

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

Основы надёжности больших интегральных схем (наименование дисциплины по учебному плану ООП)

для направления подготовки (специальности): 11.04.04 Электроника и наноэлектроника
(код, наименование)

Профиль подготовки (специализация): Приборы и устройства в микро- и наноэлектронике
(название профиля, магистерской программы, специализации по УП)

Форма обучения очная Срок обучения нормативный

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

УМКД разработал: Горлов М.И., 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 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

Основы надёжности больших интегральных схем (наименование дисциплины (модуля) по УП)

Закреплена за кафедрой: полупроводниковой электроники и нанoeлектроники

Направление подготовки (специальности): 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника
 (код, наименование)

Профиль: “Приборы и устройства в микро- и нанoeлектронике”
 (название профиля по УП)

Часов по УП: 108; **Часов по РПД:** 108;

Часов по УП (без учета часов на экзамены): 72; **Часов по РПД:** 72;

Часов на самостоятельную работу по УП: 54 (75%);

Часов на самостоятельную работу по РПД: 54 (75%)

Общая трудоемкость в ЗЕТ: 3;

Виды контроля в семестрах (на курсах): Экзамены - 2; Зачеты - 0; Зачеты с оценкой – 0;
 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		Итого	
	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД
Лекции			-	-					-	-
Лабораторные			-	-					-	-
Практические			18	18					18	18
Ауд. занятия			18	18					18	18
Сам. работа			54	54					54	54
Экзамен			36	36					36	36
Итого			108	108					108	108

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., Горлов М.И.
(подпись, ученая степень, ФИО)

Рецензент (ы): _____

Рабочая программа дисциплины составлена на основании учебного плана подготовки магистров по направлению 11.04.04 “Электроника и нанoeлектроника”, профиль “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 изучения дисциплины – изучение основных понятий теории надежности, физических моделей появления отказов, механизмов внезапных и постепенных отказов, влияния электростатических разрядов и ионизирующего излучения на надежность интегральных схем (ИС), механизмов развития отказов ИС при этом и конструктивно-технологических методов повышения надежности ИС.
1.2	Для достижения цели ставятся задачи:
1.2.1	ознакомление студентов с основами теории надежности применительно к полупроводниковым изделиям, с физикой отказов, с требованиями ГОСТов по надежности транзисторов и интегральных микросхем;
1.2.2	освоение студентами последовательности и методов анализа отказавших изделий;
1.2.3	практическое освоение студентами экспресс-анализа отказавших изделий, методом статистической обработки данных, методов расчета надежности интегральных микросхем, методов расчета тепловой деформации внутренних проводников, методов расчета тепловых параметров ИС.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Цикл (раздел) ООП: Б1	код дисциплины в УП: Б1.В.ДВ.5.2
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося	
Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь базовую подготовку по дисциплинам направления 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»	
2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее	
Б3	Государственная итоговая аттестация

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОК-3	готовностью к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности
ОК-4	способностью адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности
ОПК-2	способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры
ПК-1	готовностью формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	основные понятия теории надежности; основные показатели надежности, указываемые в технических условиях на ИС (ОК-4);
3.1.2	основные сведения об отказах ИС, структурных дефектах компонентов ИС и механизмах

	отказов ИС (ОК-4);
3.1.3	основные сведения о конструктивно-технологических методах повышения надежности ИС в процессе серийного производства (ОК-3);
3.1.4	основные сведения о коллективных и индивидуальных мерах защиты ИС от воздействия ЭСР, о влиянии радиации на ИС (ОК-3);
3.2	Уметь:
3.2.1	оценивать годность структуры ИС визуально и на фотографии, оценить увеличение на фотографии (ОПК-2);
3.2.2	проводить вскрытие ИС в пластмассовых корпусах, оценивать наличие дефектов на кристалле ИС (ОПК-2);
3.2.3	оценивать качество сварных соединений внутренних выводов ИС (ОПК-2);
3.3	Владеть:
3.3.1	статистическими и графическими методами обработки результатов длительных испытаний ИС (ПК-1);
3.3.2	методами расчета надежности ИС по конструктивно-технологическим данным (ПК-1).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Разделы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Вид учебной нагрузки и её трудоёмкость в часах		
				Практические занятия	СРС	Итого
1	Основные понятия в теории качества и надежности.	2	1-4	4	12	16
2	Общие представления об отказах ИС.	2	5-8	6	18	24
3	Механизмы отказов ИС и их компонентов. Отбраковочные испытания.	2	10-13	2	6	8
4	Воздействие электростатических зарядов на полупроводниковые изделия.	2	14-18	2	6	8
5	Влияние радиации на ИС.			4	12	16
ИТОГО				18	54	72

4.1 Практические занятия

Неделя семестра	Тема и содержание практического занятия	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
2 семестр		18		
1. Основные понятия в теории качества и надежности		4		
1-2	Предмет и содержание курса. Возникновение проблемы надежности. Состояние проблемы надежности в России и за рубежом. Стоимость качества и надежности полупроводниковых изделий.	2		Проверка домашнего задания
3-4	Качество. Надежность. Критерии и количественные показатели надежности. Зависимости между основными характеристиками надежности.	2		Проверка домашнего задания
2. Общие представления об отказах ИС		4		
5-6	Физические модели отказов. Механизмы внезапных и постепенных отказов диодов и биполярных	2		Контрольная работа

	транзисторов ИС.			
7-8	Структурные дефекты компонентов БИС. Дефекты в кремниевой подложке. Технические требования к конструкции ИС. Квалификационные испытания.	2		Проверка домашнего задания
9-10	Дефекты пленок поликристаллического кремния. Дефекты структуры диэлектрических слоев. Методы предотвращения указанных дефектов Требования к конструкции корпусов.			Проверка домашнего задания
3. Механизмы отказов ИС и их компонентов. Отбраковочные испытания		4		
11-12	Механизмы отказов диодов и биполярных транзисторов. Механизмы отказов МДП ИС. Методы повышения надежности ИС в процессе серийного производства. Отбраковочные испытания. Тренировки.	2		Проверка домашнего задания
4. Воздействие электростатических зарядов на полупроводниковые изделия		6		
13-14	Воздействие электростатических разрядов (ЭСР) на ИС. Катастрофические и скрытые повреждения ИС под воздействием электростатических разрядов (ЭСР). Технологические и конструктивные методы защиты ИС от воздействия ЭСР	2		Контрольная работа
5. Влияние радиации на ИС		2		
15-16	Влияние радиации на ИС. Отжиг радиационных повреждений ИС. Влияние конструктивных дефектов на радиационную стойкость биполярных и МДП ИС. Влияние радиации на кремниевые биполярные логические и аналоговые ИС. Воздействие радиации на МДП-схемы.			Проверка домашнего задания
17-18	Зачётное занятие	2		

4.2 Самостоятельная работа студента (СРС)

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
2 семестр		Зачет	54
1	Зависимость интенсивности отказов от коэффициента нагрузки. Зависимость между основными характеристиками надежности	проверка домашнего задания	3
2	Три этапа обеспечения надежности в процессе конструирования, изготовления и эксплуатации.	проверка домашнего задания	3
3	Вероятность безотказной работы. Интенсивность отказов. Гамма-процентный срок сохраняемости. Зависимость между основными характеристиками надежности	проверка домашнего задания	3
4	Механизмы образования нитевидных кристаллов.	проверка домашнего задания	3
5	Растворение кремния алюминием.	проверка домашнего задания	3
6	Отказы пассивных элементов ИС. Подготовка к контрольной работе.	контрольная работа	3

7	Электрическое старение тонких пленок диоксида кремния	проверка домашнего задания	3
8	Методика определения и проверки конструктивно-технологических запасов ИС	проверка домашнего задания	3
9	Ограничения и допуски на компоненты ИС.	проверка домашнего задания	3
10	Требования к конструкции корпусов. Классификация корпусов по технологии изготовления и используемым материалам. Конструкция и надежность различных типов корпусов.	проверка домашнего задания	3
11	Отбраковочные испытания. Тренировки	проверка домашнего задания	3
12	Модели электростатических разрядов.	проверка домашнего задания	3
13	Дефекты ИС, вызываемые ЭСР. Отжиг электростатических дефектов. Подготовка к контрольной работе.	контрольная работа	3
14	Методы встроенной защиты ИС от воздействия ЭСР	проверка домашнего задания	3
15	Источники радиации. Влияние радиации на кремниевые биполярные логические и аналоговые ИС	проверка домашнего задания	3
16	Конструкционные методы защиты ИС от воздействия радиации. Отжиг радиационных повреждений ИС.	проверка домашнего задания	3
17	Сравнение чувствительности к ионизирующему излучению биполярных и МДП ИС, изготовленных по различной технологии	проверка домашнего задания	3
18	Подготовка к зачету	Зачет	3

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:

№	Технологии
5.1	Практические занятия: а) устные ответы по контрольным вопросам; б) проведение контрольных работ;
5.2	самостоятельная работа студентов: – изучение теоретического материала, – подготовка к практическим занятиям, – работа с учебно-методической литературой, – подготовка к текущему контролю успеваемости, к зачету и экзамену;
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: – ответы на контрольные вопросы – контрольные работы
6.1.2	Рабочая программа дисциплины обеспечена фондом оценочных средств для проведения входного, текущего контроля и промежуточной аттестации. Фонд содержит примеры тестов для промежуточной аттестации, вопросы к экзамену, примеры экзаменационных билетов. Фонд оценочных средств представлен в учебно-методическом комплексе дисциплины.
6.2	Темы письменных работ
2 семестр	
6.2.1	Контрольная работа по теме «Статистические и графические методы исследования качества и надежности ИС»
6.2.2	Контрольная работа по теме «Расчет надежности ИС»

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	Горлов М.И., Данилин Н.С.	Физические основы надежности интегральных схем	2008 печат., электрон.	1 1
7.1.1.2	Ануфриев Д.М., Горлов М.И., Достанко А.П.	Конструкционные методы повышения надежности интегральных схем	2007 печат., электрон.	1 1
7.1.2. Дополнительная литература				
7.1.2.1	Горлов М.И., Емельянов А.В., Плебанович В.И.	Электростатические заряды в электронике	2006 печат., электрон.	0,25 1
7.1.2.2	Горлов М.И., Емельянов В.А., Ануфриев Д.Л.	Технологические отбраковочные и диагностические испытания полупроводниковых изделий	2006 печат., электрон.	0,25 1
7.1.4 Программное обеспечение и интернет ресурсы				
7.3.1	http://e.lanbook.com Электронно-библиотечная система «Лань» http://elibrary.ru/defaultx.asp Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU			

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1	Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой
------------	---

**Карта обеспеченности рекомендуемой литературой по дисциплине
«Основы надежности больших интегральных схем»**

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Год издания. Вид издания.	Обеспеченность
1. Основная литература				
Л1.1	Горлов М.И., Данилин Н.С.	Физические основы надежности интегральных схем	2008 печат.	1,0
2. Дополнительная литература				
Л2.1	Ануфриев Д.М., Горлов М.И., Достанко А.П.	Конструкционные методы повышения надежности интегральных схем	2007 печат.	0,5

Зав. кафедрой _____ С.И. Рембеза

Директор НТБ _____ Т.И. Буковшина

«УТВЕРЖДАЮ»
Председатель Ученого совета факультета
радиотехники и электроники

(подпись) Небольсин В.А.

_____ 201__ г.

Лист регистрации изменений (дополнений) УМКД

Основы надежности больших интегральных схем

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.И. Рембеза

Изменения (дополнения) рассмотрены и одобрены методической комиссией ФРТЭ

Председатель методической комиссии ФРТЭ

А.Г. Москаленко

«Согласовано»

С.И. Рембеза

Лист регистрации изменений

Порядков ый 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