

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Наименование образовательной программы: Микроэлектроника и твердотельная электроника

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Надежность элементов полупроводниковой электроники**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Сарач О.Б.
	Идентификатор	R2562e7bf-SarachOB-f26c228a

О.Б. Сарач

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Баринов А.Д.
	Идентификатор	Ra98e1318-BarinovAD-f138ec4f

А.Д.
Баринов

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Зезин Д.А.
	Идентификатор	Re7522a00-ZezinDA-ba8dbd73

Д.А. Зезин

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-2 Способен осуществлять расчет и проектирование полупроводниковых приборов и устройств, проводить моделирование и анализ с использованием средств автоматизации проектирования

ИД-1 Демонстрирует знание принципов работы, физических и математических моделей основных полупроводниковых приборов

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. Определение отказоустойчивости интегральных схем при различных методах резервирования (Контрольная работа)
2. Расчёт количественных показателей надёжности (Контрольная работа)
3. Расчет надёжности системы (Контрольная работа)
4. Технологические аспекты надёжности (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Построение плана выборочного контроля (Расчетно-графическая работа)

БРС дисциплины

5 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Расчёт количественных показателей надёжности (Контрольная работа)
КМ-2 Расчет надёжности системы (Контрольная работа)
КМ-3 Построение плана выборочного контроля (Расчетно-графическая работа)
КМ-4 Определение отказоустойчивости интегральных схем при различных методах резервирования (Контрольная работа)
КМ-5 Технологические аспекты надёжности (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	4	8	12	14	16
Краткие теоретические сведения. Основные понятия и определения теории надёжности						

Краткие теоретические сведения. Основные понятия и определения теории надёжности	+				
Количественные показатели надёжности					
Количественные показатели надёжности		+			
Основные типы стат. распределений случайных величин, используемых в теории надёжности					
Основные типы стат. распределений случайных величин, используемых в теории надёжности		+			
Виды испытаний и система испытаний на надёжность					
Виды испытаний и система испытаний на надёжность			+		
Выборочный контроль. Принцип составления плана выборочного контроля					
Выборочный контроль. Принцип составления плана выборочного контроля			+		
Пути повышения отказоустойчивости изделий электронной техники					
Пути повышения отказоустойчивости изделий электронной техники			+		
Технологические аспекты надёжности					
Технологические аспекты надёжности				+	+
Вес КМ:	20	20	20	20	20

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-2	ИД-1 _{ПК-2} Демонстрирует знание принципов работы, физических и математических моделей основных полупроводниковых приборов	Знать: терминологию в области надёжности элементов полупроводниковой электроники причины отказов элементов полупроводниковой электроники Уметь: рассчитывать надёжность элементов полупроводниковой электроники использовать для решения проблем надёжности элементов полупроводниковой электроники соответствующий физико-математический аппарат	КМ-1 Расчёт количественных показателей надёжности (Контрольная работа) КМ-2 Расчет надёжности системы (Контрольная работа) КМ-3 Определение отказоустойчивости интегральных схем при различных методах резервирования (Контрольная работа) КМ-4 Технологические аспекты надёжности (Контрольная работа) КМ-5 Построение плана выборочного контроля (Расчетно-графическая работа)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Расчёт количественных показателей надёжности

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выполняется по вариантам.

Краткое содержание задания:

При испытании N элементов в течение t часов через каждый промежуток времени Δt фиксировалось число произошедших отказов n . Определить основные показатели надёжности

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: терминологию в области надёжности элементов полупроводниковой электроники	1. Определить вероятность отказа Q , вероятность безотказной работы P , построить графики зависимостей $Q(t)$, $P(t)$ 2. Определить интенсивность отказов $\lambda(t)$ 3. Определить среднюю наработку до первого отказа $T_{ср}$ 4. Определить гамма-процентную наработку до отказа 5. Построить график зависимости частоты отказов $f(t)$

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-2. Расчет надежности системы

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выполняется по вариантам.

Краткое содержание задания:

Проектируется система, состоящая из элементов нескольких групп, количество элементов каждой группы, а также интенсивности их отказов заданы. Рассчитать параметры надежности системы.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: использовать для решения проблем надёжности элементов полупроводниковой электроники соответствующий физико-математический аппарат	1.Определить интенсивность отказов системы 2.Определить среднее время безотказной работы системы 3.Построить зависимость вероятности безотказной работы системы от времени 4.Построить зависимость вероятности отказа системы от времени 5.Определить плотность вероятности отказа системы при заданной наработке

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-3. Построение плана выборочного контроля

Формы реализации: Проверка задания

Тип контрольного мероприятия: Расчетно-графическая работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выполняется самостоятельно по вариантам.

Краткое содержание задания:

Построить план выборочного контроля при заданных уровнях дефектности, если известны риски поставщика и потребителя

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: рассчитывать надёжность элементов полупроводниковой электроники	1. Рассчитать объем выборки n для ослабленного, нормального и усиленного уровней контроля 2. Рассчитать стоимость контроля C_1 , стоимость потерь, связанных с ошибками, C_2 , и суммарные расходы C для трех уровней контроля 3. Построить зависимость объема выборки от приемочного числа 4. Определить объем выборки и приемочное число, удовлетворяющие заданным рискам поставщика и потребителя 5. Построить оперативную характеристику плана выборочного контроля

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-4. Определение отказоустойчивости интегральных схем при различных методах резервирования

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выполняется по вариантам.

Краткое содержание задания:

Схема состоит из идентичных элементов, каждый из которых характеризуется вероятностью безотказной работы: $P(t) = e^{-\lambda t}$. Определить отказоустойчивость при заданном методе резервирования.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: причины отказов элементов полупроводниковой электроники	1. Определить вероятность безотказной работы n элементов при общем резервировании с кратностью m 2. Определить вероятность безотказной работы n элементов при раздельном резервировании с кратностью m 3. Определить среднее время работы до отказа при общем резервировании при заданной квоте отказа 4. Определить среднее время работы до отказа при раздельном резервировании при заданной квоте отказа 5. Построить графики зависимости вероятности отказов от n при различных m

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-5. Технологические аспекты надёжности

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выполняется по вариантам.

Краткое содержание задания:

Ответить на вопросы

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: причины отказов элементов полупроводниковой электроники	1. Что такое электромиграция? Как с ней бороться? 2. Как возникает лавинный пробой? Каковы его последствия?

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	3.Что такое ионизационные эффекты? Из-за чего они возникают? К чему приводят? 4.Что такое ионизационные эффекты? Из-за чего они возникают? К чему приводят? 5.Какую аппаратуру называют вибро- и ударопрочной? Где она используется?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Пример билета

- 1.Классификация отказов
- 2.Неразрушающие испытания. Методы неразрушающих испытаний
- 3.Пусть элемент имеет экспоненциальный закон распределения во времени с параметрами: $\lambda=1,5 \cdot 10^{-4} \text{ ч}^{-1}$; $\gamma=99\%$. Вычислить основные показатели надежности $P(t)$, $Q(t)$, T , t_γ для момента времени $t=100\text{ч}$

Процедура проведения

Время выполнения задания 45 минут

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1пк-2 Демонстрирует знание принципов работы, физических и математических моделей основных полупроводниковых приборов

Вопросы, задания

- 1.Значение надежности технических изделий. Направления в обеспечении надежности изделий.
- 2.Влияние внешних воздействий на отказы элементной базы изделий электронной техники.
- 3.Основные понятия теории надежности. Типы надежности. Классификация отказов.
- 4.Количественные показатели надежности. Вероятность отказа. Вероятность безотказной работы. Частота отказа. Интенсивность отказов.
- 5.Взаимосвязь между количественными характеристиками надежности. Среднее время безотказной работы. Средняя наработка на отказ.
- 6.Основные типы статистических распределений случайных величин, используемых в теории надежности. Экспоненциальное распределение. Распределение Вейбулла – Гнеденко.
- 7.Виды испытаний и система испытаний на надежность. Основные принципы контроля качества приборов. Классификация испытаний.
- 8.Выборочный контроль. Планирование испытаний на надежность. Оперативная характеристика.
- 9.Планы контроля по качественным признакам. Основные принципы выборочного контроля продукции.
- 10.План контроля при наличии однократной выборки.
- 11.Ускоренные испытания. Выбор ускоряющих факторов и их интенсивность
- 12.Отбраковочные испытания. Категории механизма отказов. Основные отказы на стадиях жизненного цикла изделий. Основные технологические и конструктивные дефекты
- 13.Методы резервирования. Виды активного резервирования в зависимости от условий работы резервных элементов. Пассивное резервирование
- 14.Климатические испытания элементов полупроводниковых элементов. Механические испытания

15. Оценка надёжности восстанавливаемого элемента полупроводниковой электроники. Поток отказов. Коэффициент готовности. Функция готовности. Функция простоя. Коэффициент использования

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Как называются системы, которые выполняют свои задачи при наличии обслуживающего персонала и обычно приспособлены к устранению отказов во время профилактических ремонтов?

Ответы:

Простые
Сложные
Обслуживаемые
Необслуживаемые

Верный ответ: Обслуживаемые

2. Как называются системы, которые выполняют возложенные на них функции без обслуживающего персонала?

Ответы:

Необслуживаемые
Простые
Невосстанавливаемые
Восстанавливаемые

Верный ответ: Необслуживаемые

3. Как называются системы, которые после отказа подвергаются ремонту и продолжают выполнять свои функции?

Ответы:

Восстанавливаемые
Обслуживаемые
Простые
Сложные

Верный ответ: Восстанавливаемые

4. Как называются системы, которые в случае возникновения отказа не подлежат или не поддаются восстановлению по экономическим, либо по техническим соображениям?

Ответы:

Невосстанавливаемые
Необслуживаемые
Простые
Сложные

Верный ответ: Невосстанавливаемые

5. Как называют отказ, возникший в результате скачкообразного изменения одного или нескольких основных параметров системы, связанных с внутренними дефектами элементов, нарушением рабочих режимов, ошибками обслуживающего персонала и другими неблагоприятными воздействиями?

Ответы:

Внезапный
Деградационный

Явный
Полный

Верный ответ: Внезапный

6.Как называют отказ, возникший в результате плавных изменений заданных параметров прибора вследствие деградации физико-химических свойств материала под влиянием эксплуатационных факторов и естественного старения и изнашивания элементов системы в результате дрейфа рабочих параметров и их выход за предельно допустимые значения?

Ответы:

Параметрический	
Независимый	
Полный	
Явный	

Верный ответ: Параметрический

7.Как называется отказ, обусловленный естественными процессами старения, изнашивания, коррозии и усталости при соблюдении всех установленных правил и (или) норм проектирования, изготовления и эксплуатации?

Ответы:

Деградационный
Полный
Частичный
Явный

Верный ответ: Деградационный

8.Как называют отказы, появление которых не изменяет вероятности появления других отказов?

Ответы:

Независимые
Внезапные
Постепенные
Явные

Верный ответ: Независимые

9.Как называют отказы, появление которых изменяет (увеличивает) вероятность появления других отказов?

Ответы:

Зависимые
Внезапные
Постепенные
Скрытые

Верный ответ: Зависимые

10.Как называются отказы, которые происходят в результате ошибок и нарушений норм и правил конструирования в период разработки?

Ответы:

Конструктивные
Производственные
Эксплуатационные

Ресурсные

Верный ответ: Конструктивные

11. Как называются отказы, которые возникают в результате несовершенства процесса изготовления приборов или нарушения технологии?

Ответы:

Конструктивные
Производственные
Эксплуатационные
Ресурсные

Верный ответ: Производственные

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка выставляется на основе семестровой и зачётной составляющей согласно Положения о БАРС.