МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физические основы надежности изделий твердотельной электроники

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Твердотельная электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ФЭ, Кафедра физической электроники**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2017 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	20	20	часов
2	Практические занятия	8	8	часов
3	Всего аудиторных занятий	28	28	часов
4	Из них в интерактивной форме	8	8	часов
5	Всего контактной работы	0	0	часов
6	Самостоятельная работа	80	80	часов
7	Всего (без экзамена)	108	108	часов
8	Общая трудоемкость	108	108	часов
		3.0	3.0	З.Е.

Зачет: 3 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 33433

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 91 от «19» 4 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 30.10.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФЭ «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

доцент каф. ФЭ _____ И. А. Чистоедова

профессор кафедры ФЭ _____ С. В. Смирнов

Заведующий обеспечивающей каф. ФЭ _____ П. Е. Троян

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФЭТ _____ А. И. Воронин

Заведующий выпускающей каф. ФЭ _____ П. Е. Троян

Эксперты:

Доцент кафедры физической электроники (ФЭ) _____ И. А. Чистоедова

Профессор кафедры физической электроники (ФЭ) _____ Т. И. Данилина

Согласована на портале № 33433

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью изучения дисциплины является освоение студентами методов оценки надежности изделий твердотельной электроники и анализа основных физико-химических процессов, приводящих к отказам разрабатываемых изделий.

1.2. Задачи дисциплины

– изучение основ теории надежности изделий электронной техники;

– развитие способностей по разработке и использованию методов оценки надежности изделий;

– овладение современными методами испытаний на надежность, с использованием современных информационно-коммуникационных технологий;

– совершенствование умений и навыков самостоятельной научно-производственной деятельности, овладение умениями планирования и обработки результатов испытаний в виде протоколов и отчетов.

–

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Физические основы надежности изделий твердотельной электроники» (Б1.В.ДВ.3.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники, Гетероструктурные полупроводниковые приборы, Приборно-технологическое моделирование.

Последующими дисциплинами являются: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, Преддипломная практика, Проектирование и технология электронной компонентной базы.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-3 готовностью осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени;

– ПК-4 способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов;

– ПК-5 способностью делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** основные положения теории надежности изделий твердотельной электроники; основные физические принципы, положенные в основу того или иного метода; представление о современном состоянии методов испытаний изделий твердотельной электроники на надежность; нормативные документы (государственные отраслевые стандарты), методы проведения испытаний на надежность и долговечность;

– **уметь** провести оценку надежности и долговечности как отдельных элементов, так и устройств твердотельной электроники в целом; планировать эксперимент и осуществлять выборочный контроль, обрабатывать результаты эксперимента, оформлять результаты в виде отчетов и публикаций

– **владеть** методами измерениями параметров изделий электронной техники, типовыми методиками испытания, навыками работы на испытательном оборудовании, практическими навыками по анализу причин отказов изделий твердотельной электроники.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Согласована на портале № 33433

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		3 семестр
Аудиторные занятия (всего)	28	28
Контактная работа (всего)		
Лекции	20	20
Практические занятия	8	8
Из них в интерактивной форме	8	8
Самостоятельная работа (всего)	80	80
Выполнение расчетных работ	57	57
Подготовка к контрольным работам	11	11
Проработка лекционного материала	6	6
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	6
Всего (без экзамена)	108	108
Общая трудоемкость, ч	108	108
Зачетные Единицы	3.0	3.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
3 семестр					
1 Основы теории надежности изделий электронной техники. Методы испытаний на надежность и методы расчетов надежности.	2	1	4	7	ПК-3, ПК-4, ПК-5
2 Физико-химические причины появления катастрофических отказов изделий твердотельной электроники	4	1	14	19	ПК-3, ПК-4, ПК-5
3 Деградация электрических и оптических параметров изделий твердотельной электроники в процессе эксплуатации	4	2	24	30	ПК-3, ПК-4, ПК-5
4 Микромеханика разрушения изделий твердотельной электроники	4	1	13	18	ПК-3, ПК-4, ПК-5
5 Радиационная стойкость изделий твердотельной электроники	4	1	14	19	ПК-3, ПК-4, ПК-5
6 Проектирование и обеспечение высокой надежности полупроводниковых приборов и интегральных схем	2	2	11	15	ПК-3, ПК-4, ПК-5

Согласована на портале № 33433

Итого за семестр	20	8	80	108	
Итого	20	8	80	108	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
1 Основы теории надежности изделий электронной техники. Методы испытаний на надежность и методы расчетов надежности.	Математическая теория надежности. Статистические методы оценки надежности. Стороны надежности: безотказность, работоспособность, долговечность, сохраняемость, живучесть изделий. Виды надежности. Отказы. Количественные показатели надежности. Планирование испытаний. Выборочные и ускоренные испытания. Испытания изделий на устойчивость к спецвоздействиям. Гарантийные обязательства поставщика изделий. Служба надежности в научно-исследовательских организациях и промышленных предприятиях. Расчет надежности отдельных изделий и систем.	2	ПК-3, ПК-4, ПК-5
	Итого	2	
2 Физико-химические причины появления катастрофических отказов изделий твердотельной электроники	Виды отказов. Основные физико-химические процессы в изделиях твердотельной электроники, обуславливающие срок службы и работоспособность.	4	ПК-3, ПК-4, ПК-5
	Итого	4	
3 Деградация электрических и оптических параметров изделий твердотельной электроники в процессе эксплуатации	Диффузия и электродиффузия в тонкопленочных и полупроводниковых структурах. Дефекты: условия их образования, кластеризация и последующая трансформация. Вклад дефектов в процессы деградации изделий.	4	ПК-3, ПК-4, ПК-5
	Итого	4	
4 Микромеханика разрушения изделий твердотельной электроники	Современные теории разрушения. Медленный рост трещин. Механогидролитические механизмы разрушения материалов. Фрагментация структуры материалов в процессе разрушения. Способы повышения устойчивости изделий к разрушению. Механические напряжения в конструкционных элементах.	4	ПК-3, ПК-4, ПК-5
	Итого	4	
5 Радиационная стойкость изделий твердотельной электроники	Основные виды радиационных воздействий и источники излучений. Космические радиационные воздействия. Радиационные дефекты в конструкционных материалах. Методы испытаний изделий на радиационную устойчивость. Методы расчета	4	ПК-3, ПК-4, ПК-5

Согласована на портале № 33433

	радиационной стойкости.		
	Итого	4	
6 Проектирование и обеспечение высокой надежности полупроводниковых приборов и интегральных схем	Методы обеспечения высокой надежности изделий твердотельной электроники. Прогнозирование надежности. Создание новых материалов и изделий.	2	ПК-3, ПК-4, ПК-5
	Итого	2	
Итого за семестр		20	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин					
	1	2	3	4	5	6
Предшествующие дисциплины						
1 Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники			+	+	+	
2 Гетероструктурные полупроводниковые приборы		+	+	+	+	
3 Приборно-технологическое моделирование	+		+	+		+
Последующие дисциплины						
1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	+	+	+	+	+	+
2 Преддипломная практика	+	+	+	+	+	+
3 Проектирование и технология электронной компонентной базы	+	+	+		+	+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий			Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Сам. раб.	
ПК-3	+	+	+	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Расчетная работа, Тест, Отчет по практическому занятию

Согласована на портале № 33433

ПК-4	+	+	+	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Тест, Отчет по практическому занятию
ПК-5	+	+	+	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Расчетная работа, Тест, Отчет по практическому занятию

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий

Методы	Интерактивные практические занятия, ч	Интерактивные лекции, ч	Всего, ч
3 семестр			
Исследовательский метод	2		2
Решение ситуационных задач		6	6
Итого за семестр:	2	6	8
Итого	2	6	8

7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП.

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
1 Основы теории надежности изделий электронной техники. Методы испытаний на надежность и методы расчетов надежности.	Законы распределения случайных величин. Показатели надежности изделий микроэлектроники	1	ПК-3, ПК-4, ПК-5
	Итого	1	
2 Физико-химические причины появления катастрофических отказов изделий твердотельной электроники	Процессы деградации элементов изделий микроэлектроники	1	ПК-3, ПК-4, ПК-5
	Итого	1	
3 Деградация электрических и оптических параметров изделий твердотельной электроники в процессе эксплуатации	Методы планирования испытаний изделий микроэлектроники на надежность	2	ПК-3, ПК-4, ПК-5
	Итого	2	
4 Микромеханика	Ускоренные испытания на долговечность	1	ПК-3, ПК-

Согласована на портале № 33433

разрушения изделий твердотельной электроники	Итого	1	4, ПК-5
5 Радиационная стойкость изделий твердотельной электроники	Методы расчета надежности устройств микроэлектроники	1	ПК-3, ПК-4, ПК-5
	Итого	1	
6 Проектирование и обеспечение высокой надежности полупроводниковых приборов и интегральных схем	Прогнозирование надежности изделий микроэлектроники	2	ПК-3, ПК-4, ПК-5
	Итого	2	
Итого за семестр		8	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
3 семестр				
1 Основы теории надежности изделий электронной техники. Методы испытаний на надежность и методы расчетов надежности.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПК-3, ПК-4, ПК-5	Контрольная работа, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	4		
2 Физико-химические причины появления катастрофических отказов изделий твердотельной электроники	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПК-3, ПК-4, ПК-5	Контрольная работа, Расчетная работа, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Выполнение расчетных работ	10		
	Итого	14		
3 Деградация электрических и оптических параметров изделий твердотельной электроники в процессе	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПК-3, ПК-4, ПК-5	Контрольная работа, Отчет по практическому занятию, Расчетная работа, Тест
	Проработка лекционного материала	1		

Согласована на портале № 33433

эксплуатации	Подготовка к контрольным работам	2		
	Выполнение расчетных работ	20		
	Итого	24		
4 Микромеханика разрушения изделий твердотельной электроники	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПК-3, ПК-4, ПК-5	Контрольная работа, Отчет по практическому занятию, Расчетная работа, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Подготовка к контрольным работам	1		
	Выполнение расчетных работ	10		
	Итого	13		
5 Радиационная стойкость изделий твердотельной электроники	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПК-3, ПК-4, ПК-5	Контрольная работа, Отчет по практическому занятию, Расчетная работа, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Выполнение расчетных работ	10		
	Итого	14		
6 Проектирование и обеспечение высокой надежности полупроводниковых приборов и интегральных схем	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПК-3, ПК-4, ПК-5	Контрольная работа, Отчет по практическому занятию, Расчетная работа, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Выполнение расчетных работ	7		
	Итого	11		
Итого за семестр		80		
Итого		80		

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на	Всего за семестр

Согласована на портале № 33433

			конец семестра	
3 семестр				
Контрольная работа		10	10	20
Опрос на занятиях	2	2	2	6
Отчет по практическому занятию	10	10	14	34
Расчетная работа			20	20
Тест		10	10	20
Итого максимум за период	12	32	56	100
Нарастающим итогом	12	44	100	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Методы и оборудование контроля параметров технологических процессов производства наногетероструктур и наногетероструктурных монолитных интегральных схем: Учебное пособие / Смирнов С. В. - 2010. 115 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/535 (дата обращения: 23.06.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Аполлонский, С.М. Надежность и эффективность электрических аппаратов [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.М. Аполлонский, Ю.В. Куклев. — Электрон. дан. — Санкт-

Согласована на портале № 33433

Петербург : Лань, 2011. — 448 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/2034. — Загл. с экрана. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://e.lanbook.com/reader/book/2034/#1 (дата обращения: 23.06.2018).

2. Дорохов, А.Н. Обеспечение надежности сложных технических систем [Электронный ресурс] : учебник / А.Н. Дорохов, В.А. Керножицкий, А.Н. Миронов, О.Л. Шестопалова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 352 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/93594. — Загл. с экрана. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://e.lanbook.com/reader/book/93594/#1 (дата обращения: 23.06.2018).

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Смирнов С.В. Физические основы надежности изделий твердотельной электроники: учебно-методическое пособие по аудиторным практическим занятиям и самостоятельной работе. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 59 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://miel.tusur.ru/images/files/Uchebno-metodicheskii_kompleks%20disciplin/Smirnov/FON_pract.pdf (дата обращения: 23.06.2018).

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная аудитория

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 224 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Комплект специализированной учебной мебели;

Согласована на портале № 33433

- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1. Что такое надежность изделия

а Качество изделия

б Дизайн изделия

в. Свойство изделия

г Состояние изделия

Согласована на портале № 33433

2. Что такое отказ изделия
а изменение параметров изделия
б нарушение работоспособности изделия
в изменение условий эксплуатации изделия
г электрические испытания изделия
3. Что такое работоспособность изделия
а готовность изделия к использованию
б способность изделия выполнять заданные функции
в состояние изделия после испытаний
г утрата основных параметров
4. Что такое долговечность изделия
а износ изделия
б сохранение работоспособности до износа
в способность выдерживать нагрузки
г сохранение надежности
5. Что такое сохраняемость изделия
а условия хранения изделия
б способность изделия к транспортировке
в свойство сохранять работоспособность в течении хранения и после хранения
г упаковка изделия в герметичную тару
6. Что такое вероятность отказа изделия Q(t)
а вероятность того, что в отказ возникает в заданных пределах времени
б Вероятность того, что в заданное время отказ не возникает
в вероятность того, что изделие работоспособно
г вероятность наработки изделием заданного времени
7. Что такое интенсивность отказов $\lambda(t)$
а количество отказов
б скорость отказов
в число отказов в единицу времени в некотором интервале
г суммарное число отказов изделия
8. Основной закон надежности
а $\lambda(t)= const$
б $\lambda(t) =Q(t)t$
в $1- Q(t)= \exp(-\lambda t)$
г $1+ Q(t)=\lambda t$
9. Гамма-процентная наработка до отказа
а Суммарная наработка изделия
б наработка изделия на отказ
в наработка, в течении которой отказ не возникает с некоторой вероятностью
г процентная наработка на отказ
10. Что за единица Фит
а Время работы изделия
б время хранения изделия
в количество отказов за 10^9 часа
г количество отказов за 10^5 часов
11. Какой математический закон положен в основу ускоренных испытаний
а закон нормального распределения
б закон Гаусса
в закон Мура
г закон Аррениуса
12. Наиболее распространенный метод ускорения испытаний
а метод повышенного тока
б метод повышенной температуры
в метод повышенного напряжения

Согласована на портале № 33433

г метод повышенного давления
13. Что такое правило 10 С при ускоренных испытаниях приборов
а предельная температура испытаний
б увеличение коэффициента ускорения в 2 раза
в замедление испытаний в 2 раза
г величина температурного интервала при испытаниях
14. Какой метод используется для определения энергии активации
а метод токовой нагрузки
б метод ступенчатой электротемотренировки
в статистический метод
г расчетный метод
15. Что такое граничные испытания
а определение режимов испытаний
б определение времени испытаний
в определение предельно-допустимых параметров изделий
г определение условий зксплуатации изделий
16. Что такое определительные испытания
а определение количественных показателей надежности
б определение качественных показателей надежности
в определение режимов испытаний
г определение ресурса работы
17. Что такое случайная выборка изделий
а выборка изделий с заданными параметрами
б выборка изделий для испытаний
в отбор изделий из генеральной совокупности
г выборка качественных изделий
18. Основной механизм деградации омических контактов ИС
а механические нагрузки
б диффузия
в коррозия
г пробой
19. Что такое электродиффузия в электрическом поле
а перемещение электронов
б перемещение дырок
в перемещение ионов
г перемещение электрического контакта
20. Что такое самодиффузия в кремниевых полупроводниковых приборах
а Диффузия атомов Si в Si
б диффузия примеси P в Si
в диффузия B в Si
г диффузия Al в Si

14.1.2. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

Законы распределения случайных величин. Показатели надежности изделий микроэлектроники

Процессы деградации элементов изделий микроэлектроники

Методы планирования испытаний изделий микроэлектроники на надежность

Ускоренные испытания на долговечность

Методы расчета надежности устройств микроэлектроники

Прогнозирование надежности изделий микроэлектроники

14.1.3. Темы контрольных работ

Варианты заданий для самостоятельной работы, в т. ч. контрольной работы приведены в учебно-методических указаниях (п.12.3.1)

Вариант 1

1. Определить вероятность того, что за время t = 100 ч произойдет 0 – 3 отказа, если λ =

Согласована на портале № 33433

0,025 (закон Пуассона)

2. Необходимо определить температуру, при которой коэффициент ускорения испытаний на долговечность кремниевой интегральной схемы равен 10. Считать, что основным механизмом деградации схемы является диффузия кислорода в кристалл (приложение 7).

3. Микроэлектронное изделие содержит 500 кремниевых цифровых интегральных схем, 100 керамических конденсаторов, 10 электролитических конденсаторов, 100 резисторов. Рассчитайте интенсивность отказов изделия для гамма-процентного ресурса 0,8.

Вариант 2

1. В выборке объемом n = 100 шт не обнаружено дефектных изделий. Требуется определить с двухсторонней достоверностью P*/ = 0,9 число дефектных изделий в партии, из которой взята данная выборка (приложение 5).

2. С использованием MIL-HDBK-217 рассчитать интенсивность отказов цифровой интегральной схемы общего применения.

3. Определить коэффициент готовности изделия Кг, среднюю наработку на отказ Т0 и среднее время восстановления Тв изделия с постоянным нагруженным резервированием, если Т01=Т02=100 ч; Тв1=Тв2=0,5 ч.

Вариант 3

1. Задано P1 = 0,9 на 500 ч при β = 0,1. Необходимо построить план контроля (приложение 6).

2. Рассчитать среднюю наработку на отказ из-за обрыва металлизации, вызванной электродиффузией для крупно-структурного алюминиевого проводника толщиной 1 мкм, шириной 100 мкм, через который протекает ток 10 А. Коэффициент формы К и показатель степени равны 1. Температура 325 К.

3. Определите коэффициент ускорения испытаний на долговечность кремниевого полупроводникового выпрямительного диода с номинальной мощностью рассеяния 1 Вт и тепловым сопротивлением корпус–окружающая среда 20 °С/Вт. Ускоряющий фактор – увеличение мощности рассеяния диода на 25%. Испытания

проводятся при температуре +85 °С.

14.1.4. Темы опросов на занятиях

Математическая теория надежности. Статистические методы оценки надежности. Стороны надежности: безотказность, работоспособность, долговечность, сохраняемость, живучесть изделий. Виды надежности. Отказы. Количественные показатели надежности. Планирование испытаний. Выборочные и ускоренные испытания. Испытания изделий на устойчивость к спецвоздействиям. Гарантийные обязательства поставщика изделий. Служба надежности в научно-исследовательских организациях и промышленных предприятиях. Расчет надежности отдельных изделий и систем.

Виды отказов. Основные физико-химические процессы в изделиях твердотельной электроники, обуславливающие срок службы и работоспособность.

Диффузия и электродиффузия в тонкопленочных и полупроводниковых структурах. Дефекты: условия их образования, кластеризация и последующая трансформация. Вклад дефектов в процессы деградации изделий.

Современные теории разрушения. Медленный рост трещин. Механогидролитические механизмы разрушения материалов. Фрагментация структуры материалов в процессе разрушения. Способы повышения устойчивости изделий к разрушению. Механические напряжения в конструкционных элементах.

Основные виды радиационных воздействий и источники излучений. Космические радиационные воздействия. Радиационные дефекты в конструкционных материалах. Методы испытаний изделий на радиационную устойчивость. Методы расчета радиационной стойкости.

Методы обеспечения высокой надежности изделий твердотельной электроники. Прогнозирование надежности. Создание новых материалов и изделий.

14.1.5. Темы расчетных работ

Варианты расчетного задания приведены в учебно-методическом пособии п.12.3.1

Вариант 1

По структурной схеме надежности технической системы в соответствии с вариантом зада-

Согласована на портале № 33433

ния, требуемому значению вероятности безотказной работы системы γ и значениям интенсивностей отказов ее элементов γ (УМП п.12.стр. 30) требуется:

1. Построить график изменения вероятности безотказной работы системы от времени наработки в диапазоне снижения вероятности до уровня 0,1 – 0,2.

2. Определить γ-процентную наработку технической системы.

3. Обеспечить увеличение γ-процентной наработки не менее,

чем в 1,5 раза за счет:

а) повышения надежности элементов;

б) структурного резервирования элементов системы.

Все элементы системы работают в режиме нормальной эксплуатации (простейший поток отказов). Резервирование отдельных элементов или групп элементов осуществляется идентичными по надежности резервными элементами или группами элементов. Переключатели при резервировании считаются идеальными.

14.1.6. Зачёт

1. Прикладные вопросы надежности изделий твердотельной электроники.
2. Математическая теория надежности.
3. Статистические методы оценки надежности.
4. Стороны надежности: безотказность, работоспособность, долговечность, сохраняемость, живучесть изделий.
5. Виды надежности. Отказы.
6. Количественные показатели надежности.
7. Методы испытаний на надежность.
8. Планирование испытаний.
9. Выборочные и ускоренные испытания.
10. Испытания изделий на устойчивость к спецвоздействиям.
11. Гарантийные обязательства поставщика изделий.
12. Служба надежности в научно-исследовательских организациях и промышленных предприятиях.
13. Расчет надежности отдельных изделий и систем.
14. Деградация изделий твердотельной электроники в процессе эксплуатации и испытаний.
15. Радиационная стойкость изделий.
16. Основные виды радиационных воздействий и источники излучений.
17. Космические радиационные воздействия.
18. Радиационные дефекты в конструкционных материалах.
19. Методы испытаний изделий на радиационную устойчивость.
20. Методы расчета радиационной стойкости.
21. Методы обеспечения высокой надежности изделий твердотельной электроники.
22. Прогнозирование надежности

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка

Согласована на портале № 33433

С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 33433