

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 ФРТЭ

_____ В.А. Небольсин

« ____ » _____ 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
 «ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ) ПРАКТИКА»**

Закреплена за кафедрой: полупроводниковой электроники и наноэлектроники (ППЭНЭ)

Направление подготовки (специальности): 28.03.02 «Наноинженерия»

Профиль: «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Часов по УП: 180 / **Часов по РПД:** 180

Часов по УП (без учета на экзамены): 180 / **Часов по РПД:** 180

Часов на самостоятельную работу по УП: 90 (50 %)

Часов на самостоятельную работу по РПД: 90 (50 %)

Общая трудоемкость в ЗЕТ: 5

Виды контроля в семестрах (на курсах): Экзамены —; Зачеты 4; Курсовые проекты —;

Курсовые работы —.

Форма обучения: очная. **Срок обучения:** нормативный

Распределение часов дисциплины по семестрам

Вид занятия	№ 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							12	12									12	12
Лабораторные																		
Практические							78	78									78	78
Ауд. занятия							90	90									90	90
Сам. работа							90	90									90	90
Итого							180	180									180	180

Программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) — государственные требования к минимуму содержания и уровня подготовки бакалавра по направлению подготовки 28.03.02 «Наноинженерия». Утвержден приказом Министерства образования Российской Федерации от 3 декабря 2015 г. № 1414.

Программу составил канд. техн. наук, доцент

Г.И. Липатов

Рецензент: д-р техн. наук, профессор

С.А. Акулинин

Рабочая программа дисциплины составлена на основании учебного плана подготовки бакалавров по направлению 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ППЭНЭ.

Протокол № 5 от «14» января 2016 г.

Заведующий кафедрой ППЭНЭ

С.И. Рембеза

Рассмотрено и одобрено на заседании методической комиссии ФРТЭ.

Протокол № ___ от «22» января 2016 г.

Председатель методической комиссии ФРТЭ

А.Г. Москаленко

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Целью технологической практики является закрепление и углубление теоретических знаний и приобретение навыков производственной деятельности
1.2	Для достижения цели ставятся задачи приобретения студентами знаний:
1.2.1	об основных технологических процессах производства изделий электронной техники
1.2.2	о технологическом оборудовании, используемом в процессах производства изделий электронной техники

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Цикл (раздел) ОПОП: практики	Код дисциплины в УП: Б2.П.1
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося: Б1.В.ОД.15 «Основы производства изделий электронной техники»
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: Б1.Б.21 «Физико-химические основы нанотехнологии» Б1.В.ОД.13 «Технологическое оборудование в производстве изделий микро- и нано-электроники»

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Код и наименование компетенции	
ОК-7	способность к самоорганизации и самообразованию
ОК-10	способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ПК-3	способность проводить информационный поиск по отдельным объектам исследований
ПК-4	способность осуществлять подготовку данных для составления обзоров и отчетов

В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН

3.1	Знать: структуру предприятия или организации, функции его подразделений, их взаимосвязь и подчиненность; современные тенденции развития технологий в области микро- и наноэлектроники; этапы технологического процесса изготовления изделий микро- и наноэлектроники; основные требования по технике безопасности при работе на производстве (ОК-7, ОК-10)
3.2	Уметь: налаживать, испытывать, проверять работоспособность измерительного, диагностического, технологического оборудования, используемого для решения различных научно-технических, технологических и производственных задач в области электроники (ОК-7)
3.3	Владеть: навыками сбора, обработки, анализа и систематизации отечественной и зарубежной научно-технической информации по тематике исследования в области микро- и наноэлектроники (ПК-3, ПК-4); навыками анализа и систематизации результатов исследований, представлять материалы в виде отчетов, публикаций, презентаций (ПК-4)

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (ФОРМА ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИКИ)

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.

4.1 Лекции

Тема и содержание лекции	Объем часов
Основы техники безопасности и правила поведения на производственном предприятии	2
Принципы формирования структур полупроводниковых приборов и интегральных схем и требования к производству	2
Основные этапы технологии изготовления полупроводниковых приборов и интегральных схем	2
Основные группы методов технологии изготовления ИС	2
Основы технологических маршрутов изготовления структур	2
Особенности производства ИС и критерии прогрессивности технологии	2
Итого часов:	12

4.2 Практические занятия: в соответствии с закреплением на рабочем месте

4.3 Лабораторные работы: не предусмотрены

4.4 Самостоятельная работа студента (СРС): подготовка отчета по практике с использованием рекомендуемой литературы

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:	
5.1	Лекции
5.2	Работа на рабочем месте
5.3	Экскурсии
5.4	Самостоятельная работа
5.5	Консультации по всем вопросам учебной программы

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

6.1	Контрольные вопросы и задания Ответы на контрольные вопросы являются одной из составляющих отчета по практике
6.2	Темы письменных работ не предусмотрены

6.3	Другие виды контроля	не предусмотрены
------------	-----------------------------	------------------

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Рекомендуемая литература				
№ п/п	Авторы/ составители	Заглавие	Вид и годы издания	Обеспеченность
7.1.1 Основная литература				
Л1.1	Малышева И.А.	Технология производства интегральных микросхем. М.: Радио и связь, 1991. 344 с.	Учеб. для вузов, 1991	1
Л1.2	Черняев В.М.	Технология производства интегральных микросхем и микропроцессоров. М.: Радио и связь, 1987. 464 с.	Учеб. для вузов, 1987	1
7.1.2 Дополнительная литература				
Л2.1	Зи С.	Технология СБИС: В 2-х кн. М.: Мир, 1986. Кн.1. 404 с.; кн.2. 453 с.	1986	0,2
Л2.2	Готра З.Ю.	Технология микроэлектронных устройств: Справочник. М.: Радио и связь, 1991. 528 с.	Справочник, 1991	1
Л2.3	Липатов Г.И.	Технология материалов и изделий электронной техники. Ч.1. Воронеж: ВГТУ, 2005. 142 с.	Учеб. пособие, 2005	1
Л2.4	Липатов Г.И.	Технология материалов и изделий электронной техники. Ч.2. ВГТУ, 2006. 172 с.	Учеб. пособие, 2006	1
Л2.5	Липатов Г.И.	Технология материалов и изделий электронной техники. Ч.3. Воронеж: ВГТУ, 2008. 227 с.	Учеб. пособие, 2008	1
Л2.6	Липатов Г.И.	Технология материалов и изделий электронной техники. Ч.4. Воронеж: ГОУ ВПО «ВГТУ», 2010. 173 с.	Учеб. пособие, 2010	1
7.1.3 Методические разработки				
Л3.1	Липатов Г.И.	Методические указания по выполнению отчета по технологической практике. Воронеж: ВГТУ, 2010. 56 с.	Метод. указ., 2010	1
7.1.4 Программное обеспечение и Интернет-ресурсы				
http://perst.issp.ras.ru — информационный бюллетень «Перспективные технологии» http://www.nanonewsnet.ru — сайт аналитического агентства Nanotechnology News Network http://www.nanodigest.ru — интернет-журнал о нанотехнологиях http://www.nano-info.ru — сайт о современных достижениях в области микро- и нанотехнологий http://www.nanometer.ru — сайт нанотехнологического сообщества ученых http://www.nano-portal.ru — портал, посвященный теме развития нанотехнологий и их внедрения в производство http://www.kit.ru — журнал «Компоненты и технологии». http://www.strf.ru — журнал «Электроника: наука, технология, бизнес».				

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1	Презентации и учебные видеофильмы
-----	-----------------------------------

9. СТРУКТУРА И СОСТАВ ФОНДОВ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств по дисциплине представляют собой перечень вопросов для аттестации.

1. Что такое «электроника»?
2. Приведите имена ученых, внесших значительный вклад в развитие электроники.
3. Дайте краткую характеристику этапам развития электроники.
4. Как вы понимаете термин «микроминиатюризация»? Чем объясняется переход от одного поколения развития элементной базы электроники к другому?

5. Какие базовые элементы составляют основу современной микроэлектроники? Дайте их характеристику.
6. Какова роль микроэлектроники на современном этапе развития научно-технического прогресса?
7. Поясните термины: технологическая операция, технологический маршрут, технологический метод.
8. Каково назначение и роль операций контроля?
9. Что такое «структура ИС»?
10. Дайте краткую характеристику основных этапов изготовления ИС.
11. Почему для изготовления ИС в основном применяют кремний?
12. Почему очистка пластин и подложек в технологическом маршруте применяется многократно?
13. Чем объясняется тесная взаимосвязь проектирования конструкции и технологии ИС?
14. Дайте краткую характеристику основных принципов интегральной технологии.
15. Каким образом на практике осуществляются принципы локальности, послыности технологических обработок?
16. Каким образом переносится топология с фотшаблона на материал слоя ИС?
17. Каково назначение основных групп методов выполнения технологических; операций?
18. Поясните, что такое планарная технология.
19. Почему при изготовлении ИС предъявляют жесткие требования к условиям производства?
20. Какие основные требования предъявляют к условиям производства ИС?
21. Каким образом обеспечиваются требования к условиям производства ИС?
22. Что такое критерии прогрессивной технологии? Поясните основные из них.
23. Каковы тенденции дальнейшего развития микроэлектроники?
24. Для чего применяют термическое окисление кремния?
25. В каком случае используют окисление в сухом кислороде, а в каком — во влажном или парах воды?
26. Что такое диффузионное легирование, для чего и как оно используется?
27. В чем разница между одностадийным и двухстадийным процессами диффузии?
28. Что такое ионная имплантация, как она используется при легировании полупроводника?
29. В чем различие между распределением примеси при диффузионном и ионном легировании?
30. В чем состоит разница между топологией и вертикальным профилем легирования структуры?
31. Какие легирующие элементы используют для формирования в кремнии областей n -типа проводимости?
32. Какие легирующие элементы используют для формирования в кремнии областей p -типа проводимости?
33. Почему алюминий, хотя и находится в III группе элементов таблицы Менделеева и является акцепторной примесью, не используется в качестве диффузанта?
34. Что такое отжиг? В каком случае он применяется в технологическом процессе производства интегральных микросхем?
35. В чем суть метода химического осаждения слоев из газовой фазы?
36. В чем суть метода вакуум-термического нанесения тонких пленок?
37. В чем особенность и реализация метода магнетронного распыления?
38. Что такое фотолитография? Перечислите основные этапы создания рисунка на поверхности пластины с помощью фотолитографии.

39. Какие источники экстремального УФ применяют в фотолитографии?
40. Что такое позитивный, а что такое негативный процессы литографии? В чем их различия?
41. Чем отличаются между собой эталонный и рабочий фотошаблоны, используемые при контактной литографии?
42. Какими методами можно изменять толщину резиста от номинальной при нанесении методом центрифугирования?
43. Что такое операция совмещения? Какую роль играют метки совмещения? Нарисуйте пример.
44. Какие существуют основные методы улучшения разрешения проекционной фотолитографии?
45. Поясните смысл характеристик травления «изотропность» и «селективность».
46. Что такое плазма? Приведите простейший пример реактора для травления с помощью плазмы.
47. Чем отличается плазмохимическое и реактивно-ионное травление?
48. Охарактеризуйте способы соединения кристалла с основанием корпуса.
49. Дайте краткую характеристику способов выполнения проволочных межсоединений.
50. Какие способы герметизации кристаллов полупроводниковых приборов и интегральных схем вам известны. Дайте краткую характеристику области применения каждого из них.

«УТВЕРЖДАЮ»

Председатель ученого совета ФРТЭ

_____ В.А. Небольсин

« ____ » _____ 20 г.

**Лист регистрации изменений (дополнений) УМКД
«Производственная (технологическая) практика»**

В УМКД вносятся следующие изменения (дополнения):

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

Протокол № _____ от « ____ » _____ 20 г.

Зав. кафедрой ППЭНЭ

С.А. Рембеза

Изменения (дополнения) рассмотрены и одобрены методической комиссией ФРТЭ

Председатель методической комиссии ФРТЭ

А.Г. Москаленко

«Согласовано»

С.А. Рембеза

Карта обеспеченности рекомендуемой литературой

№ п/п	Авторы/ составители	Заглавие	Вид и годы издания	Обеспеченность
1. Основная литература				
Л1.1	Малышева И.А.	Технология производства интегральных микросхем. М.: Радио и связь, 1991. 344 с.	Учеб. для вузов, 1991	1
Л1.2	Черняев В.М.	Технология производства интегральных микросхем и микропроцессоров. М.: Радио и связь, 1987. 464 с.	Учеб. для вузов, 1987	1
2. Дополнительная литература				
Л2.1	Зи С.	Технология СБИС: В 2-х кн. М.: Мир, 1986. Кн.1. 404 с.; кн.2. 453 с.	1986	0,2
Л2.2	Готра З.Ю.	Технология микроэлектронных устройств: Справочник. М.: Радио и связь, 1991. 528 с.	Справочник, 1991	1
Л2.3	Липатов Г.И.	Технология материалов и изделий электронной техники. Ч.1. Воронеж: ВГТУ, 2005. 142 с.	Учеб. пособие, 2005	1
Л2.4	Липатов Г.И.	Технология материалов и изделий электронной техники. Ч.2. Воронеж: ВГТУ, 2006. 172 с.	Учеб. пособие, 2006	1
Л2.5	Липатов Г.И.	Технология материалов и изделий электронной техники. Ч.3. Воронеж: ВГТУ, 2008. 227 с.	Учеб. пособие, 2008	1
Л2.6	Липатов Г.И.	Технология материалов и изделий электронной техники. Ч.4. Воронеж: ГОУ ВПО «ВГТУ», 2010. 173 с.	Учеб. пособие, 2010	1
3. Методические разработки				
Л3.1	Липатов Г.И.	Методические указания по выполнению отчета по технологической практике. Воронеж: ВГТУ, 2010. 56 с.	Метод. указ., 2010	1

Зав. кафедрой ППЭНЭ

С.И. Рембеза

Директор НТБ

Т.И. Буковшина

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