

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

Физические основы надежности интегральных микросхем

(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: 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 (МОДУЛЯ)

Физические основы надежности интегральных микросхем

(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: 108; Часов по РПД: 108;

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

Часов на самостоятельную работу по УП: 18 (25%);

Часов на самостоятельную работу по РПД: 18 (25%);

Общая трудоемкость в ЗЕТ: 3;

Виды контроля в семестрах (на курсах): Экзамены - 7; 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		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													18	18			18	18
Лабораторные													18	18			18	18
Практические													18	18			18	18
Ауд. занятия													54	54			54	54
Сам. работа													18	18			18	18
Итого													72	72			72	72

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

Программу составил: _____ д.т.н., Горлов М.И.
(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 № _____ 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.5.1
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося	
Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь базовую подготовку по дисциплинам	
Б1.Б.15	Физика конденсированного состояния
Б1.Б.16	Физические основы электроники
Б1.Б.17	Нанoeлектроника
Б1.В.ДВ.4.1	Физика полупроводников
2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее	
Б1.В.ОД.19	Проектирование БИС
Б1.В.ДВ.8.1	Проектирование микропроцессорных устройств
Б1.В.ДВ.9.1	Проектирование цифровых устройств в базисе ПЛИС

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
ОПК-8	способностью использовать нормативные документы в своей деятельности

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 (ОПК-7, ОПК-8);
3.1.2	общие сведения об отказах ИС, структурных дефектах компонентов ИС и механизмах отказов ИС, о методах повышения надежности ИС в процессе серийного производства, о коллективных и индивидуальных мерах защиты ИС от воздействия ЭСР, о влиянии радиации на ИС (ОПК-7);
3.2	Уметь:
3.2.1	оценивать годность структуры ИС визуально и на фотографии, проводить экспресс-анализ отказавших ИС (ОПК-7);
3.3	Владеть:
3.3.1	статистическими и графическими методами обработки результатов длительных испытаний ИС (ОПК-7)

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Разделы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Вид учебной нагрузки и её трудоёмкость в часах				Всего часов
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	
1	Основные понятия в теории качества и надежности	7	1-4	4	4	-	4	12
2	Общие представления об отказах ИС	7	5-10	6	6	12	6	30
3	Методы повышения надежности ИС в процессе серийного производства	7	11-12	2	2	6	2	12
4	Воздействие электростатических зарядов на полупроводниковые изделия (ППИ)	7	13-16	4	4	-	4	12
5	Влияние радиации на ИС	7	17-18	2	2	-	2	6
ИТОГО				18	18	18	18	72

4.1 Лекции

Неделя семестра	Тема и содержание лекции	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме (ИФ)
7 семестр		18	
Основные понятия в теории качества и надежности		4	
1-2	Цели и задачи дисциплины. Возникновение проблемы надежности. Состояние проблемы надежности за рубежом и в России. Стоимость качества и надежности изделий электронной техники (ИЭТ).	2	
3-4	Качество. Надежность. Обеспечение надежности при изготовлении изделий. Признаки деления и виды отказов. Критерии и количественные показатели надежности.	2	
Общие представления об отказах ИС		6	
5-6	Общие дефекты в твердых телах. Дефекты в кремниевой подложке. Дефекты пленок поликристаллического кремния. Дефекты структуры диэлектрических слоев. Методы предотвращения указанных дефектов.	2	
7-8	Механизмы внезапных и постепенных отказов диодов и биполярных транзисторов ИС. Отказы пассивных элементов ИС. Дефекты металлизации на кристалле ИС. Механизмы отказов МДП ИС. Методы предотвращения указанных дефектов.	2	
9-10	Требования к конструкции корпусов. Классификация корпусов по технологии изготовления и используемым материалам. Конструкция и надежность различных типов корпусов.	2	
Методы повышения надежности ИС в процессе серийного производства		2	
11-12	Состав отбраковочных испытаний. Тренировки. Электротренировка, термотренировка, электротермотренировка. Выбор режима тренировки.	2	
Воздействие электростатических зарядов на полупроводниковые изделия (ППИ)		4	
13-14	Природа возникновения электростатических зарядов при производстве ИС и радиоэлектронной аппаратуры	2	
15-16	Катастрофические и скрытые повреждения ИС под воздействием электростатических разрядов (ЭСР). Порог чувствительности и энергия, необходимая для повреждения ИС. Зависимость количества разрядных импульсов ЭСР, приводящих к катастрофическим отказам ИС, от величины напряжения ЭСР.	2	
Влияние радиации на ИС		2	
17-18	Источники радиации. Влияние радиации на кремниевые биполярные логические и аналоговые ИС. Воздействие радиации на МДП-схемы. Отжиг радиационных повреждений ИС.	2	

4.2 Практические занятия

Неделя семестра	Тема и содержание практического занятия	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме (ИФ)	Виды Контроля
7 семестр		18		
Основные понятия в теории качества и надежности		4		
1-2	Стоимость качества и надежности изделий электронной техники (ИЭТ).	2		
3-4	Зависимость между основными характеристиками надежности.	2		Решение задач
Общие представления об отказах ИС		6		
5-6	Механизмы внезапных и постепенных отказов диодов и биполярных транзисторов ИС. Отказы пассивных элементов ИС. Дефекты металлизации на кристалле ИС. Механизмы отказов МДП ИС. Электрическое старение тонких пленок диоксида кремния. Методы предотвращения указанных дефектов.	2		Проверка домашнего задания
7-8	Технические требования к конструкции ИС. Ограничения и допуски на компоненты ИС. Квалификационные испытания как средство подтверждения соответствия конструкции ИС требованиям ТУ. Методика определения и проверки конструктивно-технологических запасов ИС. Методы испытаний. Ограничения при выборе размеров кристалла. Конструктивно-технологическое исполнение ИС по методу изоляции элементов.	2		Проверка домашнего задания
9-10	Коррозия металлов. Химическая коррозия. Электрохимическая коррозия: анодный и катодный процессы. Щелевая коррозия. Электролитическая коррозия. Гальваническая и плазменная коррозия. Примеры возникновения коррозии при производстве транзисторов и ИС.	2		Тест
Методы повышения надежности ИС в процессе серийного производства		2		
11-12	Продолжительность тренировок. Анализ данных по результатам тренировки.	2		Тест
Воздействие электростатических зарядов на полупроводниковые изделия (ПШИ)		4		
13-14	Модели ЭСР. Модель тела человека. Модель заряженного прибора. Модель воздействующего поля.	2		Проверка домашнего задания
15-16	Технологические и конструктивные методы защиты ИС от воздействия ЭСР. Методы встроенной защиты ИС от воздействия ЭСР.	2		Тест
Влияние радиации на ИС		2		
17-18	Влияние конструктивных дефектов на	2		Тест

	радиационную стойкость биполярных и МДП ИС. Сравнение чувствительности к ионизирующему излучению биполярных и МДП ИС, изготовленных по различной технологии.			
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--

4.3 Лабораторные работы

Неделя семестра	Наименование лабораторной работы	Объем часов	В том числе в интерактивной форме (ИФ)	Виды Контроля
7 семестр		18		
Общие представления об отказах ИС		12		
2	Контроль внешнего вида арматур ИС перед герметизацией	4		отчет
6	Проверка сварных соединений на прочность	4		отчет
10	Описание дефектов ИС по фотографии	4		отчет
Методы повышения надежности ИС в процессе серийного производства		6		
14	Анализ отказов ИС и предлагаемые меры по их устранению	4		отчет
18	Зачетное занятие	2		зачет
Итого часов		18		

4.4 Самостоятельная работа студента (СРС)

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
1-2	Работа с конспектом лекций, с учебником Подготовка к практическим занятиям	Проверка домашнего задания	2
3-4	Работа с конспектом лекций, с учебником Подготовка к практическим занятиям Подготовка к выполнению лаб. работы	Допуск к выполнению лаб. работы, отчет	2
5-6	Работа с конспектом лекций, с учебником Подготовка к практическим занятиям	Проверка домашнего задания	2
7-8	Работа с конспектом лекций, с учебником Подготовка к практическим занятиям Подготовка к выполнению лаб. работы	Допуск к выполнению лаб. работы, отчет	2
9-10	Работа с конспектом лекций, с учебником Подготовка к практическим занятиям	Проверка домашнего задания	2
11-12	Работа с конспектом лекций, с учебником Подготовка к практическим занятиям Подготовка к выполнению лаб. работы	Допуск к выполнению лаб. работы, отчет	2
13-14	Работа с конспектом лекций, с учебником	Проверка домашнего задания	2

	Подготовка к практическим занятиям		
15-16	Работа с конспектом лекций, с учебником Подготовка к выполнению лаб. работы	Допуск к выполнению лаб. работы, отчет	2
17-18	Работа с конспектом лекций, с учебником Подготовка к зачету	Зачет	2
Итого часов			18

5. Образовательные технологии

В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:

№	Технологии
5.1	Лекции: – информационные лекции, – лекции – визуализации, – проблемные лекции
5.2	Практические занятия: – работа в команде; – проведение контрольных работ; – тестирование
5.3	лабораторные работы: – выполнение лабораторных работ в соответствии с индивидуальным графиком, – защита выполненных работ;
5.4	самостоятельная работа студентов: – изучение теоретического материала, – подготовка к лекциям, лабораторным работам и практическим занятиям, – работа с учебно-методической литературой, – оформление конспектов лекций, подготовка реферата, отчетов, – подготовка к текущему контролю успеваемости, к экзамену;
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
6.1.1	Используемые формы текущего контроля: – тестирование; – контрольные работы.
6.1.2	Рабочая программа дисциплины обеспечена фондом оценочных средств для проведения входного, текущего контроля и промежуточной аттестации. Фонд включает вопросы для проверки текущих и итоговых знаний, примеры тестов для промежуточной аттестации, примеры экзаменационных билетов. Фонд оценочных средств представлен в учебно-методическом комплексе дисциплины.
6.2	Темы письменных работ
6.2.1	Статистические и графические методы исследования качества и надежности ИС
6.2.2	Расчет надежности ИС

7 Рекомендуемая литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы издания. Вид издания	Обеспеченность
7.1. Основная литература				
7.1.1	Горлов М.И., Данилин Н.С.	Физические основы надежности интегральных схем	2008 печат., электрон.	1,0
7.1.2	Ануфриев Д.М., Горлов М.И., Достанко А.П.	Конструкционные методы повышения надежности интегральных схем	2007 печат., электрон.	0,5
7.2. Дополнительная литература				
7.2.1	Горлов М.И., Емельянов А.В., Плебанович В.И.	Электростатические заряды в электронике	2006 печат., электрон.	
7.2.2	Горлов М.И., Емельянов В.А., Ануфриев Д.Л.	Технологические отбраковочные и диагностические испытания полупроводниковых изделий	2006 печат., электрон.	
7.3 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)

8.2	Специализированная лекционная аудитория , оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой
8.1	Оборудование для проведения лабораторных занятий: – Интегральные схемы в корпусах различного исполнения до и после герметизации. – Оптические микроскопы – Оборудование для вскрытия интегральных схем.

**Карта обеспеченности рекомендуемой литературой
по дисциплине «Физические основы надежности интегральных микросхем»**

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Год издания. Вид издания.	Обеспечен ность
1. Основная литература				
1	Горлов М.И., Данилин Н.С.	Физические основы надежности интегральных схем: Учеб. пособие	2008 Печат.	1,0
2. Дополнительная литература				
2	Ануфриев Д.Л., Горлов М.И., Достанко А.П.	Конструкционные методы повышения надежности интегральных схем: Учеб. пособие	2007 Печат.	0,5

Зав. кафедрой _____ С.И. Рембеза

Директор НТБ _____ Т.И. Буковшина

«УТВЕРЖДАЮ»
Председатель Ученого совета
факультета радиотехники и
электроники

_____ Небольсин В.А.
(подпись)

_____ 201__ г.

Лист регистрации изменений (дополнений) УМКД

Физические основы надежности интегральных микросхем

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

9. Фонд оценочных средств

Контрольные вопросы для проверки текущих и итоговых знаний по курсу
«Физические основы надежности интегральных микросхем»

1. Чем обусловлено возникновение проблемы надежности? Примеры цены надежности. Стоимость качества ИС на различных стадиях применения.
2. Качество. Надежность. Три этапа обеспечения надежности в процессе конструирования, изготовления, эксплуатации.
3. Исправное и работоспособное состояние. Долговечность и сохраняемость.
4. Понятие отказа изделия. Признаки деления и виды отказов. Механизмы отказов ИЭТ.
5. Вероятность безотказной работы. Определения, свойства, функции.
6. Вероятность появления отказов, свойства функции.
7. Интенсивность отказов, определение, единицы измерения, зависимость от времени и нагрузки.
8. Классификация уровней надежностей для ИЭТ. Зависимость между основными характеристиками надежности.
9. Гамма-процентный срок сохраняемости.
10. Общие дефекты в твердых телах.
11. «Ростовые» и «технологически вносимые», первичные и вторичные дефекты.
12. Механизмы образования отрицательных нитевидных кристаллов.
13. Механизмы растворения кремния алюминием. Способы уменьшения отрицательных эффектов.
14. Механизмы возникновения нитевидных кристаллов.
15. О чем говорит рост аморфных нитей на пластинах кремния?
16. Понятие дефектности или сплошности оксида. Привести примеры сплошности оксида на различных технологических операциях.

17. Причины короткого замыкания в диодах, транзисторах и ИС.
18. Туннельный пробой. Лавинный пробой, причины.
19. Причины вторичного пробоя транзисторов. Прокол базы. Эффект «бильярдного шара».
20. Причины изменения обратного тока планарного $p^+ - n$ – диода.
21. Причины изменения обратного тока $n^+ - p$ – диода.
22. Причины дрейфа обратных токов и коэффициента усиления по току транзисторов.
23. Виды и причины отказов резисторных и емкостных элементов.
24. Надежность металлизации, основные виды отказов металлизации. Пустоты в форме трещин и клина.
25. Электродиффузия. Какие виды дефектов электродиффузия.
26. Виды дефектов внутренних соединений.
27. Внезапные и постепенные отказы параметров МДП-транзисторов.
28. Пробой подзатворного диэлектрика. Тепловой пробой подзатворного оксида. Пробой перехода сток-подложка.
29. Механизмы химической коррозии.
30. Механизм электрохимической коррозии. Анодные и катодные процессы.
31. Механизм щелочной коррозии.
32. Механизм электролитической коррозии.
33. Капиллярная коррозия.
34. Коррозия в присутствии галогенов. Локальная коррозия.
35. Гальваническая коррозия.
36. Катодная коррозия.
37. Типовая зависимость интенсивности ИЭТ от времени без отбраковочных и с отбраковочными испытаниями. Задачи отбраковочных испытаний. Состав отбраковочных испытаний (визуальные, климатические, механические, электрические) и их комбинации.

38. Что такое тренировка ИЭТ? Критерий правильности выбранного режима тренировки.

39. Методы электротренировки.

40. Статический метод электротермотренировки.

41. Динамические методы электротермотренировки.

42. Что такое тестирование, проводимое одновременно с электротермотренировкой.

43. Продолжительность тренировок и особенности контроля параметров ТТ.

44. Как определить время ЭТТ при малом и большом количестве испытуемых ИС?

45. Количество отказов и их распределение, ЭТТ при неуправляемом процессе и при стабильном техпроцессе. Когда можно перейти от ЭТТ к ТТ ИС? Привести пример, когда необходимо применять два метода ЭТТ (статический и динамический).

46. Какие виды испытаний и их периодичность проводятся на заводе изготовителе ИС?

47. Природа возникновения электростатических зарядов при производстве ИЭТ.

48. Модель тела человека для ЭСР.

49. Модель заряженного прибора для ЭСР. Модель воздействующего поля для ЭСР.

50. Катастрофические и скрытые повреждения ИС под воздействием ЭСР. Порог чувствительности и энергия, необходимая для повреждения ППИ.

51. Зависимость количества разрядных импульсов ЭСР, приводящих к катастрофическим отказам ИС от воздействия ЭСР.

52. Конструктивные методы защиты ИС от напряжения ЭСР.

53. Методы встроенной защиты ИС от воздействия ЭСР. Примеры схем защиты МДП и биполярных ИС от воздействия ЭСР.

54. Характеристики источников радиационного излучения.

55. Влияние радиации на биполярные логические и аналоговые ИС.
56. Влияния радиации на МДП схемы.
57. Воздействие электромагнитных импульсов на ИС при ядерных взрывах.
58. Воздействие рентгеновского излучения на ИС.
59. Влияние конструктивных факторов на радиационную стойкость биполярных БИС.
60. Влияние конструктивных факторов на радиационную стойкость МДП – схем.

Пример тестов для промежуточной аттестации

Воздействие электростатических зарядов на изделия электронной техники

1. Причиной возникновения ЭСЗ является:

А	Б	В
Передвижение свободных электронов, ионов в результате соприкосновения двух поверхностей	Отсутствие свободных электронов, ионов в результате соприкосновения двух поверхностей	Наличие силы сжатия двух материалов

2. Трибоэлектрические материалы в сторону отрицательных потенциалов располагаются в порядке:

А	Б	В
Стекло, хлопок, шерсть	Шерсть, хлопок, стекло	Хлопок, стекло, шерсть

3. На рисунках изображены следующие модели электростатических разрядов:

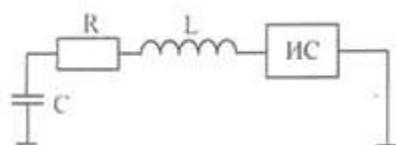


Рис.1

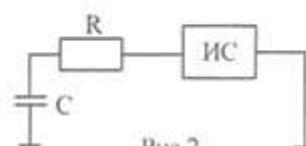


Рис.2

А	Б	В
Рис. 1 – МТЧ, Рис. 2 – МВП	Рис. 1 – МЗП, Рис. 2 – МВП	Рис. 1 – МЗП, Рис. 2 – МТЧ

4. В модели тела человека R и C имеют значения:

А	Б	В
$R = 1000 \text{ Ом}, C = 100 \text{ пФ}$	$R = 1000 \text{ кОм}, C = 100 \text{ нФ}$	$R = 1000 \text{ кОм}, C = 100 \text{ мкФ}$

5. Отказ под воздействием ЭСР по модели воздействующего поля происходит под действием:

А	Б	В
Тока	Мощности	Напряжения

6. Отказ под воздействием ЭСР по модели тела человека происходит под действием:

А	Б	В
Мощности или напряженя	Только мощности	Только напряженя

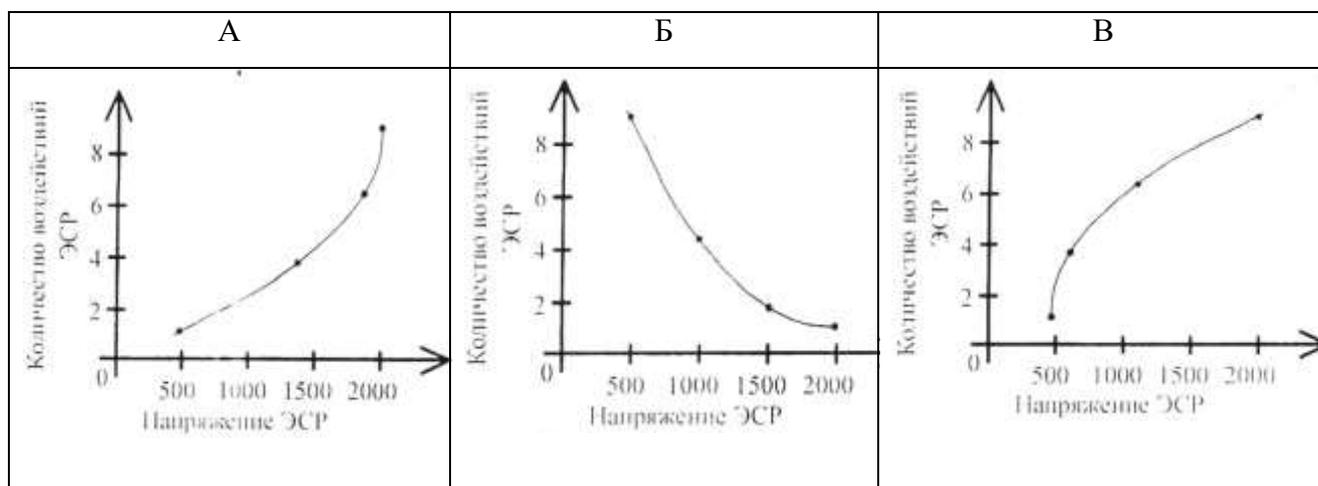
7. По относительной чувствительности ИС можно расположить, начиная с наименее чувствительной, в ряд:

А	Б	В
ТТЛ ИС, МОП ИС, линейные ИС	ТТЛ ИС, линейные ИС, МОП ИС	МОП ИС, линейные ИС, ТТЛ ИС

8. Наиболее распространенные повреждения из-за воздействия ЭСР у биполярных ИС следующие:

А	Б	В
Повреждения переходов	Повреждения металлизации	Повреждения диэлектрика

9. Зависимость количества разрядных импульсов ЭСР, приводящих к катастрофическим отказам ППИ, имеет вид:



10. Схемы защиты цепей ИС от ЭСР:

А	Б	В
Шунтируют входной сигнал	Усиливают входной сигнал	Оставляют без изменений входной сигнал

11. Сопротивление у проводящего браслета должно быть:

А	Б	В
<1 МОм	1÷100 МОм	>100 МОм

12. Уголь в защитные материалы добавляют с целью

А	Б	В
Уменьшения проводимости	Увеличения проводимости	Ионизации воздуха

Примеры экзаменационных билетов.

Экзаменационный билет № 1

1. Чем обусловлено возникновение проблемы надежности? Примеры цены надежности. Стоимость качества ИС на различных стадиях применения.
2. Причины изменения обратного тока $n^+ - p$ - диода.
3. Динамические методы электротермотренировки.

Экзаменационный билет № 2

1. Качество. Надежность. Три этапа обеспечения надежности в процессе конструирования, изготовления, эксплуатации.
2. Причины дрейфа обратных токов и коэффициента усиления по току транзисторов.
3. Что такое тестирование, проводимое одновременно с электротермотренировкой.

Экзаменационный билет № 3

1. Гамма-процентный срок сохраняемости.
2. Механизм химической коррозии.
3. Модель заряженного прибора для ЭСР. Модель воздействующего поля для ЭСР.