МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета _____ Небольсин В.А.
«30» августа 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Практические основы специальности»

Направление подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Профиль Микроэлектроника и твердотельная электроника

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2017

Автор программы _____ / Т.Г. Меньшикова /

Заведующий кафедрой Полупроводниковой электроники и наноэлектроники _____ / С. И Рембеза /

Руководитель ОПОП _____ / С.И Рембеза /

Воронеж 2017

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цели дисциплины является формирование основных понятий микроэлектроники, изучение технологического процесса изготовления интегральных микросхем.

1.**2 Задачи освоения дисциплины** сформировать представление о роли микроэлектроники в современном мире, ее влиянии на развитие науки и техники, о значимости будущей профессии; ознакомить с основными технологическими операциями изготовления интегральных микросхем; сформировать способность самостоятельной работы с литературой по специальности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина (модуль) «Практические основы специальности» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока ФТД учебного плана.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Основы технологии электронной компонентной базы» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1 способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-1	Знать технологические принципы изготовления изделий микроэлектроники.
	Уметь использовать основные термины и понятия микроэлектроники.
	Владеть навыками работы с технической литературой.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины Основы технологии электронной компонентной базы» составляет 2 зачетных(е) единиц(ы).

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		1	2	3	4
Аудиторные занятия (всего)	72	72			
В том числе:					
Лекции	36	36			
Практические занятия (ПЗ)					
Лабораторные работы (ЛР)	36	36			
Самостоятельная работа	72	72			
Курсовой проект (работа) (есть, нет)					
Контрольная работа (есть, нет)					
Вид промежуточной аттестации (зачет, зачет с оценкой, экзамен)	зачет	зачет			
Общая трудоемкость час	72	72			
зач. ед.	2	2			

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Основные определения и понятия микроэлектроники	Исторический обзор. Полупроводниковые материалы. Полупроводниковые интегральные схемы. Основные принципы интегральной технологии. Гибридные и совмещенные интегральные схемы. Классификация интегральных микросхем. Степень интеграции.	12	12		24
2	Общая характеристика технологического процесса изготовления интегральных микросхем	Основные этапы технологии интегральных микросхем. Выбор полупроводникового материала. Получение полупроводникового материала. Получение полупроводниковых пластин. Получение эпитаксиальных структур. Методы формирования элементов интегральных микросхем. Общая характеристика технологического процесса. Типы структур интегральных микросхем. Требования к кремниевым пластинам. Микроклимат и производственная гигиена.	12	12		24
3	Основные технологические операции планарной технологии	Получение диэлектрических пленок. Свойства пленки двуокиси кремния. Травление. Термическая диффузия примесей. Ионное легирование. Эпитаксия. Термическое окисление кремния. Нанесение тонких пленок. Проводники соединений и контакты в полупроводниковых интегральных микросхемах. Литография.	12	12		24
		Итого	**36**	**36**		**72**

5.2 Перечень лабораторных работ

Получение монокристаллического слитка

Шлифовка полупроводниковых пластин.

Полировка полупроводниковых пластин.
Химическая обработка полупроводниковых пластин.
Выращивание окисла на поверхности кремниевой пластины
Определение толщины пленки оксида кремния.
Вскрытие окон в оксиде кремния методом жидкостного травления
Получение p-n перехода методом диффузии
Определение глубины залегания p-n перехода

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-1	Знать технологические принципы изготовления изделий микроэлектроники.	Активная работа при выполнении лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь использовать основные термины и понятия микроэлектроники.	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками работы с технической литературой.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 1 семестре по системе:

«отлично»;
«хорошо»;
«удовлетворительно»;
«неудовлетворительно»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл	Неудовл
ОПК-1	Основные определения и понятия микроэлектроники	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Общая характеристика технологического процесса изготовления интегральных микросхем	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Основные технологические операции планарной технологии	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1 Что дает окисление кремния во «влажном» кислороде?

а) пленку хорошего качества;
б) процесс при низкой температуре подложки;
в) рост пленки с большой скоростью.

2 В каком режиме проводится окисления кремния при выращивании толстой оксидной маски?

а) термическое окисление во «влажном»;
б) термическое окисление в сухом кислороде;
в) комбинированнуая технология;

3 Как получают подзатворный диэлектрик?

а) в сухом кислороде;
б) во влажном кислороде;
в) при комбинированной технологии.

4 Что дает использование комбинированной технологии:
а) сокращение времени окисления;
б) снижение температуры роста;
в) увеличение температуры роста.

5 Диэлектрическая изоляция обеспечивает:
а) хорошую изоляцию элементов;
б) усложнение технологии;
в) увеличение топологических размеров.

6 Как распределяется примесь на этапе загонки?

а) закону Гаусса;
б) параболическому;
в) интеграла функции ошибок.

7 Как распределяется примесь на этапе разгонки?

а) интеграла функции ошибок
б) линейному;
в) закону Гаусса.

8 Какое условие соответствует образованию p-n перехода в полупроводниковой пластине?

а) концентрация введенной примеси больше концентрации исходной примеси;
б) концентрация введенной примеси равна концентрации исходной примеси;
в) концентрация введенной примеси меньше концентрации исходной примеси.

9 Для создания базовых областей *n*+ - *p*- *n* -транзисторов
в качестве легирующей примеси используется:
а) мышьяк;
б) фосфор;
г) бор.

10 Для создания эмиттерных областей *n*+ − *p* − *n* -транзистора в качестве легирующей примеси используется:
а) сурьма;
б) алюминий;
в) фосфор.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Как влияет скорость вытягивания монокристаллического кремния из расплава на его структуру?
a) не влияет
b) повышение скорости роста приводит к уменьшению количества структурных дефектов
c) малая скорость роста приводит к уменьшению количества структурных дефектов

2. Монокристалл кремния:
a) имеет одинаковую структуру во всем объеме
b) структура кристалла в объёме и в приповерхностном слое отличается.
c) структура не равномерна по всему объему.

3. «Связанный» абразив это:
a) конструкция с жестким креплением частей
b) шлифовальный круг.
c) абразивная суспензия

4. «Свободный» абразив это:
a) конструкция с подвижными элементами
b) шлифовальный круг.
c) абразивная суспензия

5. Охлаждающая жидкость подается:
a) в точку соприкосновения обрабатываемого материала и абразива
b) не требуется т.к. ее использование может привести к браку.
c) в объём с обрабатываемой пластиной.

6. Каков механизм разрушение кремния при разделении слитка на кристаллы диском с внутренней режущей кромкой:
a) расплавление в точке соприкосновения с режущим диском.
b) выкрашивание в точке соприкосновения с режущим диском.
c) послойное удаление полупроводникового материала

7. Рост пленки SiO_2 происходит:
a) на границе раздела $Si\text{-}SiO_2$
b) на поверхности SiO_2
c) В объеме пленки SiO_2

8. Для стадии «загонки» примеси характерно:
a) залегание примеси в приповерхностной области полупроводниковой пластины
b) распределите примеси в объеме полупроводника
c) атомы примеси располагаются на поверхности полупроводниковой пластины без проникновения в нее.

9. Для стадии «разгонки» примеси характерно:
a) залегание примеси в приповерхностной области полупроводниковой пластины.
b) распределите примеси в объеме полупроводника
c) атомы примеси располагаются на поверхности полупроводниковой пластины без проникновения в нее.

10. Метод шарового шлифа позволяет определить:
a) структуру пластины в приповерхностной области
b) плотность кремниевой пластины
c) глубину залегания p-n перехода.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Чем определяется выбор полупроводникового материала?
2. Какие методы получения монокристаллических слитков кремния вы знаете?
3. Какими способами можно разделить слиток на пластины?
4. Какие виды абразивов существуют?
5. Чем определяется размер шероховатости поверхности полупроводниковой пластины после процесса шлифовки?
6. Почему жидкостное травление не может быть применено ко всем материалам?
7. Для получения каких областей применяют бор?
8. Для получения каких областей применяют фосфор?
9. Почему осаждение диэлектрических пленок чаще применяется в конце технологического цикла?
10. От каких параметров технологического процесса зависит толщина диэлектрической пленки?

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Этапы развития микроэлектроники
2. Закон Мура. Перспективы развития.
3. Кремний. Получение и его свойства
4. Германий. Получение и его свойства
5. Соеденения AIIIBV
6. Выбор материала подложек ИМС
7. Получение монокристаллического кремния
8. Способы резки слитка на пластины
9. Механическая обработка подложек. Шлифовка.
10. Механическая обработка подложек. Полировка.
11. Химическая обработка подложек.
12. Технологический цикл производства изделий твердотельной электроники
13. Термическое окисление кремния
14. Химическое осаждение диэлектрических пленок
15. Принципы фотолитографии

16.Виды фоторезистов

17. Фотошаблоны и способы их получения.

18.Процессы травления в полупроводниковом производстве

19.Легирование полупроводников диффузией.

20.Металлизация полупроводниковых структур.

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

Не предусмотрен учебным планом

7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Современное состояние и тенденции развития производства полупроводниковых приборов и ИМС	ОПК-1	Тест, зачет, устный опрос
2	Механическая и химико-механическая обработка полупроводников	ОПК-1	Тест, зачет, устный опрос
3	Технохимические процессы подготовки полупроводниковых подложек ИМС. Методы технологического контроля	ОПК-1	Тест, зачет, устный опрос

7.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8. УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

7.1 Рекомендуемая литература				
№ п/п	**Авторы, составители**	**Заглавие**	**Годы издания. Вид издания**	
7.1.1 Основная литература				
1	Щука А.А.	Электроника : учеб. пособие / под ред. А.С.Сигова. - СПб. : БХВ-Петербург.	2005, Печатный	
2	Пасынков В.В.	Материалы электронной техники : Учебник / В. В. Пасынков, В. С. Сорокин. - 6-е изд., стереотип. - СПб. : Лань .	2004 Магнитный носитель	
3	Пасынков В.В.	Полупроводниковые приборы : Учебник / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин. - 7-е изд., испр. - СПб. : Лань.	2009 Магнитный носитель	
4	Лозовский В.Н. Константинова Г.С. Лозовский С.В.	**Нанотехнология в электронике. Введение в специальность. Учебное пособие- СПб. : Лань.**	2008 Магнитный носитель	
7.1.2. Дополнительная литература				
1	Пантелеев В.И.	Физика и технология полупроводниковых гетеропереходных структур : учеб. пособие / В. И. Пантелеев, Е. В. Бордаков. - Воронеж : Изд-во ВГТУ.	2000 Печатный	
2	Под ред. К.А. Джексона В. Шретера.	Энциклопедия технологии полупроводниковых материалов : Пер. с англ. Э.П. Домашевский. Т.1 : Электронная структура и свойства полупроводников / - Воронеж : Изд-во "Водолей".	2004 Печатный	
3	Пантелеев В.И.	Полупроводниковые приборы на основе соединений А3 В5: Учеб. пособие - Воронеж : ВГТУ.	2002 Печатный	
7.1.3. Методические разработки				
1	В. И. Пантелеев, Е. В. Бордаков	Методические указания к выполнению лабораторных работ № 1-2 по дисциплине "Процессы микро- и нанотехнологии" для студентов специальности 210104 "Микроэлектроника и твердотельная электроника" и направления 140400 "Техническая физика" очной формы обучения / Каф. полупроводниковой электроники и наноэлектроники; Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет" 58-2010	2010 Печатный	1,0
2	В. И. Пантелеев, Е. В. Бордаков.	Методические указания к выполнению лабораторных работ № 3-4 по дисциплине "Процессы микро- и нанотехнологии" для студентов специальности 210104 "Микроэлектроника и твердотельная электроника" и направления 140400	2010 Печатный	1,0

		"Техническая физика" очной формы обучения / Каф. полупроводниковой электроники и наноэлектроники; - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет 59-2010		
3	В. И. Пантелеев, Е. В. Бордаков.	Методические указания к выполнению лабораторных работ № 5-6 по дисциплине "Процессы микро- и нанотехнологии" для студентов специальности 210104 "Микроэлектроника и твердотельная электроника" и направления 140400 "Техническая физика" очной формы обучения / Каф. полупроводниковой электроники и наноэлектроники; - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет 60-2010	2010 Печатный	1,0
4	В. И. Пантелеев, Е. В. Бордаков.	Методические указания к выполнению лабораторных работ № 7-9 по дисциплине "Процессы микро- и нанотехнологии" для студентов специальности 210104 "Микроэлектроника и твердотельная электроника" и направления 140400 "Техническая физика" очной формы обучения / Каф. полупроводниковой электроники и наноэлектроники; - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет 61-2010	2010 Печатный	1,0
5	В. И. Пантелеев, Е. В. Бордаков.	Методические указания к выполнению лабораторных работ № 10-12 по дисциплине "Процессы микро- и нанотехнологии" для студентов специальности 210104 "Микроэлектроника и твердотельная электроника" и направления 140400 "Техническая физика" очной формы обучения / Каф. полупроводниковой электроники и наноэлектроники; - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет 62-2010	2010 Печатный	1,0

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

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».
Программное обеспечение кафедры ППЭНЭ

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

	Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой
	Производственные мощности Воронежского завода полупроводниковых приборов – Микрон (ВЗПП-М);
	Натурные лекционные демонстрации: демонстрации изделий электроники и микроэлектроники: дискретных приборов, интегральных микросхем; образцов полупроводниковых материалов, подложек микросхем, фотошаблонов и др.
	Медиа-продукты по теме изучаемого материала

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Основы технологии электронной компонентной базы» читаются лекции, проводятся практические занятия, выполняется курсовой проект.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные занятия направлены на приобретение практических навыков работы на технологическом оборудовании. Занятия проводятся путем выполнения лабораторных работ на профильных предприятиях

Большое значение по закреплению и совершенствованию знаний имеет самостоятельная работа студентов. Информацию о всех видах самостоятельной работы студенты получают на занятиях.

Освоение дисциплины оценивается на зачете.

Вид учебных занятий	Деятельность студента (*особенности деятельности студента инвалида и лица с ОВЗ, при наличии таких обучающихся*)
Лекция	*Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.*
Лабораторные работы	*Работа с конспектом лекций, просмотр рекомендуемой литературы. Выполнение лабораторной работы на технологическом оборудовании или моделирование технологических процессов с использованием программного обеспечения.*

Подготовка к зачету	*При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на практических занятиях.*

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	30.08.2018	
2	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2019	
3	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2020	