

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

Технологические особенности производства микро- и наносистем

(наименование дисциплины по учебному плану ООП)

для направления подготовки (специальности): **11.04.04 Электроника и нанoeлектроника**

(код, наименование)

Магистерская программа: **Приборы и устройства в микро- и нанoeлектронике**

(название профиля, магистерской программы, специализации по УП)

Форма обучения **очная** Срок обучения **нормативный**

Кафедра **полупроводниковой электроники и нанoeлектроники**

(наименование кафедры-разработчика УМКД)

УМКД разработал: **Зенин В.В., д.т.н.**

(Ф.И.О., ученая степень авторов разработки)

Рассмотрено и одобрено на заседании методической комиссии **ФРТЭ**

(наименование факультета)

Протокол № _____ от «_____» _____ 2016 г.

Председатель методической комиссии _____

(Ф.И.О)

Воронеж 2016 г.

[illegible]

Сведения о ФГОС, в соответствии с которым разработана рабочая программа дисциплины (модуля) – 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника» квалификация «Магистр». Утвержден приказом Министерства образования Российской Федерации от 30 октября 2014 г. № 1407.

Программу составил: _____ д.т.н., Зенин В.В.
(подпись, ученая степень, ФИО)

Рецензент: _____

Рабочая программа дисциплины составлена на основании учебного плана подготовки специалистов по направлению 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника», магистерская программа «Приборы и устройства в микро- и нанoeлектронике»

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры полупроводниковой электроники и нанoeлектроники
протокол № _____ от _____ 2016 г.

Зав. кафедрой ППЭНЭ _____ С.И. Рембеза

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Цель освоения дисциплины - изучение закономерностей протекания основных технологических операций, применяемых при изготовлении материалов и изделий электроники и нанoeлектроники. Изучение расчетных и экспериментальных методов определения режимов технологических операций. Изучение принципов действия основных элементов вакуумного оборудования и технологических устройств. Формирование навыков работы на технологическом оборудовании. Изучение типовых технологических процессов изготовления изделий электроники и нанoeлектроники.
1.2	Для достижения цели ставятся задачи:
1.2.1	свободное ориентирование студентов в основных технологических операциях производства полупроводниковых приборов микро- и нанoeлектроники.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Цикл (раздел) ООП: Б1	код дисциплины в УП: Б1.В.ДВ.4.2
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося	
Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь базовую подготовку по дисциплинам направления 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»	
2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее	
БЗ	Итоговая государственная аттестация

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПК-1	способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения
ПК-1	готовностью формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач
ПКВ-2	теоретическая и практическая готовность к применению современных технологических процессов и технологического оборудования на этапах разработки и производства приборов и устройств микро- и нанoeлектроники

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	основные технологические методы, применяемые при изготовлении материалов и изделий электроники и нанoeлектроники (ОПК-1);
3.1.2	физические закономерности, лежащие в основе этих методов (ОПК-1);
3.2	Уметь:
3.2.1	ориентироваться в многообразии современных технологических методов (ПК-1);
3.2.2	разрабатывать технологические схемы производства изделий электроники различных типов (ПК-1);

3.2.3	определять экспериментальным или расчетным путем оптимальные режимы проведения отдельных технологических операций (ПК-1);
3.2.4	использовать для выполнения отдельных операций стандартное вакуумное технологическое оборудование (ПК-1);
3.3	Владеть:
3.3.1	основными навыками работы на стандартном вакуумном технологическом оборудовании (ПКВ-2);
3.3.2	представлениями о перспективах и тенденциях развития технологии изделий электроники и нанoeлектроники (ПКВ-2).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Вид учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	Всего часов
1	Этапы развития и современное состояние технологии материалов и приборов микро- и нанoeлектроники.	2	1	-	2	-	10	12
2	Основные процессы технологии электронной компонентной базы.	2	3	-	2	-	10	12
3	Общие принципы термодинамического управления равновесными и неравновесными процессами.	2	5	-	2	-	10	12
4	Управление структурными равновесиями и дефектообразованием в кристаллах.	2	7	-	2	-	10	12
5	Управление фазовыми и химическими равновесиями в технологических процессах электроники.	2	9	-	2	-	10	12
6	Управление диффузионными и кинетическими явлениями в технологических процессах электроники.	2	11	-	2	-	10	12
7	Управление свойствами поверхности, межфазными взаимодействиями и формированием нанообъектов.	2	13	-	2	-	10	12
8	Физико-технологические основы формирования эпитаксиальных слоев, многоуровневой металлизации, легирования и осаждения диэлектрических слоев.	2	15	-	2	-	10	12
9	Физические основы функционального контроля элементов электронной компонентной базы.	2	17	-	2	-	10	12
Итого					18		90	108

4.1 Лекции не предусмотрены

4.2 Практические занятия

Неделя семестра	Тема и содержание практического занятия	Объем часов	В том числе в интерактивной форме
Миниатюризация объектов нанотехнологий		4	
1	Этапы развития и современное состояние технологии материалов и приборов микро- и нанотехнологий.	2	
3	Основные процессы технологии электронной компонентной базы. Контрольная работа	2	
Требования к основным технологическим процессам		10	
5	Общие принципы термодинамического управления равновесными и неравновесными процессами.	2	
7	Управление структурными равновесиями и дефектообразованием в кристаллах.	2	
9	Управление фазовыми и химическими равновесиями в технологических процессах электроники.	2	
11	Управление диффузионными и кинетическими явлениями в технологических процессах электроники.	2	
13	Управление свойствами поверхности, межфазными взаимодействиями и формированием нанобъектов. Контрольная работа	2	
Формирование диэлектрических слоев и многоуровневой металлизации		4	
15	Физико-технологические основы формирования эпитаксиальных слоев, многоуровневой металлизации, легирования и осаждения диэлектрических слоев.	2	
17	Физические основы функционального контроля элементов электронной компонентной базы. Контрольная работа	2	
Итого часов		18	

4.3 Лабораторные работы не предусмотрены

4.4 Самостоятельная работа студента (СРС)

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
1	Изучение теоретического материала	Собеседование	10
3	Подготовка к контрольной работе	Контрольная работа	10
5	Работа с учебно-методической литературой: изучение теоретического материала по конкретному разделу	Собеседование	10
7	Работа с учебно-методической литературой: изучение теоретического материала по конкретному разделу	Собеседование	10

9	Работа с учебно-методической литературой: изучение теоретического материала по конкретному разделу	Собеседование	10
11	Работа с учебно-методической литературой: изучение теоретического материала по конкретному разделу	Собеседование	10
13	Подготовка к контрольной работе	Контрольная работа	10
15	Работа с учебно-методической литературой: изучение теоретического материала по конкретному разделу	Собеседование	10
17	Подготовка к контрольной работе	Контрольная работа	10
ИТОГО			90

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

	В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:
5.1	Практические занятия: работа в команде - совместное обсуждение теоретических вопросов, решение творческих задач (метод Делфи); контрольные работы
5.2	Самостоятельная работа студентов: – изучение теоретического материала, – подготовка к практическим занятиям, – работа с учебно-методической литературой, – подготовка к текущему контролю успеваемости, к контрольным работам, тестированию и зачету
5.3	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
6.1.1	Используемые формы текущего контроля: – контрольные работы;
6.1.2	Рабочая программа дисциплины обеспечена фондом оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации. Фонд включает примерные варианты контрольных работ, вопросы к зачету, тесты. Фонд оценочных средств представлен в учебно-методическом комплексе дисциплины.
6.2	Темы письменных работ
6.2.1	Контрольная работа по теме «Физико-механическое и технологическое свойство материалов кристаллов приборов микро- и нанoeлектроники»
6.2.2	Контрольная работа по теме «Способ подготовки поверхности кристаллов/корпусов к сборочным операциям»
6.2.3	Контрольная работа по теме «Технология формирования многоуровневой металлизации на кристаллах»

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1 Рекомендуемая литература				
№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы издания. Вид издания	Обеспеченность
7.1.1. Основная литература				
7.1.1.1	Ефимов И.Е.	Основы микроэлектроники : Учебник / И.Е. Ефимов, И.Я. Козырь. – 3-е изд., стереотип. – СПб. : Лань, - 384 с.	2008 Пчат., электрон.	0,3 1
7.1.1.2	Коледов Л.А.	Технологии и конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок : Учеб. пособие / Л.А. Коледов. 3-е изд., стереотип. – СПб., М., Краснодар : Лань, - 400 с.	2009 Пчат., электрон.	0,3 1
7.1.1.3	Пасынков В.В.	Полупроводниковые приборы : Учеб. пособие / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин. - М. : Лань, 2009. - 480 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - (Допущ. МО). - ISBN 978-5-8114-0368-4.	2009 Электрон.	1,0
7.1.2. Дополнительная литература				
7.1.2.1	Зенин В. В.	Монтаж кристаллов и внутренних выводов в производстве полупроводниковых изделий	2013, Электр. ресурс	1
7.1.3 Методические разработки				
7.1.3.1	Зенин В.В., Землянский А.И.	МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ № 412 по практическим занятиям по дисциплине «Перспективные технологические процессы и оборудование для производства ИС и 3D изделий микроэлектроники»	2014, Электр. ресурс	1
7.1.4 Программное обеспечение и интернет ресурсы				
7.1.4.1				

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1	Учебные лаборатории:
8.2	Дисплейный класс, оснащенный компьютерными программами для проведения лабораторного практикума и проекторами
8.3	Натурные лекционные демонстрации
8.4	Плакаты и наглядные пособия из фонда кафедры ППЭНЭ

**Карта обеспеченности рекомендуемой литературой
по дисциплине «Технологические особенности производства микро-
и наносистем»**

1 Рекомендуемая литература				
№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы издания. Вид издания	Обеспеченность
1.1. Основная литература				
1.1.1	Ефимов И.Е.	Основы микроэлектроники : Учебник / И.Е. Ефимов, И.Я. Козырь. – 3-е изд., стереотип. – СПб. : Лань, - 384 с.	2008 Пчат., электрон.	0,3 1,0
1.1.2	Коледов Л.А.	Технологии и конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок : Учеб. пособие / Л.А. Коледов. 3-е изд., стереотип. – СПб., М., Краснодар : Лань, - 400 с.	2009 Пчат., электрон.	0,3 1,0
1.1.3	Пасынков В.В.	Полупроводниковые приборы : Учеб. пособие / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин. - М. : Лань, 2009. - 480 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - (Допущ. МО). - ISBN 978-5-8114-0368-4.	2009 Электрон.	1,0
1.2. Дополнительная литература				
1.2.1	Зенин В. В.	Монтаж кристаллов и внутренних выводов в производстве полупроводниковых изделий	2013, Электр. ресурс	1,0
1.3 Методические разработки				
1.3.1	Зенин В.В., Землянский А.И.	МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ № 412 по практическим занятиям по дисциплине «Перспективные технологические процессы и оборудование для производства ИС и 3D изделий микроэлектроники»	2014, Электр. ресурс	1,0

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

Технологические особенности производства микро- и наносистем

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

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