литография. Резисты. Разрешающая способность. Фотолитография. Фоторезисты и их основные характеристики. Основные операции фотолитографического процесса. Подготовка поверхности. Нанесение резиста. Термообработка. Совмещение и экспонирование (лекция). Экскурсия на участок фотолитографии. Демонстрация образцов. Работа над отчетом.	3
	5	Виды фотошаблонов. Проявление фоторезиста. Термообработка. Удаление маски. (лекция). Работа над отчетом.	3
2	6	Требования к диэлектрическим слоям в технологии электроники. Пленки диоксида кремния. Кинетика термического окисления кремния. (лекция). Экскурсия на производственный участок. Демонстрация образцов. Работа над отчетом.	3
	7	Технология термического окисления в сухом кислороде. Технология термического окисления в парах воды. Окисление во влажном кислороде. Дефекты, возникающие при термическом окислении кремния. Работа над отчетом.	3
	8	Место диффузионных процессов в полупроводниковой технологии. Кинетика процесса диффузии. Механизмы диффузии (лекция). Экскурсия на производственный участок. Демонстрация образцов. Работа над отчетом	3
	9	Технологические разновидности диффузионного легирования. Особенности применения диффузии в биполярной и МДП-технологии. Работа над отчетом.	3
	10	Промышленное оборудование для производства изделий твердотельной электроники (лекция). Экскурсия по цеху. Работа над отчетом.	3
3	11	Принцип легирования методом внедрения ионов в твердое тело. Возможности и перспективы применения ионного легирования в производстве ИМС (лекция). Экскурсия на производственный участок. Демонстрация образцов. Работа над отчетом	3
	12	Особенности применения ионного легирования в планарной биполярной и МДП-технологии. Работа над отчетом	3
	13	Перспективные технологические методы в производстве ИС. Тенденции развития технологических процессов микро- и нанoeлектроники. Работа над отчетом.	3
	14	Сведения по теории надежности изделий электронной техники (лекция). Работа над отчетом.	3
	15	Подготовка к зачету и сдача зачета по практике	3
ИТОГО:			45

Индивидуальное задание включает теоретический вопрос по одной из операций планарной технологии и практическое задание по одной из технологических операций производства твердотельной электроники.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ И НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ НА УЧЕБНОЙ ПРАКТИКЕ

	В рамках прохождения учебной практики предусмотрены следующие образовательные технологии:
5.1	Лекции: информационные лекции.
5.2	Научно-исследовательская работа (ознакомление с оборудованием, приборами, проведение эксперимента, измерений, выполнение расчетов): <ul style="list-style-type: none"> – выполнение индивидуального задания, - оформление и защита отчета;
5.3	Самостоятельная работа студентов: <ul style="list-style-type: none"> – изучение теоретического материала, – подготовка к экспериментальной работе, – работа с учебно-методической литературой, – составление и оформление отчета, - подготовка к зачету
5.4	Консультации по всем вопросам учебной практики.

ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ (ПО ИТОГАМ ПРАКТИКИ) — дифференцированный зачет (зачет с оценкой).

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ

1. Основная литература				
№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы издания. Вид издания	Обеспеченность
1.1	Новокрещенова Е.П.	Введение в микроэлектронику: учебное пособие. Воронеж: ВГТУ	2012 Магнитный носитель	1,0
1.2	Аваев Н.А., Наумов Ю.Е. Фролкин В.Т.	Основы микроэлектроники: Учеб. пособие для вузов. М.: Радио и связь	1991 Печат.	1,0
1.3	Парфенов О.Д.	Технология микросхем: учеб. пособие для вузов. М.: Высш. шк.	1986, Печат.	0,6
2. Дополнительная литература				
2.1	Щука А.А.	Электроника: учеб. пособие для вузов. СПб.: БХВ-Петербург	2006 Печат.	0,5
3 Методические разработки				
3.1	Липатов Г.И.	Методические указания по выполнению отчета по технологической практике. Воронеж: ВГТУ, 2010. 56 с.	Метод. указ., 2010	1,0

4 Программное обеспечение и интернет ресурсы	
4.1	Презентации и учебные фильмы
	http://perst.issp.ras.ru — информационный бюллетень «Перспективные технологии» http://www.nanodigest.ru — интернет-журнал о нанотехнологиях http://www.nano-info.ru — сайт о современных достижениях в области микро- и нанотехнологий http://www.kit.ru — журнал «Компоненты и технологии». http://www.strf.ru — журнал «Электроника: наука, технология, бизнес».

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1	Производственные мощности предприятий: <ul style="list-style-type: none"> • Воронежский завод полупроводниковых приборов – Сборка (ВЗПП-С); • Воронежский завод полупроводниковых приборов – Микрон (ВЗПП-М); • Научно-производственное объединение «РиФ».
7.2	Дисплейный класс, оснащенный компьютерными программами и проекторами
7.3	Натурные лекционные демонстрации: демонстрации изделий электроники и микроэлектроники: дискретных приборов, интегральных микросхем; образцов полупроводниковых материалов, подложек микросхем, фотошаблонов и др.
7.4	Плакаты и наглядные пособия из фонда кафедры ППЭНЭ

**Карта обеспеченности рекомендуемой литературой
по дисциплине «Технологическая практика»**

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы издания. Вид издания	Обеспеченность
1. Основная литература				
1.1	Новокрещенова Е.П.	Введение в микроэлектронику: учебное пособие. Воронеж: ВГТУ	2012 Магнитный носитель	1
1.2	Аваев Н.А., Наумов Ю.Е. Фролкин В.Т.	Основы микроэлектроники: Учеб. пособие для вузов. М.: Радио и связь	1991 Печат.	1
1.3	Парфенов О.Д.	Технология микросхем: учеб. пособие для вузов. М.: Высш. шк.	1986 Печат.	0,6
2. Дополнительная литература				
2.1	Щука А.А.	Электроника: учеб. пособие для вузов. СПб.: БХВ-Петербург	2006 Печат.	0,5
3 Методические разработки				
3.1	Липатов Г.И.	Методические указания по выполнению отчета по технологической практике. Воронеж: ВГТУ, 56 с.	Метод. указ., 2010	1

Зав. кафедрой _____ С.И. Рембеза

Директор НТБ _____ Т.И. Буковшина

«УТВЕРЖДАЮ»
Председатель Ученого совета фа-
культета радиотехники и электро-
ники

_____ Небольсин В.А.
(подпись)

_____ 201__ г.

Лист регистрации изменений (дополнений) УМКД

Технологическая практика

В УМКД вносятся следующие изменения (дополнения):

Изменения (дополнения) в УМКД обсуждены на заседании кафедры полупроводниковой электроники и нанoeлектроники

Протокол № _____ от «___» _____ 20__ г.

Зав. кафедрой ППЭНЭ

С.И. Рембеза

Изменения (дополнения) рассмотрены и одобрены методической комиссией ФРТЭ

Председатель методической комиссии ФРТЭ

А.Г. Москаленко

«Согласовано»

С.И. Рембеза

«УТВЕРЖДАЮ»
Председатель Ученого совета фа-
культета радиотехники и электро-
ники


Небольсин В.А.
(подпись)

_____ 201__ г.

Лист регистрации изменений (дополнений) УМКД

Технологическая практика

В УМКД вносятся следующие изменения (дополнения):

Изменения (дополнения) в УМКД обсуждены на заседании кафедры полупроводниковой электроники и наноэлектроники

Протокол № 9 от «16» снт 2016 г.

Зав. кафедрой ППЭНЭ



С.И. Рембеза

Изменения (дополнения) рассмотрены и одобрены методической комиссией ФРТЭ

Председатель методической комиссии ФРТЭ



А.Г. Москаленко

«Согласовано»



С.И. Рембеза

Лист регистрации изменений

Порядковый номер изменения	Раздел, пункт	Вид изменения (заменить, аннулировать, добавить)	Номер и дата приказа об изменении	Фамилия и инициалы, подпись лица, внесшего изменение	Дата внесения изменения